

République Algérienne Démocratiques et Populaire  
Ministère de l'Enseignements Supérieur  
et de la Recherche Scientifique  
Université DjillaliLiabes de Sidi Bel Abbes  
Faculté de Technologie  
Département de Génie Mécanique



الجمهورية الجزائرية  
الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث  
العلمي  
جامعة جيلالي ليابس - سيدي  
بلعباس  
كلية التكنولوجيا  
قسم الهندسة الميكانيكية

## *Polycopié pédagogique*

# *Impact des matériaux sur l'environnement*

### **Cours destiné aux étudiants :**

**Filière : Génie Mécanique**

**Option : Génie des matériaux**

**Parcours : licence**

**Semestre : S6**

**Unité d'enseignement : UED 3.2**

**Cours présenté par :**

Dr. CHERFI Mohamed

Année universitaire 2023/2024

## Préface

Les matériaux jouent un rôle central dans notre société moderne, façonnant notre environnement quotidien et alimentant nos industries essentielles. Cependant, leur impact sur l'environnement et la gestion des déchets solides est devenu une préoccupation majeure dans le contexte actuel de préoccupation croissante pour la durabilité environnementale. En effet, la production, l'utilisation et l'élimination des matériaux peuvent avoir des conséquences significatives sur les écosystèmes, la santé humaine et les ressources naturelles.

Dans ce polycopié de cours dédié aux étudiants de troisième année en licence de science des matériaux, nous explorerons en profondeur l'impact des matériaux sur l'environnement et la gestion des déchets solides. Nous examinerons les différentes étapes du cycle de vie des matériaux, de leur extraction et leur fabrication à leur utilisation et leur fin de vie, en mettant en lumière les principaux défis environnementaux associés à chaque étape.

Nous aborderons également les principes de base de l'éco-conception et de la gestion des déchets, ainsi que les stratégies et les technologies innovantes visant à minimiser l'impact environnemental des matériaux et à promouvoir une économie circulaire plus durable.

En combinant des concepts théoriques avec des exemples pratiques et des études de cas, ce cours vise à fournir aux étudiants une compréhension approfondie des enjeux environnementaux liés aux matériaux et à les préparer à jouer un rôle actif dans la recherche de solutions durables pour l'avenir.

## Sommaire

I. Généralités Sur La Pollution	3
I.1 Définitions	3
I.1.1 Définition de la Pollution	3
I.1.2 Les Origines de la Pollution	3
I.1.3 Les Formes de Pollution La pollution se manifeste sous différentes formes, notamment	3
I.1.4 Le Gaspillage comme Source de Pollution	3
I.1.5 La Pollution Industrielle : Impact sur l'Environnement	4
I.1.6 Le Gaspillage dans la Chaîne de Production	4
I.2 La Politique de Gestion des Déchets	4
I.2.1 Gestion des déchets	5
II.2.2 Définition de la gestion des déchets	7
I.2.3 responsabilité de la gestion des déchets	8
I.2.3.1 la gestion des déchets de l'entreprise	8
II Cadre Législatif (Lois Et Règles et obligations)	9
II.1 Etat des lieux : un bilan alarmant	10
II.2 Naissance d'une véritable politique environnementale	10
II.3 Les déchets en algérie (quelques chiffres)	10
II.3.1 Grandes orientation des schémas directeurrs	9
II.3.2 Difficulté dans le choix	10
II.3.3 Fiabilité des mesures compensatoires contre les nuisance	11
II.4 Perspectives	12
II.5 Collecte et stockage des déchets	12
II.5.1 Types de déchets	13
II.5.2 Stockage	14
II.5.3 enlèvement des déchets	14
II.6 les objectifs de la gestion des déchets	16
II.7 Les bonnes pratiques de la gestion des déchets	19
III. la situation actuelle	19
III. 1 Définition d'un déchet ultime	19
III. 2 Bien choisir sa filière de traitement	20
III.3 Quelques définitions	21
III.4 Grandes familles de dechets loi 01-19 du 12/12/01	23
III.5 Principaux secteurs producteurs de déchets et exemples de déchets produits au sens de la réglementation (environnement)	23
III.6 Classement des déchets selon la nomenclature déchets	25
III.7 Catégorie de déchet selon la réglementation Algérienne	26
IV. Valorisation Des Déchets	26
IV. 1 Traitements Biologiques	26
IV. 1.1 Les traitements biologiques ont deux objectifs	27
IV.1.2 compostage	27
IV.1.3 Le compostage répond à deux types d'objectifs	27
IV.1.4 Les intérêts du compostage	27

IV.1.4.1 Les contraintes du compostage	28
IV.1.5 Les déchets concernés	28
IV.1.6 Epannage agricole	28
IV.1.7 Méthanisation et biogaz	29
IV.1.8 Les contraintes	29
IV.1.9 Les déchets concernés	29
IV.2 Traitements Chimique & Physico-Chimiques	30
IV.2.1 Gisement Des Déchets Concernés	32
IV.2.2 Traitements chimiques	32
IV.2.2.1Oxydoréduction	32
IV.2.2.2Traitements physico-chimiques	33
IV.3 Traitements thermiques des déchets	33
IV.3.1 Incinération des déchets Incinération Des Déchets	33
IV.3.2 Nature des déchets traités	34
IV.3.3 Conditions de combustion	35
IV.3.4 Principe de traitement	35
IV.3.5 Les fumées	35
IV.3.5.1 Traitement des polluants gazeux et poussières	35
IV.3.5.2 Les sous-produits Les eaux	36
IV.3.6 les mâchefers	36
IV.3.7 Classement	37
IV.3.8 Les refi	37
IV.3.9 Les intérêts de l'incinération	37
IV.3.10 Les contraintes de l'incinération	37
IV.3.11 Co-Incinération en cimenterie	39
IV.4 Thermolyse et pyrolyse	39
IV.4 .1 Les sous-produits formés	39
IV.4 .2 Le mode de chauffage	40
IV.4 .3 Les rejets générés	41
IV. 5 Stockages	
IV.5 .1 Critères et procédure d'admission des déchets	
IV.6 Structure d'un CET	
V. Evolution Constatées Et Démarche Concrète De Prévention	42
VI.1 Production et Gestion des Déchets Dangereux et Non Dangereux	42
VI.1.1 Introduction à la Production de Déchets	42
V.1.2 Production des Déchets	42
V.1.2.1 Déchets Dangereux	43
V.1.2.2 Déchets Non Dangereux	43
V.1.3 Gestion des Déchets	44
V.1.3. 1 Gestion des Déchets Dangereux	45
V.1.3 .2 Gestion des Déchets Non Dangereux	45
V.2 Principes généraux d'une démarche de prévention	47
V.3 Evaluation des risques	47
V.4 Filière des tubes fluorescents	48

V.4.1 identification des risques en fonction des opérations effectuées	Combattre les risques à la source	45
V.5	Combattre les risques à la source	47
V.6	Principales mesures de prévention	47
V.7	Quelques mesures complémentaires	48

## **I.Généralités Sur La Pollution :**

Nous allons aborder dans cette partie les aspects souvent négligés de la production industrielle : la pollution et le gaspillage, ainsi que les politiques de gestion des déchets associées. Alors que la demande mondiale de produits manufacturés continue de croître, il est crucial de comprendre les impacts environnementaux de cette production et d'adopter des stratégies efficaces pour atténuer ces effets néfastes.

### **I.1 définitions :**

#### **I.1.1 Définition de la Pollution :**

La pollution est définie comme l'introduction ou la présence de substances indésirables ou de facteurs environnementaux nuisibles dans l'air, l'eau ou le sol, qui ont des effets préjudiciables sur la santé humaine, la biodiversité et les écosystèmes.

#### **I.1.2 Les Origines de la Pollution :**

L'envers de la Production La production industrielle et agricole est une source majeure de pollution, entraînant des émissions de gaz à effet de serre, des rejets toxiques dans l'air, l'eau et les sols, ainsi que la production de déchets solides. Les activités industrielles telles que l'extraction minière, la production de produits chimiques et la fabrication de produits de consommation contribuent significativement à la pollution environnementale.

#### **I.1.3 Les Formes de Pollution La pollution se manifeste sous différentes formes, notamment :**

- ✓ La pollution de l'air : causée par les émissions industrielles, les transports routiers, les centrales électriques, et les activités agricoles.
- ✓ La pollution de l'eau : résultant de déversements industriels, d'eaux usées non traitées, de déchets agricoles, de marées noires et de déchets plastiques.
- ✓ La pollution des sols : due aux déversements de produits chimiques toxiques, aux déchets industriels et municipaux, ainsi qu'à la contamination par des métaux lourds et des pesticides.

#### **I.1.4 Le Gaspillage comme Source de Pollution :**

La surconsommation et le gaspillage des ressources contribuent également à la pollution en générant des quantités excessives de déchets, tels que les déchets alimentaires, les emballages plastiques et les produits jetables. Ces déchets finissent souvent par polluer les écosystèmes naturels, causant des dommages environnementaux supplémentaires.

#### **I.1.5 La Pollution Industrielle : Impact sur l'Environnement :**

La production industrielle est souvent associée à une variété de polluants atmosphériques, aquatiques et des sols. Les émissions de gaz à effet de serre, les rejets toxiques dans les cours d'eau et les sols, ainsi que la pollution sonore sont autant de conséquences néfastes de l'activité industrielle. Ces polluants ont un impact direct sur la santé humaine, la biodiversité

et les écosystèmes, contribuant ainsi au changement climatique et à la dégradation de l'environnement.

### **I.1.6 Le Gaspillage dans la Chaîne de Production :**

Une autre facette souvent négligée de la production est le gaspillage de ressources naturelles, d'énergie et de matériaux. Les processus de fabrication inefficaces, la surproduction, les emballages excessifs et la consommation d'énergie non durable contribuent tous au gaspillage. En plus de l'impact environnemental direct, le gaspillage représente également une perte économique significative pour les entreprises et les sociétés.

### **I.2 La Politique de Gestion des Déchets :**

Face à ces défis, la mise en place de politiques efficaces de gestion des déchets est cruciale. Cela implique la réduction à la source, le recyclage, la réutilisation et l'élimination appropriée des déchets produits tout au long du cycle de vie des produits. Les réglementations environnementales, les incitations économiques et les initiatives de sensibilisation sont autant d'outils utilisés pour promouvoir une gestion responsable des déchets. Les politiques de gestion des déchets sont essentielles pour réguler la manière dont les déchets sont collectés, traités et éliminés. Cela inclut des initiatives telles que le recyclage, la réutilisation, la réduction à la source, l'incinération contrôlée et la mise en décharge. Une politique efficace de gestion des déchets est cruciale pour réduire l'impact de la pollution et promouvoir la durabilité environnementale.

#### **I.2.1 Gestion des déchets :**

##### **Loi N° 01 19 du 27 Ramadhan 1422 correspondant au 12 décembre 2001 relative d la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets :**

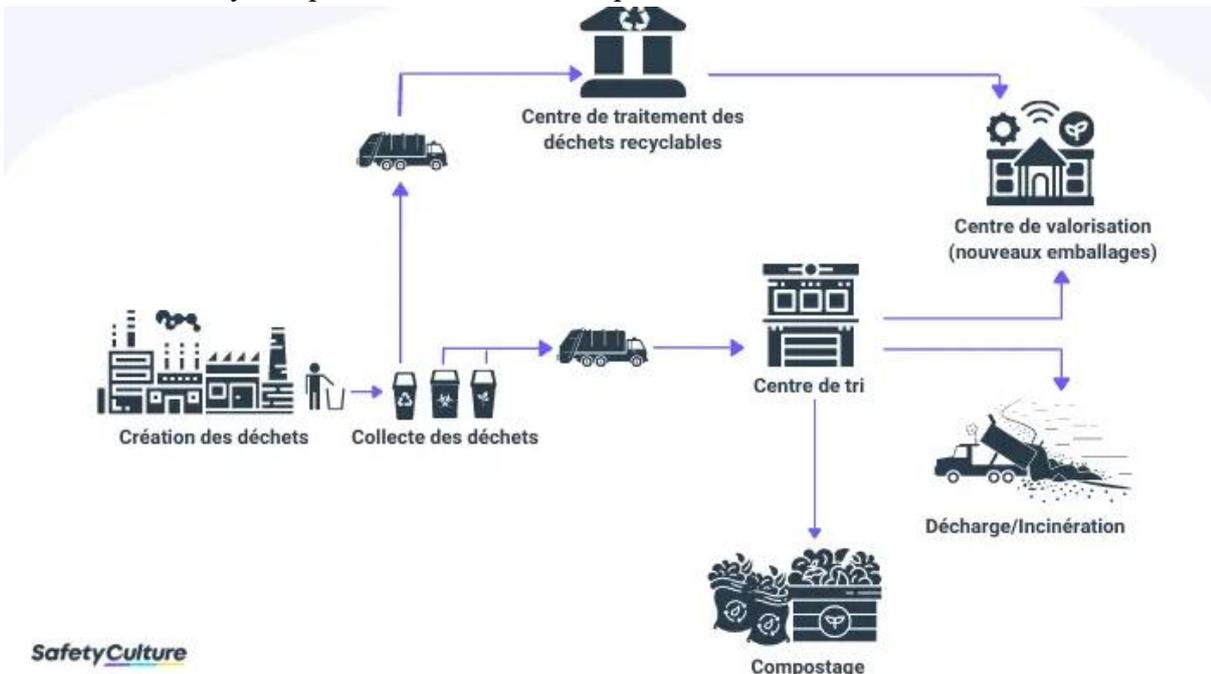
« Les dispositions de la présente loi s'appliquent à tous les déchets au sens de l'article 3 ci-dessus à l'exception des déchets radioactifs, des effluents gazeux, des eaux usées, des explosifs déclassés, des épaves d'aéronefs et des épaves maritimes. »



**Figure 01** : la vie de quelques déchets abandonnés dans la nature [11]

### II.2.2 Définition de la gestion des déchets :

toute opération relative à la collecte, au tri, au transport, au stockage, à la valorisation et à l'élimination, y compris le contrôle de ces opérations.



**Figure 02** : la gestion des déchets (collecte, tri, transport et valorisation) [12]

- **collecte des déchets** : le ramassage et/ou regroupement des déchets en vue de leur transfert vers un lieu de traitement.
- **tri des déchets** : toute opération de séparation des déchets selon leur nature en vue de leur traitement.
- **valorisation des déchets** : toute opération de réutilisation, de recyclage ou de compostage des déchets.



Figure 03 : Recyclage du plastique [13]

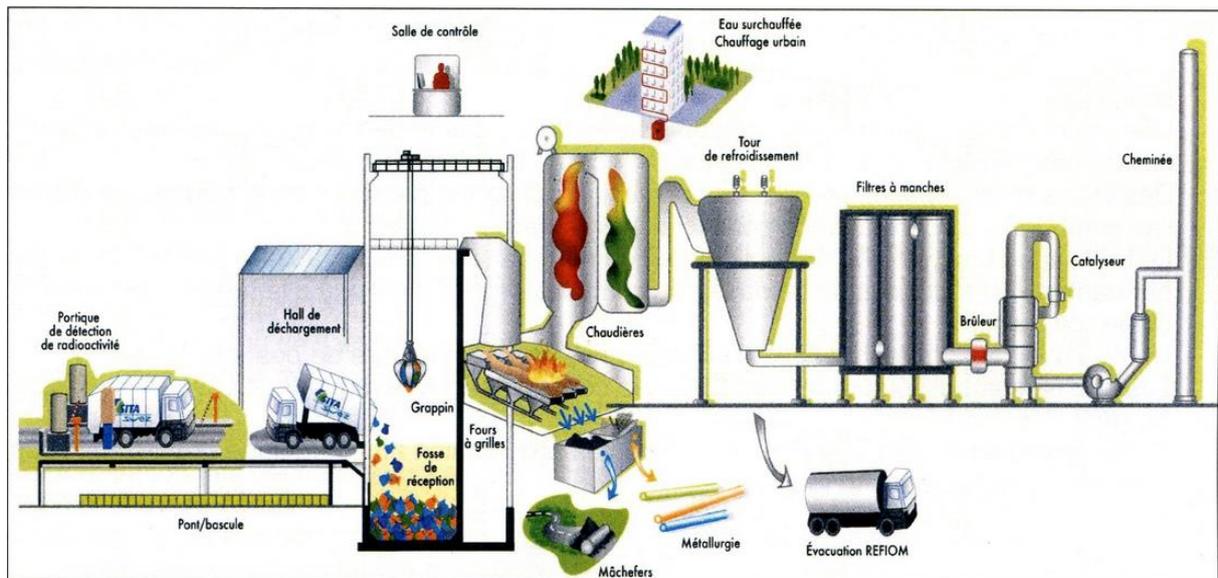


Figure 04 : schéma simplifié d'un incinérateur [14]



Figure 05 : tri sélectif [15]

### I.2.3 responsabilité de la gestion des déchets :

toute personne qui produit ou détient des déchets, dans les conditions de nature à :

- ✓ Produire des effets nocifs sur le sol, la flore et la faune, à dégrader les sites ou les paysages,
- ✓ polluer l'air ou les eaux,
- ✓ engendrer des bruits et des odeurs, d'une façon générale à porter atteinte à la santé de l'homme et à l'environnement

#### I.2.3.1 la gestion, le contrôle et l'élimination des déchets reposent sur les principes suivants :

- ✓ la prévention et la réduction de la production et de la nocivité des déchets à la source ;
- ✓ l'organisation du tri, de la collecte, du transport et du traitement des déchets ;
- ✓ la valorisation des déchets par leur réemploi, leur recyclage et toute autre action visant à obtenir, à partir de ces déchets des matériaux réutilisables ou de l'énergie.
- ✓ Le traitement écologiquement rationnel des déchets.
- ✓ l'information et la sensibilisation des citoyens sur les risques présentés par les déchets et leur impact sur la santé et l'environnement, ainsi que les mesures prises pour prévenir, réduire ou compenser ces risques.

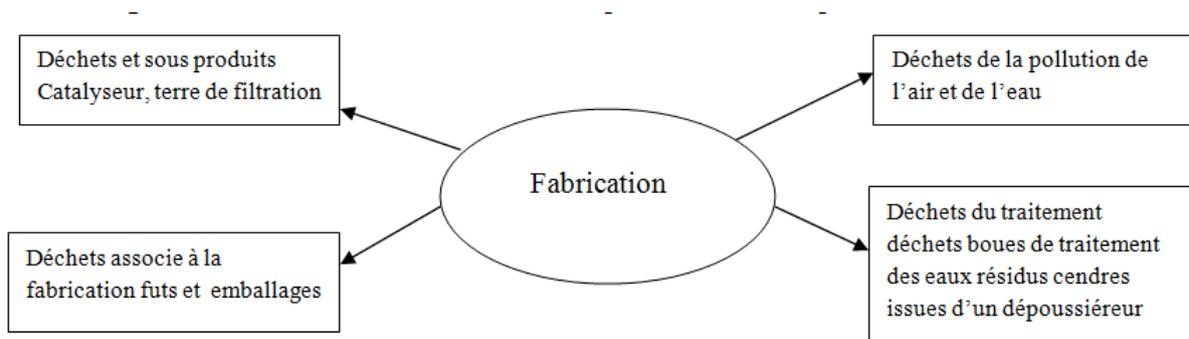
## I.2.4 la gestion des déchets de l'entreprise :

### 1 - Connaissance des déchets

Afin de gérer correctement les déchets, il est préférable, au préalable de bien les connaître.

- Quels type de déchets (dangereux ou non, recyclables, valorisables)
- Quelle quantité de déchets est produite, et à quel stade de la fabrication.

L'origine des déchets issue d'une fabrication peut être résumée par le schéma ci-dessous



- La connaissance des déchets passe aussi par la réalisation d'un certain nombre d'analyses chimiques.
- Celle nécessitera au préalable un échantillonnage le plus homogène et représentatif possible, et choix de méthodes appropriées (composition chimique élémentaire, propriétés thermodynamique, toxicité...)

## II. Le Cadre Législatif (Lois Et Règles et obligations) :

L'Algérie est entrain de connaitre un développement économique et démographique sans précédent. Le taux élevé d'accroissement de la population a ainsi engendré une urbanisation accélérée, le plus souvent de manière anarchique qui a vu la prolifération de l'habitation précaire. Cela ne s'est pas fait sans conséquences sur l'environnement.

Face à la gravité des problèmes environnementaux, le gouvernement algérien a décidé en 2001 de consacrer une enveloppe financière importante, pour atteindre les objectifs inscrits dans le Plan **National d'actions pour l'Environnement** et le Développement Durable (**PNAE-DD**), prévu jusqu'en 2010.

### II.1 Etat des lieux : un bilan alarmant

Le « Rapport National sur l'Etat et l'Avenir de l'Environnement » (RNE 2000), qui a servi de base à l'élaboration du Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD), dresse un bilan alarmant sur l'environnement. Le recensement des problèmes a fait apparaître.

- **Des ressources en sols et en** couvert végétal en dégradation constante ce qui aboutit à la désertification des parcours steppiques des Hauts Plateaux et du sud. Les surfaces agricoles ainsi perdues depuis 1962 sont estimées à 250 000 ha.
- **Des ressources en eau limitées et de faible qualité** : l'Algérie ne dispose en moyenne annuelle que de 11,5 milliards de m<sup>3</sup> et ce volume restreint est en outre menacé par diverses pollutions et une gestion de l'eau qui a favorisé jusque là, l'utilisation irrationnelle de la ressource, des pertes dans les réseaux et divers gaspillages.
- **Une couverture forestière qui** est passée de 5 M ha en 1830 à 3,9 M ha aujourd'hui dont 2 M sont constitués de maquis.
- **L' industrialisation non contrôlée des** zones littorales ainsi que le processus d'urbanisation mal maîtrisé ont généré des pollutions industrielles et urbaines croissantes qui sont à l'origine de sérieux problèmes de santé publique.
- **Un cadre institutionnel et juridique** déficient avec des mécanismes réglementaires souvent peu appliqués.
- De nombreuses associations à caractère écologique mais peu au niveau national on peut citer :
  - L'Association de Recherche sur le Climat et l'Environnement (ARCE).
  - l'Association pour la Promotion de l'Efficacité et de la Qualité en Entreprise (APEQE).

## II.2 Naissance d'une véritable politique environnementale

Le secteur de l'environnement connaît actuellement des mutations à travers notamment le renforcement du cadre institutionnel et juridique.

- **Sur le plan de la politique environnementale**, le Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAEDD) fixe les différents programmes environnementaux du pays pour 2001-2010.
- **Ces politiques sont appuyées par le Fonds National de l'Environnement et de dépollution (FEDEP) qui intervient notamment pour aider les entreprises industrielles** à réduire ou à éliminer leurs pollutions et les unités de collecte, de traitement et de recyclage des déchets, ainsi que par la nouvelle fiscalité écologique basée sur le principe du pollueur payeur afin d'inciter à des comportements plus respectueux de l'environnement.
- **Sur le plan législatif et réglementaire plusieurs loi ont été promulguées :**
  - Loi N° 01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.
  - Loi N° 01-20 du 12 décembre 2001 relative à l'aménagement du territoire dans le cadre du développement durable.
  - Loi N° 02-02 du 05 février 2002 relative à la protection et la valorisation du littoral.
  - Loi N° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.
  - Loi N° 04-03 du 23 juin 2004 relative à la protection des zones de montagne dans le cadre du développement durable.
  - Loi N° 04-09 du 14 août 2004 relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable.
  - Loi N° 04-20 du 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable.
  - Ratification par l'Algérie du protocole de KYOTO.
  - Entrée en application de la fiscalité écologique en janvier 2005.

## II.3 Les déchets en Algérie (quelques chiffres) :

- ❖ Ordures ménagères  
5 millions de tonnes de déchets par an  
2000 décharges publiques non contrôlées
- ❖ Déchets industriels  
Déchets spéciaux 325100 tonnes par an  
Déchets spéciaux stockés 02 millions de tonnes par an dont
  - Hydrocarbures et raffinerie de pétrole, transport 34%
  - Chimie 23%
  - Sidérurgie et métallurgie 16%
  - Mines 13%

### **II.3.1 Grandes orientations des schémas directeurs :**

- ✓ Réorganisation et modernisation de la collecte
- ✓ Promotion de la valorisation
- ✓ Réalisation de CET
- ✓ Incinération des déchets septiques hospitaliers,
- ✓ Compostage des déchets organiques,
- ✓ Valorisation de déchets inertes de construction

### **II.3.2 Difficulté dans le choix :**

- ✓ Caractérisation et quantification des déchets et d'élaboration de schémas de collecte,
- ✓ Risques d'échec de la modernisation sans réforme préalable du système d'organisation et de gestion des services communaux (formation, communication, concession, recouvrement de taxes. ..),

### **II.3.3 Fiabilité des mesures compensatoires contre les nuisances :**

- ✓ Choix des systèmes d'imperméabilisation artificielle,
- ✓ Méthodes de dégazage,
- ✓ Systèmes de drainage,
- ✓ Méthodes de traitement du lixiviat,
- ✓ Choix des engins,
- ✓ Système de gestion des CET (concession ou régie),
- ✓ Compostage (équipements fixes ou mobiles, petites ou grandes capacités, déchets verts ou ordures ménagères, fermentation lente ou accélérée. ..),
- ✓ Incinération des OM,
- ✓ Coût élevé de l'investissement, humidité élevée, fumées.. .
- ✓ Engineering
- ✓ Equipements de collecte
- ✓ Equipements de CET
- ✓ Equipements de centres de tri
- ✓ Equipements de compostage
- ✓ Equipements de déchetteries
- ✓ Incinérateurs d'hôpitaux
- ✓ Valorisation de déchets de construction

### **II.4 perspectives :**

Dans le cadre du programme complémentaire de soutien à la croissance pour la période 2005-2009, plusieurs projets sont prévus qui offrent des opportunités intéressantes dans les domaines suivants :

- ✓ **Eau potable et assainissement** : en Algérie, 700 millions de m<sup>3</sup> d'eaux usées rejetées annuellement. Pour le traitement de ces eaux, il est prévu la réalisation de 10 stations d'épuration et la réhabilitation de 20 autres. A noter qu'on retrouve sur ce marché toutes les grandes entreprises du secteur.

- ✓ **Gestion des déchets solides et urbains** : avec 5 millions de déchets ménagers par an et 2000 décharges non contrôlées. Il est prévu la réalisation dans le cadre du Programme de Gestion Intégrée des déchets Ménagers (PROGDEM) 50 Centres d'Enfouissement Technique (CET). Il est aussi prévu la création de micro entreprises chargées du recyclage des sachets en plastique.
- ✓ **Gestion des déchets spéciaux** : L'Algérie produit plus de 300.000 tonnes de déchets spéciaux par an. Des opportunités existent notamment pour la sensibilisation des producteurs de déchets par la formation, la réalisation d'unités de récupération d'huiles usagées, l'implantation d'incinérateurs de déchets liés aux activités de soins infectieux. Il est aussi prévu le désamiantage de 145 établissements de formation professionnelle.
- ✓ **Pollution industrielle dans le secteur énergétique** : L'Algérie produit 2.000.000 de tonnes de déchets industriels par an. Les hydrocarbures représentent 34% des déchets industriels stockés, le secteur des mines représente quant à lui 13%. Des opportunités existent notamment pour réduire les pertes dans les systèmes de transport et de distribution. S'agissant des gaz touchés, il est prévu 7 projets d'investissement horizon 2007.
- ✓ **Aménagement du territoire** : des opportunités existent notamment pour l'aménagement d'espaces verts, la création de parcs et de jardins botaniques, la préservation du littoral, la réhabilitation du patrimoine culturel.

## **II.5 Collecte et stockage des déchets :**

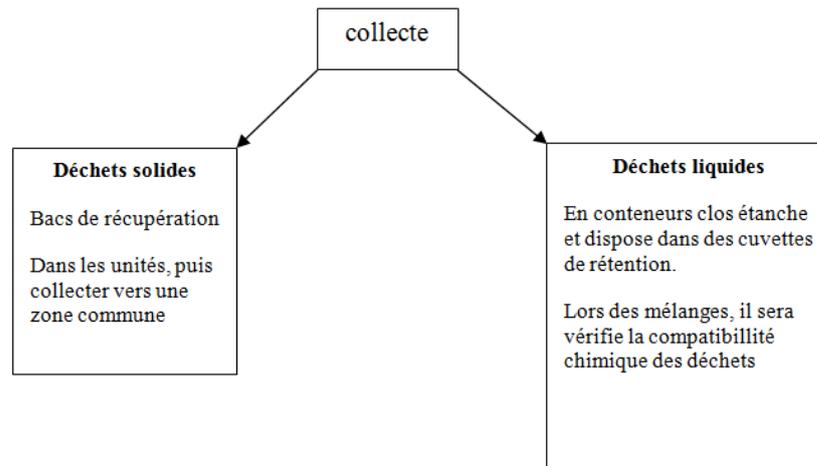
### **II.5.1 Types de déchets :**

#### ➤ **Déchets non dangereux ou déchets industriels banals.**

La collecte et le stockage se feront dans des containers étanches, après un tri sélectif. Un compacteur pourra être utilisé afin de réduire le volume de déchets.

#### ➤ **Déchet dangereux**

La notion de tri sélectif est maintenue



Exemples de mélange à éviter absolument

Mélange	Conséquence
Acides usées  +  solutions cyanurées ou sulfurées	Dégagement de gaz cyanhydrique ou sulfurique très toxique
Alumunium, béryllium, calcium, lithium, magnésium, zinc, potassium, sodium  +  Acide ou base	Risque de feu ou d'explosion,  Dégagement d'hydrogène
Acide ou base concentré, calcium, lithium , sodium, potassium, ou autre déchets radioactifs à l'eau ou à l'alcool  +  Eau , alcool	Dégagement de gaz inflammable ou toxique ; possibilité de feu , d'explosion  Ou de chaleur intense

**II.5.2 stockage :**

- les conteneurs sont étiquetés indiquant le danger engendre par le déchet, éventuellement, l'intedinterdictions relatives aux manipulations et stockage.
- aire de stockage aérée, protégée des eaux de pluie, éloignées des zones a risques
- déchets inflammables ou explosifs éloignés des sources chaudes.
- site facile d'accès pour les véhicules chargés de l'enlèvement des déchets.

### **II.5.3 enlèvement des déchets : bordereau de suivi des déchets industriels (BSDI) :**

les conteneurs sont étiquetés indiquant le danger engendré par le déchet, éventuellement, l'interdiction relative aux manipulations et stockage.

Le but de ce bordereau est d'assurer la traçabilité des déchets dangereux et de constituer une preuve de leur élimination pour le producteur responsable.

Ce bordereau est obligatoire pour toute production de déchets industriels spéciaux supérieure à 1 000 Kg par mois.

Le bordereau composé de cinq exemplaires est renseigné et visé par chaque intermédiaire au moment de sa prise en charge :

- producteur
- collecteur-transporteur
- destinataire

### **II.6 les objectifs de la gestion des déchets :**

#### **Objectif I: réduction à la source**

- **Obligation des générateurs ou détenteurs de déchets:**

«Tout générateur et/ou détenteur de déchets doit prendre les mesures nécessaires pour éviter autant

que possible la production des déchets, notamment par:

- l'adoption et l'utilisation des techniques de production plus propres, moins génératrices de déchets;
- l'abstention de mettre sur le marché de produits générant des déchets non biodégradables;
- l'abstention d'utilisation de matières susceptibles de créer des risques pour les personnes, notamment pour la fabrication des emballages...».

#### **Objectif 2 : Valorisation des déchets**

- **Obligation des générateurs ou détenteurs de déchets:**

« .. assurer ou de faire assurer la valorisation des déchets engendrés par les matières qu'il importe ou écoule et les produits qu'il fabrique. »

- **Valorisation des déchets:**

« Toutes les opérations de réutilisation, de recyclage ou de compostage des déchets. »

#### **Objectif 3: Elimination des déchets en ultime solution**

### **Loi déchets Du 12/12/ 01 - Art. 8**

- **Obligation des générateurs ou détenteurs de déchets:**

« Lorsque le générateur et/ou le détenteur de déchets est dans l'impossibilité d'éviter de générer et/ou de valoriser ses déchets, il est tenu d'assurer ou de faire assurer, à ses frais, l'élimination de ses déchets de façon écologiquement rationnelle, conformément aux dispositions de la présente loi et de ses textes d'application. »

- **Elimination des déchets:**

«Toutes les opérations de traitement thermique, physicochimique et biologique, de mise en décharge, d'enfouissement d'immersion et de stockage des déchets, ainsi que toutes autres opérations ne débouchant pas sur une possibilité de valorisation ou autre utilisation du déchet.»

- **Traitement écologiquement rationnel des déchets:**

Toute mesure pratique permettant d'assurer que les déchets sont valorisés stockés et éliminés d'une manière garantissant la protection de la santé publique et bu de l'environnement contre les effets nuisibles que peuvent avoir ces déchets. »

- **Valorisation et Elimination des déchets :**

« oui mais pas n'importe comment »:

«La valorisation et/ou l'élimination des déchets doivent s'effectuer dans des conditions conformes aux normes de l'environnement, et ce notamment sans:

- mettre en danger la santé des personnes, des animaux et sans constituer des risques pour les ressources en eau, le sol ou l'air, ni pour la faune et la flore,
- provoquer des incommodités par le bruit ou les odeurs,
- porter atteinte aux paysages et aux sites présentant un intérêt particulier..»

#### **Exemple : Réglementation sur Les huiles DE 93-161 du 10/07/93**

«Est interdit le déversement dans le milieu naturel par rejet direct ou indirect ou après ruissellement sur le sol ou infiltration des huiles et lubrifiants, neufs ou usagés appartenant aux catégories et notamment :

- 1- huiles pour moteurs ou pour compresseurs et huiles de base moteurs,
- 2- huiles utilisées comme matière première pour la fabrication d'additifs pour lubrifiants,
- 3- huiles de graissage,
- 4- huiles pour engrenage sous carter,
- 5- huiles pour mouvement,
- 6- huile noire appelée "mazout de graissage",

7- vaseline et huiles de vaseline,

8- huiles isolantes,

9- huiles de trempe,

10- huiles pour turbines,

11- huiles de lubrification des cylindres et des transmissions.»

Le déversement des huiles et lubrifiants neufs ou usagés appartenant aux catégories autres que celle énumérées ci-dessus peuvent être autorisées par le ministre chargé de la protection de l'environnement après avis du ministre chargé de l'hydraulique

## **II.7 Les bonnes pratiques de la gestion des déchets :**

Voici une liste des bonnes pratiques à suivre pour les principaux types de déchets que vous êtes susceptibles de rencontrer dans votre entreprise.

### ➤ **Les DIB (déchets industriels banals)**

L'idéal est de réaliser un tri au plus près des postes de travail, afin d'éviter tout mélange. Il faut pour cela créer les conditions : sensibilisation, mise à disposition de bac de couleur différentes, enlèvement périodique,...

### ➤ **Métaux ferreux et non ferreux**

Leur tri est assez simple et le taux de récupération est élevé (95%). On peut utiliser des bennes de petite taille (5 à 8 m<sup>3</sup>), en prenant soin de ne pas mélanger les fluides de coupe. Les bombes aérosols sont considérées comme des déchets dangereux et doivent être gérées comme tels.

### ➤ **Papier et carton**

Les protéger des intempéries (stockage sous auvent ou à l'intérieur), éviter le mélange avec des adhésifs, des étiquettes et les plastiques (housses, etc.) et avec tout DIS (huiles, peintures, etc.).

### ➤ **Bois et sous-produits du bois**

Les déchets souillés (traverses de chemin de fer, poteaux traités chimiquement (par ex. poteaux EDF), panneaux de particules (« agglomérées ») doivent être considérés comme des DIS. A condition d'être bien triés (sans plastiques, peintures,...) les autres déchets de bois sont très aisément valorisés. Une petite partie est ré-employée directement, par exemple sous forme de palettes.

### ➤ **Fûts, conteneurs**

Qu'ils soient en plastique ou en métal, ils doivent être nettoyés de leur contenu pour être considérés comme des DIB. Pour ceux qui ont une contenance > 30 litres, une industrie de la récupération s'est développée. Les autres sont traités par la filière qui concerne le matériau.

➤ **Matières plastiques**

La difficulté consiste à trier les différents plastiques entre eux car tous ne sont pas recyclables.

➤ **Les DIS ou DD**

Lorsqu'ils sont produits en petites quantités (aérosols dans l'industrie, produits chimiques de laboratoires, solvants dans l'artisanat par exemple), les DIS sont appelés Déchets Toxiques en Quantités Dispersées (DTQD). Ils font l'objet des mêmes prescriptions mais leur collecte est souvent problématique.

➤ **Huiles usagées (non contaminées par PCB ou PCT)**

Vous devez les faire enlever ou les apporter à un récupérateur agréé. Ne mélanger pas les huiles avec d'autres produits dangereux ou toxiques, ni avec de l'eau. Ne brûlez pas ces huiles et ne les jetez pas dans les évacuations d'eau ou sur le sol. Elles sont extrêmement polluantes.

Leur valorisation, que ce soit en recyclage (3 litres d'huiles usagées permettent de fabriquer 2 litres d'huile équivalente à de l'huile neuve) ou par valorisation énergétique (par exemple en four de cimenterie) est très performante.

➤ **Les fluides de travail des métaux**

Ils font l'objet de prescriptions un peu différentes en raison de la présence d'eau. Ils devront cependant faire l'objet d'un BSDI lors de la collecte. Il faut également éviter de les mélanger à d'autres fluides, sous peine de voir les coûts de traitement augmenter fortement.

➤ **Solvants usés**

L'étiquetage indiquant le danger (toxicité, nocif pour l'environnement, etc.) doit figurer clairement sur les contenants. Demandez à votre fournisseur de vous proposer de solutions pour la récupération des solvants. Evitez de les mélanger entre eux si possible. Ils seront plus aisément régénérables. L'enlèvement doit donner lieu à l'établissement d'un BSDI.

➤ **Les DTQD (Déchets Toxiques en Quantités Dispersées).**

Ce sont les piles, les tubes fluorescents, les thermomètres au mercure, certains catalyseurs ou réactifs chimiques, aérosols, etc. présents en petite quantité, qui ne nécessitent pas un enlèvement

➤ **Les PCB et PCT**

Ces produits sont utilisés comme isolant électriques car ils sont très peu inflammables ou comme liquide caloporteur dans les transformateurs. En attendant leur remplacement progressif, ils doivent être traités par des entreprises autorisées et agréées.

### III la situation actuelle :

#### III. 1 Définition d'un déchet ultime :

"Est ultime un déchet, résultant ou non du traitement d'un déchet, qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction, valorisation ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux."

#### III. 2 Bien choisir sa filière de traitement :

##### Loi déchets du 12/12/ 01 - Art. 19

Il est interdit à tout générateur et/ou détenteur de déchets spéciaux dangereux de remettre ou de les faire remettre à :

- toute autre personne que l'exploitant d'une installation autorisée pour le traitement de cette catégorie.
- tout exploitant d'une installation non autorisée pour le traitement desdits déchets

Toute personne qui remet ou fait remettre des déchets spéciaux dangereux est responsable des dégâts et des dommages induits par la violation des dispositions du présent article autant que la personne ayant acceptés lesdits déchets.

Substitution	Réduction à la ressource
Transformation /stabilisation	Traitement physico-chimique
Biodégradabilité	Traitement biologique
Pouvoir calorifique	Traitement thermique
Propriété d'inertage	Stockage
Pouvoir de recyclabilité	Recyclage/valorisation

#### III.3 Quelques définitions :

- ✓ **DECHET (Loi n° 01 -19 du 12 décembre 2001 - Art. 3 )** : Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou, plus généralement, tout objet, bien meuble dont le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer.
- ✓ **ABANDON (Loi n° 83-03 du 5 février 1983 - Art. 92)** : Est réputé abandon tout acte tendant, sous le couvert d'une cession à titre gratuit ou onéreux, à soustraire son auteur aux prescriptions de la présente loi et des règlements pris pour son application.
- ✓ **GENERATEUR DE DECHETS: (Loi n°01 - 19 du 12 décembre2001 Art 3)** : Toute personne physique ou morale dont l'activité génère des déchets.
- ✓ **DETENTEUR DES DECHETS: ( Loi n°01 - 19 du 12 décembre2001 Art 3)** : Toute personne physique ou morale qui détient des déchets.

### III.4 Grandes familles de déchets loi 01-19 du 12/12/01 :

- Déchet inertes (I)
- Déchet ménagers et assimilés (MA)
- Déchets encombrants
- Déchets spéciaux (S)
- Déchets spéciaux dangereux (SD)
- Déchets d'activités de soins
- Déchets radioactifs

#### ❖ Déchets inertes

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

#### ❖ Déchets ménagers et assimilés

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

#### ❖ Déchets encombrants

Tous déchets issus des ménages qui en raison de leur caractère volumineux ne peuvent être collectés dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés

#### ❖ Déchets spéciaux

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

#### ❖ Déchets spéciaux dangereux

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

Contiennent ou contiennent une substance

- ❖ Explosive
- ❖ Comburante
- ❖ Extrêmement inflammable
- ❖ Facilement inflammable
  - ❖ Inflammable
  - ❖ Irritante
  - ❖ Nocive
  - ❖ Toxique
- ❖ Cancérogène

- ❖ Corrosive
- ❖ Infectieuse
- ❖ Toxique vis-à-vis de la reproduction
  - ❖ Mutagène
- ❖ Dangereuse pour l'environnement

**III.5 Principaux secteurs producteurs de déchets et exemples de déchets produits au sens de la réglementation (environnement) :**

Secteurs	Exemples de déchets produits			
	Dangereux	Non dangereux	Inertes	Ultimes
<b>Collectivités et particuliers</b> (déchets des ménages et assimilés)	Accumulateurs Cadmium-Nickel Déchets contenant du mercure (piles, tubes fluorescents) Huiles de vidange Autres déchets ménagers solvants usagés...)	Ordures ménagères Papiers Cartons Déchets verts	Déchets inertes du « bricolage » des particuliers Faïence, porcelaine	Résidus d'incinération après stabilisation
<b>Industries diverses</b>	Goudrons acides Sels contenant des cyanures Cendres volantes Solvants Déchets dangereux diffus	Emballages Ferrailles Plastiques	Sables résidus de la métallurgie	Résidus d'incinération après stabilisation

<b>Agriculture</b>	Déchets agrochimiques Farines animales Films plastiques souillés Produits phytosanitaires non utilisés Emballages vides de produits phytosanitaires	Plastiques Bois		
<b>Construction et démolition</b>	Déchets de peinture Fibres libres d'amiante "	Bois non traité Cartons Plastiques	Béton Pierres Porcelaine Résidus de l'amiante liée Matériaux d'excavation (terres propres)	
<b>Activités de soins</b>	Déchets à risques infectieux Produits vétérinaires Médicaments	carton		Résidus d'incinération après stabilisation
<b>Équipement électronique et électrique</b> (incluant ceux produit par les particuliers )	Piles, accumulateurs, tubes cathodiques, plastiques bromés, verres spéciaux, cartes électronique	Ferrailles plastiques non bromées	Béton-ciment	
<b>Automobiles</b> (professionnels et particuliers)	Batteries Fluides Air-bag Véhicules hors usage	Pneumatique Textiles Acier plastique		

Les entreprises, de l'entreprise productrice de déchets aux entreprises collectant, transportant, traitant ou éliminant les déchets, se doivent d'intégrer dans leur approche de prévention des risques professionnels les risques associés à la gestion des déchets. En effet, dans ces activités, les salariés peuvent être confrontés à des risques professionnels de différente nature: chimiques et biologiques, routiers (opérations de collecte ou de transport), mécaniques (coupures, blessures, accidents liés aux équipements utilisés), organisationnels (co-activité, travail en urgence, circulation...), liés à l'activité physique (troubles musculo-squelettiques, lombalgies). ..

### III.6 Classement des déchets selon la nomenclature déchets :

**Décret exécutif ri° 06-1 04 du 29 Moharram 1427 correspondant au 28 février 2006 fixant la Nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux.**

Un déchet peut être identifié par sa nature (déchet dangereux ou non dangereux, déchet inerte ou déchet ultime) et/ou par sa catégorie d'origine.

La nomenclature réglementaire répartit les déchets en 20 catégories, en fonction des secteurs d'activité dont ils proviennent et des procédés de production. Une catégorie est dédiée aux déchets produits par les ménages.

Un numéro de code structuré à 3 chiffres ou nombres:      A.B.C

- A      Catégorie qui retrace le secteur d'activité ou le procédé dont le déchet est issu.
- B      Section qui retrace origine ou la nature du déchet appartenant à la catégorie.
- C      Rubrique qui retrace la désignation du déchet

ABC

+

#### **Une identification par la classe du déchet:**

- ✓ I      pour Inertes
- ✓ MA    pour Ménagers et Assimilés
- ✓ S      pour Spéciaux
- ✓ SD    pour Spéciaux et dangereux

2 listes qui se différencient par la classe du déchet:

1, MA, S ou SD

#### ➤ **liste des déchets ménagers et assimilés et des déchets inertes**

15.1.1- MA - Emballages en papier/carton

2.4.1 - I - Terre provenant du lavage et du nettoyage des betteraves

Annexe II du DE du 28/02/06

#### ➤ **liste des déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux**

15.1.1 - SD - Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus

4.2.5 - S - Teintures et pigments autres que ceux visés à la rubrique 4.2.4

Annexe III du DE du 28/02/06

### III.7 Catégorie de déchet selon la réglementation Algérienne :

Catégorie	Définition réglementaire
01	Déchets provenant de l'exploration et de l'exploitation des mines et des carrières, ainsi que du traitement physique et chimique des minéraux
02	Déchets provenant de l'agriculture, de l'horticulture, de l'aquaculture, de la sylviculture, de la chasse et de la pêche, ainsi que de la préparation et de la transformation des aliments.
03	Déchets provenant de la <u>transformation du bois</u> et de la production de panneaux et de meubles, de pâte à papier, de papier et de carton
04	Déchets provenant des industries du cuir, de la fourrure et du textile
05	Déchets provenant du raffinage du pétrole, de la purification du gaz naturel et du traitement pyrolytique du charbon
06	Déchets des procédés de la chimie minérale
07	Déchets des procédés de la chimie organique
08	Déchets provenant de la fabrication, de la formulation, de la distribution et de l'utilisation de produits de revêtement (peintures, vernis et émaux vitrifiés), mastics et encres d'impression
09	Déchets provenant de l'industrie photographique
10	Déchets provenant de procédés thermiques
11	Déchets provenant du traitement chimique de surface et du revêtement des métaux et autres matériaux, et de l'hydrométallurgie des métaux non ferreux
12	Déchets provenant de la mise en forme et du traitement physique et mécanique de surface des métaux et matières plastiques
13	Huiles et combustibles liquides usagés (sauf huiles alimentaires et huiles figurant aux catégories 05, 12 et 19)
14	Déchets de solvants organiques, d'agents réfrigérants et propulseurs (sauf catégories 07 et 08)
15	Emballages et déchets d'emballages, absorbants, chiffons d'essuyage, matériaux filtrants et vêtements de protection non spécifiés ailleurs
16	Déchets non décrits ailleurs dans la liste (dont les véhicules hors d'usage et les déchets d'équipements électriques et électroniques)
17	Déchets de construction et de démolition (y compris déblais provenant de sites contaminés)
18	Déchets provenant des soins médicaux ou vétérinaires et/ou de la recherche associée (sauf déchets de cuisine et de restauration ne provenant pas directement des soins médicaux)
19	Déchets provenant des installations de gestion de déchets, des stations d'épuration des <u>eaux usées</u> hors site et de la préparation d'eau destinée à la consommation humaine et d'eau à usage industriel
20	Déchets municipaux (déchets ménagers et déchets assimilés provenant des commerces, des industries et des administrations), y compris les fractions collectées séparément

## IV. Valorisation Des Déchets :

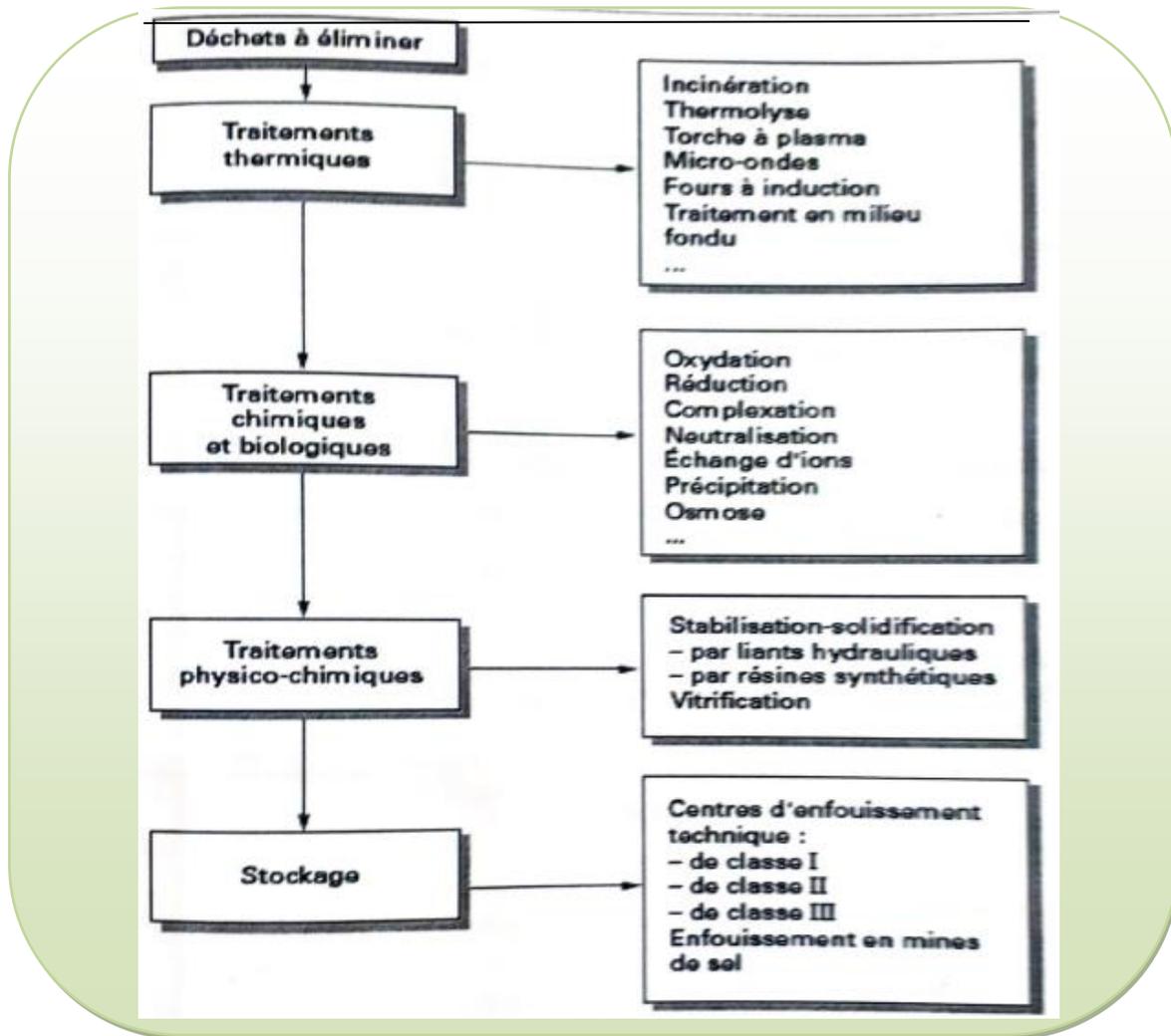


Figure 06 : différents traitements possibles pour éliminer les déchets

### IV. 1 Traitements biologiques :

Le procédé de traitement biologique repose sur la capacité des micro-organismes à dégrader et assimiler certaines substances organiques.

Deux modes de dégradations de la matière organique sont possibles :

- en présence d'oxygène (aérobie), il s'agit du compostage
- en absence d'oxygène (anaérobie), il s'agit de la méthanisation.

#### IV. 1.1 Les traitements biologiques ont deux objectifs :

- un objectif de traitement qui est de réduire le plus possible la quantité de refus à éliminer ainsi que la charge organique de ces refus ;
- un objectif de production d'un amendement organique de qualité adapté au débouché, qualité dont le premier critère est la faible teneur en indésirables

physiques (verre, plastiques, etc...) et en éléments toxiques tels que les métaux lourds. La méthanisation produit en plus du biogaz.

Un amendement organique est une matière fertilisante dont la vocation première est d'entretenir ou de relever la richesse des sols en matière organique. Il libère une part plus ou moins importante d'éléments minéraux qui participent à la nutrition des plantes cultivées.

#### IV.1.2 compostage :

Le compostage est un procédé de traitement biologique aérobie (en présence d'oxygène) des matières fermentescibles dans des conditions contrôlées. Il produit :

- du gaz carbonique,
- de la chaleur et
- un résidu organique stabilisé riche en composés humiques.



Figure 07 : traitement et compostage

Source (<https://www.payapate.fr/2022/11/03/le-cycle-de-compostage-tout-savoir/>)

#### IV.1.3 Le compostage répond à deux types d'objectifs :

- Un traitement par dégradation des matières fermentescibles : permettant de stabiliser les déchets et conduisant à une réduction des quantités, en particulier des refus à traiter thermiquement ou à stocker, s'accompagnant d'une maîtrise des odeurs et des nuisances, en complémentarité avec les autres opérations de gestion des déchets,
- Des objectifs de production d'un amendement organique ou d'un support de culture de qualité, répondant à la réglementation et aux besoins des utilisateurs.

#### IV.1.4 Les intérêts du compostage :

- Recyclage des déchets organiques et production d'un compost de qualité ;
- Procédé pouvant être mis en œuvre à toutes les échelles, à la fois dans des petites moyennes et grandes collectivités, permettant donc une gestion locale de proximité d'une partie des déchets pour des zones éloignées géographiquement des grands centres,

- Complémentarité possible pour le traitement de différents types de déchets organiques par co-compostage,
- Rôle pédagogique vis-à-vis des habitants dans le cas notamment de la mise en œuvre du compostage individuel ou du compostage de quartier.

#### **IV.1.4.1 Les contraintes du compostage :**

L'existence de débouchés suffisants pour le compost constitue une contrainte majeure, d'autant plus forte que la taille de l'installation est plus importante.

Il est également nécessaire de prendre en compte les contraintes d'environnement de l'installation de compostage (disponibilité foncière, proximité d'habitations, risques d'odeurs ...) et d'écoulement du compost, dans la conception technique de l'opération (stockage du compost produit dont l'écoulement est saisonnier ...).

#### **IV.1.5 Les déchets concernés :**

Le compostage permet de traiter les déchets organiques. Ceux-ci sont variés, tant du point de vue de leur origine que de leurs caractéristiques :

- La fraction fermentescible des ordures ménagères (FFOM) : déchets putrescibles, textiles sanitaires, papiers, cartons (pour ces deux dernières catégories, il conviendra de privilégier le recyclage matière),
- Les déchets verts des ménages et ceux des collectivités,
- Les boues de station d'épuration,
- Les graisses et matières de vidange.

Pour les ordures ménagères il est impératif de mettre en place une collecte sélective de la fraction fermentescible des ordures ménagères pour produire un compost de qualité,

#### **IV.1.6 Epandage agricole :**

Operation qui consiste à épandre de manière régulière une substance ou un produit à la surface du sol (engrais, eau usée).

- Déjections animales (lisiers :Les fumiers et lisiers sont des engrais naturels de bonne valeur, à condition qu'ils puissent être absorbés par les parcelles cultivées.)
- Boues résiduelles d'épuration,
- Boues de curage et matières de vidanges, issues de l'entretien des réseaux d'assainissement urbains et industriels (curage des réseaux) ou des installations d'assainissement autonome (fosse septique),
- Déchets des industries agro-alimentaires (eaux usées, eaux de lavage, boues et sous-produits). Leurs épandages, sous réserve d'innocuité et d'efficacité agronomique, sont soumis à autorisation et déclaration et nécessitent un plan d'épandage et suivi agronomique annuel.

#### **IV.1.7 méthanisation – biogaz :**

A l'inverse du compostage qui nécessite de l'oxygène, la méthanisation se fait en condition anaérobie (en l'absence d'oxygène) produisant du:

- biogaz composé majoritairement de méthane (60 à 65 %), utilisé comme **combustible**

- de CO<sub>2</sub> (35 à 40%)
- un résidu (le digestat) qui, après maturation par compostage, constitue **un amendement organique** dont les caractéristiques sont voisines de celles du compost.
- **Une unité de méthanisation qui traite 15 000 tonnes/an de déchets permet**
- de couvrir la consommation d'environ 100 bennes à ordures ou de 60 bus urbains - d'assurer le chauffage de 700 maisons ou l'eau chaude sanitaire de 3.500 maisons ;
- d'assurer l'électricité spécifique de 1.300 logements, plus l'eau chaude pour 2.000 autres.
- La méthanisation répond aux mêmes objectifs que le compostage avec, en plus, un objectif de production de biogaz.

#### IV.1.8 Les contraintes :

La méthanisation nécessite une maîtrise des débouchés énergétiques pour le biogaz, en supplément de celle des débouchés pour le digestat. Par ailleurs, sa technicité est plus complexe que celle du compostage.

Elle suppose en outre que soit mise en place une installation de compostage, ou bien un couplage avec une installation de compostage existante pour recevoir :

- le digestat en sortie de la chaîne de méthanisation,
- les déchets organiques ne pouvant être méthanisés comme les déchets verts ligneux ayant la consistance du bois (fibres): La lignine est un des principaux composants du bois, avec la cellulose. C'est un groupe de composés chimiques appartenant aux composés phénoliques.

A l'instar du compostage, une réflexion doit avoir lieu en amont du projet avec les acteurs de la filière de valorisation pour assurer les débouchés du biogaz et du digestat, ce qui implique de veiller à la qualité des déchets traités et de définir des cahiers des charges "qualité" pour ces deux produits.

#### IV.1.9 Les déchets concernés :

La méthanisation concerne plus particulièrement les déchets organiques riches en eau et à fort pouvoir fermentescible :

- fraction fermentescible des ordures ménagères,
- boues de station d'épuration,
- graisses et matières de vidange,
- certains déchets des industries agroalimentaires,
- certains déchets agricoles.

S'agissant des ordures ménagères, à l'identique du compostage, il est impératif de mettre en place une collecte sélective de la fraction fermentescible pour pouvoir produire un amendement de qualité.

<b>Avantage</b>	<b>Inconvénient</b>
Peu énergivores	Longue durée
Peu technologiques	Sensibilité au milieu
Valorisation matière	Risques nuisances olfactives Image négative/public

Dans le cas de déchets industriels: prétraitement avant stockage ou incinération.

## **IV.2 Traitements chimique & physico-chimiques :**

### **IV.2.1 Gisement des déchets concernés :**

Les traitements chimiques et physico-chimiques concernent une grande variété de déchets, pour l'essentiel issus du secteur industriel. Ces déchets sont le plus souvent :

- liquides,
- boueux ou pâteux:
- bains de traitement de surface,
- solvants « usés »,
- effluents de procédés de l'industrie de synthèse,
- boues de traitement physico-chimique des effluents industriels, etc.
- Différents déchets solides sont également concernés comme
  - \* Les résines échangeuses d'ions,
  - \* les charbons actifs,
  - \* les piles et accumulateurs,
  - \* les sous-produits de l'épuration des fumées d'incinération, etc.

### **la mise en oeuvre de ces traitements peut être intégrée à**

- une unité de production au sein même de l'établissement industriel.
- Elle peut également constituer des centres collectifs de traitement, qui reçoivent les déchets d'origine diverse et au sein desquels une panoplie d'opérations complémentaires assure la valorisation ou l'élimination de tout ou partie de ces déchets.

les procédés existants sont souvent très proches, voire identiques, à ceux qui sont généralement décrits dans les filières de traitements physico-chimique et chimique des eaux usées. S'agissant des déchets industriels, **la différence principale tient :**

- à la nature du gisement (le plus souvent des « lots » de déchets et non pas des effluents),
- à sa variabilité de composition et à de plus fortes concentrations en éléments « dangereux » dans les déchets.

## IV.2.2 Traitements chimiques :

### IV.2.2.1 Oxydoréduction :

les réactions chimiques d'oxydoréduction sont des réactions d'échange d'électrons. l'objectif poursuivi lors du traitement des déchets par oxydoréduction la transformation des polluants : soit en une forme moins nocive pour l'environnement et qui peut être rejetée dans le milieu naturel ; exemple

risque l'on oxyde des cyanures ou des molécules organiques :

Les ions cyanure CN<sup>-</sup> sont ainsi oxydés en ions cyanate CNO<sup>-</sup> moins dangereux :



- soit en une forme dont l'extraction et la stabilisation sont facilitées, comme lorsque l'on réduit le chrome hexavalent en chrome trivalent, qui précipite ensuite facilement sous forme d'hydroxyde, par exemple :



### Principaux oxydants

Les oxydants sont en général des composés oxygénés ou chlorés

<b>Tableau : 3: — Principaux oxydants</b>				
<b>oxygvrMM»</b>	<b>Air, O<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	<b>H<sub>2</sub>SO<sub>5</sub></b>
<b>Dmbmfiv*» chloré»</b>	<b>Cl<sub>2</sub></b>	<b>ClO<sub>a</sub></b>	<b>NaClO</b>	<b>NHCl</b>

### Principaux réducteurs

Les principaux réducteurs sont le bisulfite de sodium (NaHSO<sub>3</sub>) et le fer ferreux (Fe<sup>2+</sup>).

## IV.2.2.2 Traitements physico-chimiques :

- **Utilisation des résines échangeuses d'ions**

L'échange d'ions est une technique de purification dans laquelle les ions présents dans une solution sont éliminés par adsorption sur un matériau solide (résine) et remplacés par une quantité équivalente d'un autre ion de même charge électrique émis par le solide.

Lorsque les ions échangés sont de charge positive, la résine sera appelée cationique, et anionique dans le cas contraire.

- **Structure des résines**

La matrice solide est généralement un composé de type copolymère réticulé, en général à base de polystyrène ou de polyacrylate, mis en oeuvre sous forme de billes de diamètre compris

entre 0,3 et 1,2 mm. La matrice est insoluble dans l'eau, sa structure contient des ions et sa porosité doit être suffisante pour permettre la diffusion des ions dans sa masse.

➤ **Différents types de résines**

Les copolymères de base sont activés chimiquement par greffage de radicaux sulfonique ou carboxylique pour les échangeurs de cations, azotés ( $-\text{NR}_2$ ,  $-\text{NR}_2\text{R}'^+$ , ) ou soufre ( $-\text{SH}$ ) pour

les échangeurs d'anions. Un contre-ion  $\text{X}^+$  est toujours présent dans l'eau d'hydratation de la résine et c'est lui qui sera échangé.

➤ **Régénération**

Lorsque la résine est saturée, donc en équilibre avec la solution entrante, il est possible de la régénérer, c'est-à-dire d'effectuer la réaction inverse de celle d'échange au moyen d'une solution concentrée en contre-ion d'origine.

**Exemples :**

- les eaux de rinçage en galvanoplastie contiennent divers cations métalliques comme  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,..., ainsi que des anions comme  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ ,  $\text{Ni}(\text{CN})_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,...

Après filtration de cet effluent, un passage sur résine cationique forte élimine les cations. Les impuretés anioniques sont ensuite fixées par une résine anionique faible et une résine anionique forte (pour les anions provenant d'acides faibles).

Lorsqu'elles sont saturées, les résines sont régénérées par de l'acide chlorhydrique ou de la soude.

➤ **Adsorption**

L'adsorption est un phénomène physique de fixation de molécules à la surface d'un solide par des forces d'interaction faibles de type Van der Waals. Elle permet d'extraire un soluté d'un solvant liquide ou gazeux. L'adsorption est généralement utilisée pour la rétention des polluants organiques en phase aqueuse ou le captage de polluants minéraux ou organiques dans les gaz. Un bon pouvoir d'extraction est donc obtenu avec des matériaux présentant une grande surface spécifique. Les plus utilisés sont les charbons actifs, mais on emploie aussi de l'alumine, des argiles, des gels de silice ou des résines spécifiques.

**Exemple :** sur un charbon actif, le benzène présente une forte capacité de rétention (de 25 à 30 %) alors que l'acétylène ou le méthane ne sont retenus que faiblement (capacité de rétention inférieure à 1%).

➤ **Régénération des charbons actifs**

La régénération du charbon actif consiste en une libération des pores de la surface adsorbante par destruction ou entraînement de la substance adsorbée. Cette régénération peut être thermique, chimique, biologique ou par solvant. La régénération thermique, la plus courante, combine des

étapes de vaporisation et d'oxydation de la substance adsorbée. Cette activation est réalisée sous atmosphère contrôlée : vapeur d'eau ou gaz inerte.

### **IV.3 Traitements thermiques des déchets :**

Les traitements thermiques,, ont pour finalité de dégrader les déchets sous l'effet de la chaleur (T = : 900 C (déchets simples) à 1200C (déchets organochlorés) pour réduire leur volume et leur masse.

Ils peuvent s'accompagner d'une valorisation énergétique.

On a:

- Incinération classique
- Evo-incinération ou évapo-concentration
- Co- incinération
- Thermolyse
- Pyrolyse
- Vitrification

#### **Traitements thermiques des déchets**

Dépendant :

- ❖ De leur pouvoir calorifique,
- ❖ conditionnant des ajouts éventuels de combustible .
- ❖ De leur teneur en éléments chlorés qui détermine la température d'incinération et les équipements de traitement des gaz d'incinération nécessaires
- ❖ De leur teneur en métaux et en alcalins responsables de dégradations au niveau des réfractaires des fours
- ❖ De leur point éclair définissant leurs conditions de stockage.

#### **IV.3.1 Incinération des déchets :**

**L'incinération** vise la minéralisation totale des déchets par combustion de la phase organique dans des fours spéciaux adaptés à leurs caractéristiques (hétérogénéité, pouvoir calorifique variable, ...). Outre cette minéralisation quasi totale des déchets, l'incinération permet une réduction de 70 % environ de la masse des déchets entrants et de 90 % du volume.

L'incinération convient aux déchets technologiques, déchets de recherche biologique et hospitaliers, Elle s'effectue dans des incinérateurs :

- à four bi-étagé avec combustion à température basse et post-combustion à température élevée 1000-1100 degrés pour les pneumatiques et plastiques.

- à très haut gradient thermique en vue de la récupération des scories fondues de bonne tenue à long terme
- scories Substance terreuse ou pierreuse vitrifiée, qui nage comme une écume à la surface des métaux en fusion. Le mâchefer est une scorie.

- L'incinération, comme tout traitement thermique, doit être menée dans des conditions optimales, à proximité de la capacité nominale des équipements, et être assortie d'un traitement des gaz (dépeussierage, neutralisation, piégeage des métaux lourds) pour que soit évité un transfert de pollution significatif vers l'atmosphère.

#### **IV.3.2 Nature des déchets traités :**

- ❖ Déchets organiques : solvants et mélanges de solvants,
- ❖ déchets huileux,
- ❖ déchets de peinture, vernis, encres,
- ❖ déchets de synthèses organiques,
- ❖ rebuts de fabrication,
- ❖ déchets d'hydrocarbure
- ❖ Eaux contaminées, eaux phénolées
- ❖ emballages souillés.

Une installation d'incinération se décompose en plusieurs sous ensembles constitués :

- d'une réception des déchets assurant l'analyse, le stockage, le suivi de la préparation des solides par broyage ainsi que l'homogénéisation des liquides ;
- d'une alimentation du four, par les déchets solides broyés, au moyen de grappins par un sas incliné ou de pompes spéciales par tuyauterie ;
- du four rotatif et de la chambre de postcombustion afin d'assurer une parfaite destruction des composés organiques ;
- des systèmes de refroidissement et de traitement des fumées ;
- du traitement des eaux de procédé.

#### **IV.3.3 Conditions de combustion :**

L'incinération des déchets industriels, en particulier dans les centres collectifs qui reçoivent des déchets très divers, demande une très grande attention au niveau des conditions de combustion.

#### **Une bonne combustion est régie par la règle des « 3 T »**

Température , temps de séjour et turbulence.

Le mauvais réglage de l'un ou l'autre de ces paramètres peut générer des émissions de fumées dont la composition pourrait dépasser les normes fixées par la réglementation en vigueur.

#### **IV.3.4 Principe de traitement :**

L'incinération est réalisée en deux phases :

- combustion à très haute température dans un four tournant (outil polyvalent permettant l'injection de liquides, de solides et de pâteux),
- post-combustion dans une chambre spécialisée.

L'énergie dégagée par les déchets énergétiques permet de détruire les déchets non combustibles, une partie de l'énergie des fumées issues de la post-combustion est récupérée dans une chaudière fournit de la vapeur, réutilisée en interne (alimentation de l'évapo-incinération ou fabrication d'électricité) ou vendue à l'extérieur.

A la sortie de la chaudière, les gaz, refroidis, subissent un traitement qui les amène aux normes pour rejet à l'atmosphère.

Ce traitement est une combinaison de procédés qui visent à neutraliser les gaz et à capter les polluants particuliers et gazeux : lavage, neutralisation, absorption sur charbon actif, captation des particules...

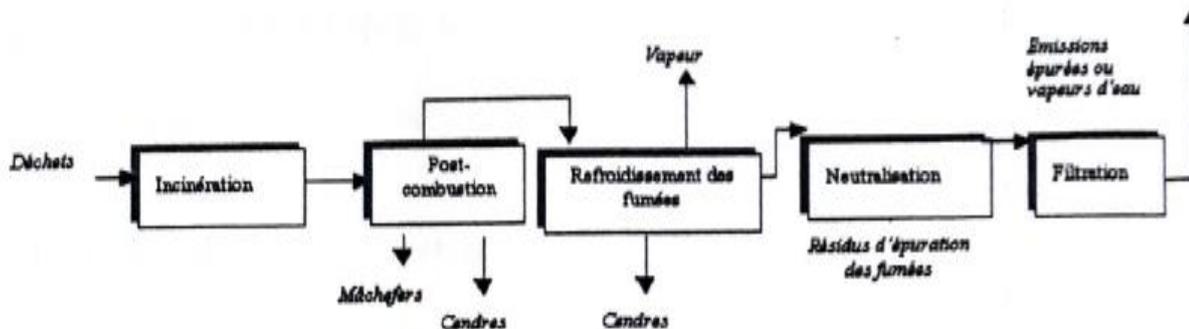


Figure 08 : principe de l'incinération .

### Polluants formés

- **Poussières** : issues de particules solides non combustibles et de la combustion incomplète du combustible.
- **HCl** : - Cl contenu dans les déchets (PVC), formation à 200°C et plus rapidement à 450°C.

### La présence de ces polluants est due

- Principalement à leur **présence dans les déchets**
- La **température** d'incinération,
- **L'excès ou le défaut d'air**
- **L'interaction entre les différents polluants**

### **IV.3.5 Les fumées :**

Conformément à la réglementation, l'**Unité de Valorisation Énergétique (UVE)** est équipée d'un système d'épuration des fumées.

Il existe trois types de traitement des fumées : sec, semi-humide et humide.

L'épuration des fumées par traitement sec ou semi-humide comprend quatre étapes : le dépoussiérage, la neutralisation des gaz acides, le captage des dioxines et furanes et le

traitement des oxydes d'azote.

#### **IV.3.5.1 Traitement des polluants gazeux et poussières :**

- Refroidissement : injection d'air, pulvérisation d'eau
- - Dépoussiéreurs (cyclone, laveur Venturi, filtre à manche (poussières)
- Procédés classiques de neutralisation (voie sèche,

semi-humide, humide, combinée) Gaz acides (SO<sub>2</sub>, HCl, HF)

#### **➤ Procédés complémentaires**

- - DéNO<sub>x</sub>, rebuming, (NO<sub>x</sub>, dioxines, furanes)
- combustion thermique et catalytique (C.O.V)
- adsorption sur charbon actif (Dioxines, furanes, métaux lourds)

#### **IV.3.5.2 Les sous-produits Les eaux :**

- Pour cette UVE, il n'y aura **aucun rejet liquide polluant dans l'environnement**. Les eaux utilisées dans le procédé de traitement sont utilisées en circuit fermé ou recyclées.
- Les eaux de pluie seront collectées par un réseau spécifique et traitées. Elles sont soit réutilisées sur le site soit stockées pour assurer la défense incendie des équipements.

#### **IV.3.6 les mâchefers :**

Les mâchefers sont les résidus solides et non toxiques recueillis en sortie du four d'incinération. Ils sont constitués de produits minéraux incombustibles : verre, oxydes et hydroxydes métalliques, silice,...

Les mâchefers représentent environ un quart de la masse de déchets introduits dans le four, soit environ 250 kg par tonne de déchets incinérés.

#### **IV.3.7 Classement :**

- « V » valorisable directement
- « M » valorisable après maturation (stockage pour stabiliser les caractéristiques chimiques des mâchefers)
- « S » stockage en centre d'enfouissement technique de classe 2

#### **Ces résidus subissent les traitements suivants**

- une extraction des métaux ferreux par aimantation

- une extraction des métaux non ferreux par un système de courant de Foucault (les métaux extraits sont recyclés en sidérurgie)
- la part restante est concassée et valorisée en matériaux pour travaux routiers.

#### **IV.3.8 Les refi :**

Les REFI sont des Résidus solides dépurés des Fumées d'incinération. Ce sont les cendres, les particules volantes issues du dépoussiérage et les déchets pulvérulents issus du traitement des fumées. Ils concentrent tous les polluants contenus par les fumées de combustion des ordures ménagères et représentent environ 3% du tonnage entrant.

- Ces résidus ultimes sont stabilisés et stockés en Centre d'Enfouissement Technique de déchets spéciaux de classe 1, conformément à la réglementation.

#### **IV.3.9 Les intérêts de l'incinération :**

- Constitue un traitement adapté à des déchets non "sélectionnés" contrairement aux autres modes de valorisation (tri, compostage ...) : plus exactement, elle devrait être réservée à des déchets sur lesquels ont été effectués des collectes séparatives et des tris à des fins de recyclage, c'est à dire à des fractions résiduelles de collectes séparatives, et à des refus de tri ou de compostage ;

- permet une forte diminution du volume (Réduction de 90 %) des déchets, ainsi que leur minéralisation, voire leur stabilisation après des traitements complémentaires,
- Produit de l'énergie, qui peut permettre à l'usine de s'autoalimenter. La vapeur peut aussi approvisionner des réseaux de chauffage urbain, des bâtiments publics, ou être transformée en électricité. Cette valorisation réduit le recours aux énergies fossiles et constitue une source d'énergie renouvelable
- Détruit les polluants biologiques (microbes, virus ou *germes, sources d'épidémies*).

#### **IV.3.10 Les contraintes de l'incinération :**

- nécessite un traitement des gaz pour éviter tout risque de transfert de pollution vers l'atmosphère (ce traitement repose sur des technologies sophistiquées qui n'ont pas encore été mises en œuvre sur toutes les installations existantes),
- n'a aucune souplesse de fonctionnement : utilisée en sur ou sous-capacité, elle pose des difficultés d'ordre tant technique qu'économique. Elle ne peut pas non plus être mise en œuvre pour de petits gisements.

#### **IV.3.11 Co-Incinération en cimenterie :**

Par procédé de co-incinération, on entend tout procédé permettant la combustion simultanée d'un déchet et d'un co-déchet ou bien tout procédé basé sur l'utilisation d'installations non dédiées au traitement des déchets, mais dans lesquelles le procédé de transformation matière / énergie mis en œuvre permet l'élimination simultanée des déchets, ceux-ci intervenant en tant que combustibles d'appoint.

La destruction de ces déchets dans les fours de cimenterie est peu polluante du fait

- des températures de combustion (1450°C),
- du temps de séjour des gaz de l'ordre de plusieurs secondes,
- des conditions oxydantes et de réintroduction des poussières dans le four.

#### **IV.4 Thermolyse et pyrolyse :**

La thermolyse, ou pyrolyse, est une décomposition provoquée par un chauffage intensif en atmosphère inerte (absence d'air) ou fortement réductrice.

##### **Les déchets visés sont**

- des solides ou les boues
- des matériaux contenant une fractions inerte valorisable, de type métaux, ceux-ci n'étant pas oxydés lors du traitement pyrolytique, et donc recyclable.
- Des matériaux subissant des changements de phase, en fonction du niveau de température, et donc entraînant des processus de ramollissement avec agglomération de la charge à traiter. C'est le cas de déchets plastique ou des déchets contenant des métaux fusibles.
- des matériaux contenant une fraction volatilisable aux températures de l'incinération. C'est le cas des déchets contenant des sels ou des métaux vaporisable.
- Des matériaux fortement azotés, chlorés ou sofrés , leur pyrolyse limitant la génération de polluants types NO<sub>x</sub>, HCl et SO<sub>x</sub> .
- Les boues biologiques contaminées, permettant leur séchage/hygiénisation et carbonisation de leur fraction organique.
- La température est entre 400°C et 850°C

##### **IV.4 .1 Les sous-produits formés :**

- des gaz combustibles (H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub> ...), contenant peu d'oxydes d'azote ;
- un résidu huileux combustible (essentiellement composé de produits organiques partiellement oxydés) provenant de la condensation des gaz ;
- un résidu solide ou coke de pyrolyse (composé d'une fraction minérale et d'une fraction organique carbonée, combustible) ;
- des poussières (noir de carbone essentiellement) et des résidus d'épuration des gaz.

Ces produits sont des produits intermédiaires de traitement qui sont gérés de façons différentes selon les procédés.

**Avantage :**

Traitement thermique avec un apport d'air limité L'oxydation est incomplète. Génère moins mâchefers et de REF (Résidus solides d'Épuration des Fumées) que T incinération

**Inconvénient :**

Mais, ces procédés génèrent un sous-produit combustible qui est à traiter

**IV. 4 vitrifications :**

La vitrification est un traitement de fusion à haute température permettant d'obtenir un solide non cristallin. Les éléments polluants des déchets, métaux lourds essentiellement, sont oxydés avec la matrice vitreuse non lixiviable. Le verre obtenu doit avoir une stabilité à long terme.

**Les déchets concernés sont**

- les résidus des incinérateurs (cendres volantes, boues de traitement de gaz),
- ainsi que l'amiante et les gravats amiantés,
- la laine de verre et la laine de roche.

Des projets sont également développés pour les mâchefers de déchets hospitaliers et de déchets industriels spéciaux. La vitrification est également appliquée pour le traitement des déchets radioactifs.

Les techniques utilisées permettent d'atteindre des températures de l'ordre de 1400 à 1800°C.

On répertorie plusieurs types de fours : des fours à arc, à oxyfuel, à arc plasma, four oxygaz ou chauffage par induction en spires directes.

Un certain nombre de procédés sont issus des techniques verrières, et les différences principales portent sur :

- la température atteinte (plus élevée pour le four à arc plasma),
- les effets induits sur la pollution (four oxyfuel) ou sur la taille de l'équipement de traitement de gaz (four oxygaz ou oxyfuel > four à arc plasma > four à arc électrique),
- le coût (arc plasma » autres technologies),
- la capacité maximale (arc électrique > arc plasma) la capacité maximale (arc électrique > arc plasma),

#### IV.4 .2 Le mode de chauffage :

Soit électrique (arc électrique, arc plasma avec utilisation d'un gaz parcouru par un courant électrique entre deux électrodes),

- soit thermique (oxyfuel avec flamme au fuel dopée en O<sub>2</sub> ou oxygaz avec flamme au gaz dopée en O<sub>2</sub>).

#### IV.4 .3 Les rejets générés :

Par ce type de procédés sont identiques à ceux d'une incinération Massique. Le problème de volatilisation d'une fraction des métaux lourds durant le traitement pose m frein au développement de cette technique.

#### IV. 5 Stockages :

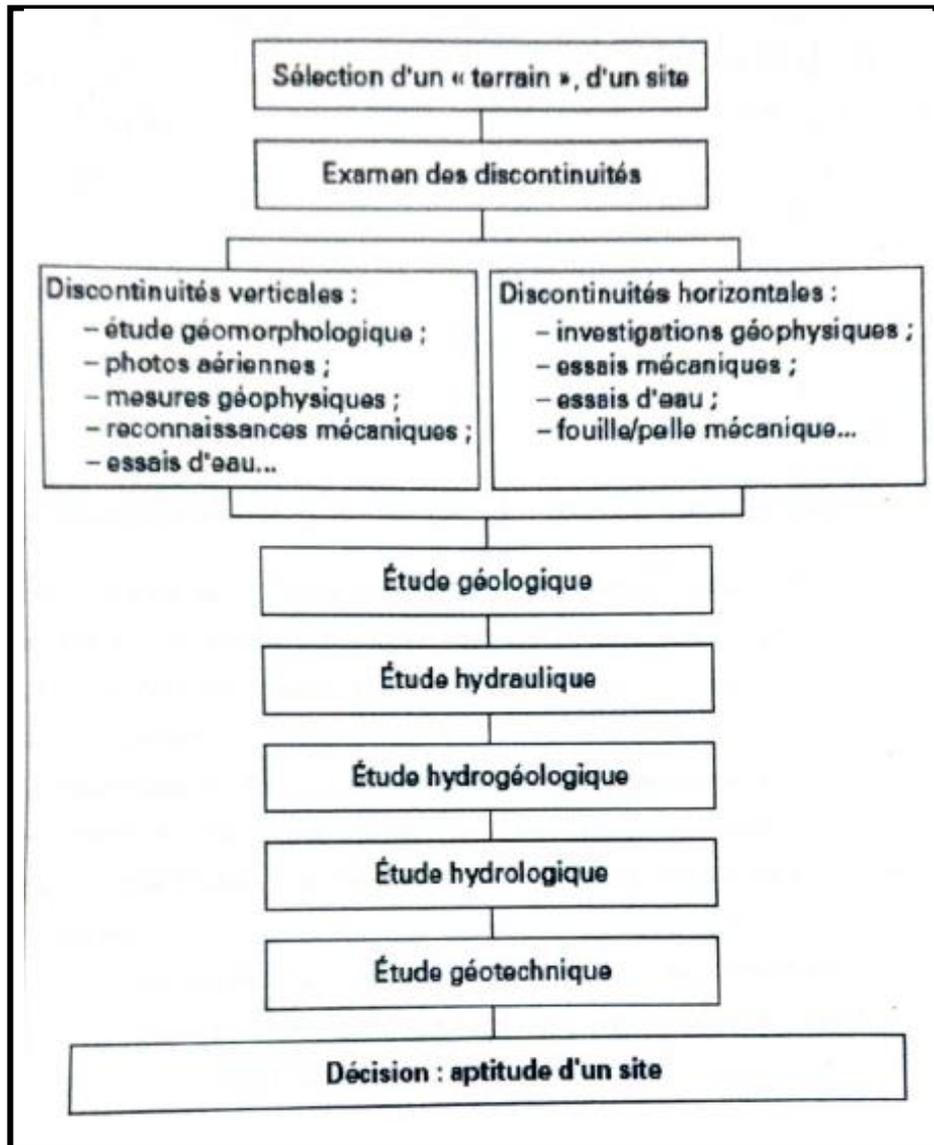
Le stockage constitue le dernier maillon de la filière de tri et de traitement des déchets. On distingue trois types de stockage selon la nature des déchets concernés :

- Les installations de stockage de déchets industriels spéciaux ultimes et stabilisés, **dits "de classe I"**
- Les installations de stockage de déchets ménagers et assimilés dits "de classe II",
- Les installations de stockage de déchets inertes dits "de classe III"

Classe	Déchets	Nature dominante des déchets	Fonction du stockage	Dispositions pour la protection de l'environnement	Durée
I	DIS ultimes Résidus ultimes stabilisés (seuils d'admission)	Minéraux solubles (métaux, sels)	Stockage Isolement de la pluie Besoins régionaux	Couverture, toit mobile Stabilisation, drainage, géologie $K > 10^{-9}$ m/s ( $e = 5$ m)	Réversible Permanent à long terme Autosurveillance sur 30 ans
II	OM brutes avant 2002 OM ultimes après 2002	Organiques	Évolution Minéralisation biologique	Drainage Isolement du sous-sol : $e = 1$ m, $K = 10^{-9}$ m/s ou $e = 5$ m, $K = 10^{-6}$ m/s	Moyen terme (20 à 30 ans) Site convertible réutilisable ou « abandon »
	Mâchefers Sables de fonderies	Minéraux évolutifs	Maturation Besoins départementaux		
III	Déblais Gravats Démolition	Inertes	Gestion Espace géographique	Éviter les dépôts sauvages	Permanent si non récupération

#### IV.5 .1 Critères et procédure d'admission des déchets :

- Caratérisation de base
- Vérification de la conformité
- Vérification sur place



#### IV.6 Structure d'un CET :

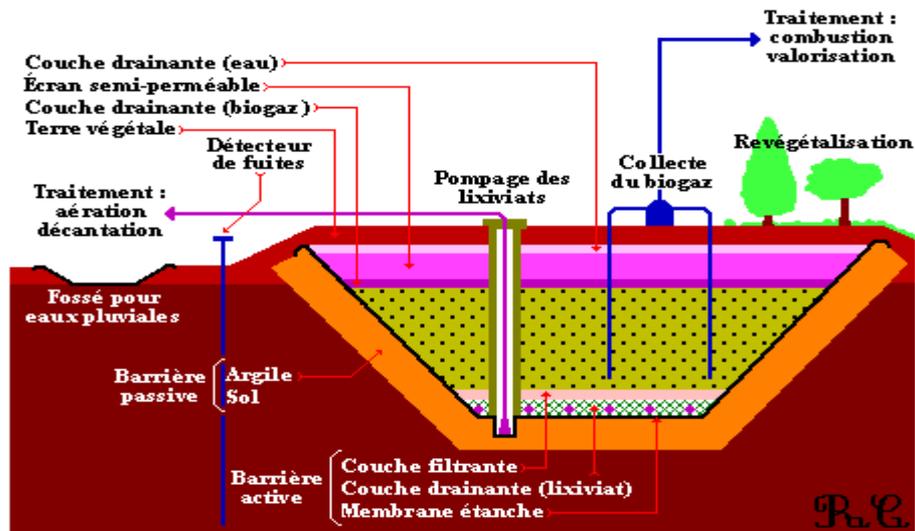


Figure 09 : structure d'un centre d'enfouissement technique) .

(Source <http://www.charaix.com/Culture/Environ/Dechets.htm>)

1. Aménagement du CET pour confiner le site et protéger l'environnement des infiltrations une barrière de sécurité naturelle en argile de 5 mètres, une barrière géo-textile haute résistance, 3 autres couches de protection (membrane plastique, membrane géotextile, pierre concassée).
2. Stockage dans des alvéoles au sein du centre d'enfouissement technique.
3. Récupération et traitement des lixiviats (jus pollués provenant de la décomposition des déchets et de l'infiltration des eaux de pluies qui sont retraités sur site ou dans une unité spécialisée)
4. Fermentation des déchets qui produisent du bio-gaz. Il est récupéré et valorisé (après avoir été lavé et épuré), soit en étant brûlé sur le site pour récupérer de l'énergie ( chaleur ou électricité). Les risques encourus sont :
  - ❖ Asphyxie
  - ❖ Nuisances olfactives
  - ❖ Explosion –incendie
  - ❖ Dommages sur la végétation
5. Contrôles environnementaux durant l'exploitation et pendant 30 ans à l'issue de l'exploitation.
6. Réhabilitation : à mesure que les alvéoles sont remplies, elles sont recouvertes et revégétalisées.

## **V. évolution constatées**

### **VI.1 Production et Gestion des Déchets Dangereux et Non Dangereux :**

#### **VI.1.1 Introduction à la Production de Déchets :**

##### **La Nature et l'Étendue des Déchets**

- Définition des déchets : les matériaux ou substances qui sont abandonnés, rejetés ou mis au rebut car ils ne sont plus nécessaires ou utiles.
- Types de déchets : les déchets peuvent être classés en deux catégories principales : dangereux et non dangereux.

#### **V.1.2 Production des Déchets :**

##### **V.1.2.1 Déchets Dangereux :**

- Définition : les déchets dangereux sont des déchets qui présentent un risque potentiel pour la santé humaine ou l'environnement en raison de leurs propriétés physiques, chimiques ou biologiques.
- Sources de déchets dangereux : les industries chimiques, pharmaceutiques, électroniques, pétrolières, ainsi que les activités agricoles et médicales sont des sources courantes de déchets dangereux.
- Caractéristiques des déchets dangereux : toxicité, inflammabilité, corrosivité, réactivité, bioaccumulation, etc.

##### **V.1.2.2 Déchets Non Dangereux :**

- Définition : les déchets non dangereux sont des déchets qui ne présentent pas de risque significatif pour la santé humaine ou l'environnement.
- Exemples de déchets non dangereux : déchets ménagers, déchets de construction et de démolition, déchets industriels banals, etc.

#### **V.1.3 Gestion des Déchets :**

##### **V.1.3. 1 Gestion des Déchets Dangereux :**

- Collecte : identification, tri et collecte séparée des déchets dangereux.
- Traitement : traitement spécialisé pour réduire la toxicité, le volume ou l'impact environnemental des déchets dangereux (incinération, neutralisation chimique, stabilisation, etc.).
- Stockage : entreposage sécurisé des déchets dangereux dans des installations spécifiques, conformément aux réglementations environnementales.

### **V.1.3 .2 Gestion des Déchets Non Dangereux :**

- Collecte : collecte et tri des déchets non dangereux pour le recyclage, la réutilisation ou l'élimination appropriée.
- Recyclage : récupération et traitement des matériaux recyclables pour réduire la quantité de déchets envoyés à la décharge.
- Élimination : méthodes d'élimination appropriées telles que la mise en décharge contrôlée ou l'incinération pour les déchets non dangereux résiduels.

### **V.2 Principes généraux d'une démarche de prévention : rappel**

Les mesures de prévention proposées dans ce paragraphe doivent être considérées dans la perspective d'une démarche de prévention globale mise en place dans l'entreprise. La prévention doit être intégrée le plus en amont possible, en passant par des mesures d'organisation du travail, d'information et de formation du personnel. La prévention sera d'abord technique et collective. La prévention des risques professionnels dans les activités liées aux déchets s'appuie sur une démarche dont les principes généraux sont édictés par le Code du travail.

- **Eviter les risques**
- **Evaluer les risques qui ne peuvent être évités**
- **Combattre les risques à la source**
- **Adapter le travail à l'homme**
- **Planifier la prévention**
- **Prendre des mesures de protection collective** en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle
- **Former et informer les salariés** sur les risques et leur prévention

Les démarches de prévention doit être adaptée aux spécificités de la filière déchets considérée. Chaque filière présente des particularités qui rendent complexe la mise en œuvre de cette démarche :

Salariés « multitâches » affectés à plusieurs activités différentes (multi-exposition), petites entreprises employant du personnel peu ou pas qualifié ou insuffisamment formé, méconnaissance ou complexité du déchet entrant dans la filière de traitement, métiers, technologies / procédés, ou organisation en évolution permanente (s'adaptant à la nature du déchet), activités qui s'implantent souvent dans des locaux ou des aménagements existants (dans lesquels il est plus difficile d'intégrer des dispositifs adaptés de protection collective), contraintes réglementaires fortes en matière de protection de l'environnement, dont le respect par les entreprises est parfois privilégié au détriment des aspects prévention des risques professionnels.

### V.3 Evaluation des risques :

- ❖ **L'évaluation des risques constitue le point de départ de la démarche de prévention** qui incombe à tout employeur dans le cadre de son obligation générale de sécurité à l'égard de son personnel.
- ❖ **Pour l'aider dans cette démarche, l'employeur peut notamment faire appel au Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT) et/ou au médecin du travail.**
- ❖ **Le CHSCT**, dans le cadre des missions qui lui sont attribuées, notamment celle d'analyse des risques, dispose d'informations sur les risques présentés par les postes de travail. Il peut ainsi contribuer de façon intéressante à l'évaluation des risques.
- ❖ Le médecin du travail peut collaborer utilement à l'évaluation des risques, en raison de sa connaissance des situations de travail, grâce à ses actions menées au sein de l'entreprise (visite des locaux, des postes de travail...) et à ses missions de surveillance des salariés.
- ❖ Les résultats de l'évaluation des risques doivent être transcrits dans le **document unique**. Au-delà du strict respect de l'obligation réglementaire, ce document **doit permettre** à l'employeur **d'élaborer un plan d'action définissant les mesures de prévention appropriées aux risques identifiés.**

Même si une grande majorité des déchets sont catégorisés comme dangereux (et devraient conduire le secteur à adopter une attitude de précaution maximale en matière de prévention), cette étape d'évaluation a priori des risques est primordiale : elle permet de faire une analyse fine de l'environnement de travail, de la nature des risques et des postes exposés, et de mettre en place des actions de prévention adaptées aux risques identifiés et au contexte de l'entreprise.

Dans le secteur des déchets, **les risques à prendre en considération lors de cette évaluation sont :**

- ❖ **les risques liés à la nature même du déchet** (risque chimique, risque cancérogène, risque biologique...).
- ❖ **les risques liés au(x) procédé(s) mis en œuvre ou aux tâches à réaliser** (opérations mécanisées / traitements pouvant générer des expositions à des gaz et poussières, à la chaleur, au bruit, aux vibrations..., chutes, coupures, TMS...),
- ❖ **Les risques liés au secteur ou à l'organisation du travail existante**

(circulation et déplacement des personnes, activités multiples dans un même espace de travail, travail en flux tendu ou difficilement planifiable, opérations de maintenance préventive et curative souvent sous-traitées).

Pour illustrer cette démarche d'évaluation, nous avons pris comme exemple la filière de traitement des tubes fluorescents. Afin de mieux identifier les risques liés à cette activité, la nature des différentes opérations effectuées dans cette filière a d'abord été mise en évidence. Pour chaque opération unitaire ou tâche à réaliser, les principaux risques ont été identifiés.

#### V.4 Filière des tubes fluorescents :

##### V.4.1 identification des risques en fonction des opérations effectuées :

Opération générique	Opérations unitaires	Principaux risques identifiés
Conditionnement par l'établissement producteur	Dépose	Electrique Chutes de hauteur ou de plain-pied En cas de tubes cassés.
	Mise en contenant (grandes boîtes en bois en général)	Liés à la manutention manuelle (en cas de mauvaise ergonomie du poste) En cas de tubes cassés, chimique et coupures
Chargement	Manutention des palettes vers le quai de chargement	Liés à la manutention mécanique (renversement, écrasement) Liés à la circulation et aux déplacements des personnes et engins de manutention Chimique en cas de pollution
	Chargement du véhicule	Liés à la manutention mécanique (renversement, écrasement) Liés à la chute d'objets
Transport routier en général		risques routier

<p>Déchargement au site de traitement</p>	<p>Sortie des palettes de véhicule</p>	<p>Liés à la manutention mécanique (renversement, écrasement)                  Liés à la chute d'objets                  Liés à la manutention mécanique (renversement, écrasement)                  Liés à la circulation et aux déplacements des personnes et engins de manutention Chimique en cas de pollution par les gaz d'échappement par les engins de manutention dans un local confiné</p>
<p>Tri par dimension (manuel en général)</p>	<p>Ouverture des Contenants                  Et                  Tri manuel</p>	<p>Liés à la manutention manuelle                  Liés aux gestes répétitifs                  Coupure ou blessure                  Chimique en présence de tubes cassés                  Chute de plain-pied en cas de déplacement</p>
<p>Traitement</p>	<p>Broyage automatique                  Broyage manuel (selon dimensions)</p>	<p>Chimique ou mécanique en cas de mauvaise conception du poste                  Liés aux nuisances sonores                  Chimique (poussières, mercure) en cas de mauvaise conception- Mécanique (absence de dispositif de protection)                  Liés à la manutention manuelle                  Lié au travail répétitif et à l'exposition</p>

## V.5 Combattre les risques à la source :

Les principales mesures de prévention à mettre en place dans les filières déchets peuvent porter sur :

- l'environnement matériel et technique,
- les procédés et les tâches à effectuer,
- le déchet lui-même, ainsi que son conditionnement,
- l'organisation du travail.

Toutes sont complémentaires et contribuent à la réduction des risques mis en évidence dans la filière. Les mesures listées ci-après sont données à titre indicatif et sont loin d'être exhaustives...

## V.6 Principales mesures de prévention :

Dans les activités liées aux déchets comme dans toutes les activités industrielles, la prévention des risques passe prioritairement par des mesures de protection collective. Parmi les actions à mettre œuvre, rappelons quelques principes de base de la prévention adaptés à ces activités particulières.

- **Concevoir et aménager les lieux et situations de travail**
  - Organiser les espaces de travail : établir un plan de circulation générale en l'adaptant aux flux des déchets à gérer, optimiser les déplacements des engins et des personnes, aménager des postes de travail (plans de travail, circulation aisée autour du poste...)...
  - Séparer les zones de stockage des déchets à risque et les zones d'activité.
  - Aménager ou optimiser le poste de travail : adaptation ergonomique (gestes et postures, réduction des contraintes musculosquelettiques, limitation du travail répétitif à des cadences élevées), mise en place de captage à la source ou de systèmes de ventilation ou d'aspiration... Séparer les vestiaires, sanitaires, lieux de détente, locaux sociaux des sources de nuisances
- **Définir les zones à risque** (explosion, incendie, rayonnements..), et signalisation des risques à chaque poste de travail avec information du personnel

- **Limiter le nombre de personnes exposées par la mise en œuvre de mesures de protection collective** : mise en œuvre de procédures automatisées ou mécanisées, travail en système clos, encoffrement ou isolement des postes, réduction des sources de bruit généré par les équipements, mise en place sur les équipements à risque mécanique de dispositifs d'arrêt d'urgence (à chaque poste de travail) et de dispositifs de détection humaine, installation de moyens de manutentions mécaniques, limitation des hauteurs de stockage...
  
- **Informier et former le personnel** (Information et sensibilisation du personnel)  
Rappelons tout d'abord que tout employeur est tenu d'informer ses salariés sur les risques et leur prévention, et de les former à la sécurité (Code du travail). Deux aspects fondamentaux sont à prendre en compte pour l'élaboration d'une formation ou d'une sensibilisation du personnel sur la prévention des risques dans le secteur des déchets :
  - Elle doit être adaptée à la réalité de l'entreprise, aux conditions de travail, aux différents postes de travail, et aux agents dangereux susceptibles d'être rencontrés dans l'environnement professionnel.
  - Elle doit impliquer le médecin du travail, les chargés de sécurité et/ou les représentants du CHSCT.

La sensibilisation du personnel peut aussi prendre d'autres formes, notamment l'organisation de campagnes d'informations au sein de l'entreprise.

D'autres mesures ne sont cependant pas à négliger : elles doivent être établies à partir des résultats de l'évaluation des risques faite au préalable.

### **V.7 Quelques mesures complémentaires :**

Les actions de prévention citées plus haut peuvent être accompagnées d'autres mesures plus spécifiques. Citons pour exemple :

- Mise à disposition d'équipements de protection individuelle lors d'opérations ponctuelles (maintenance, travail limité dans le temps..) ou lorsque les mesures de protection collective sont insuffisantes ou difficiles à mettre en œuvre.

- Limitation du travail isolé.
- Adaptation des conditionnements de déchets (capacité des conteneurs...) afin de faciliter les opérations de transport, de manutention, de stockage et de manipulation.

## Références Bibliographiques

1. **Collectif, Rapport d'experts, "Plan de gestion des déchets solides"**, EDIC, Etudes Développement Ingénierie Conseil, 2006.
2. **Claude Duval**, 'Matières plastiques et environnement', Dunod.
3. **A. Damien**, "*Guide de traitement de déchets*", Edition Dunod, 7eme édition, Collection Technique et ingénierie, Environnement et sécurité, 2016.
4. **Analyse de cycle de vie** - Bilan environnemental comparé, ACOB (Association Française des Fabricants de Charpentes en Béton), février 2009
5. **Norme NF EN ISO 14044** : Analyse du cycle de vie %20responsable%20et%20developpement%20durable/batiment\_sante\_b31.pdf.
6. **David Briggs, et al.** (2011) "Health Impact Assessment Of Waste Management Facilities In Three European Countries." Environmental Health: A Global Access Science Source 10.Suppl 1: 53-65. Academic Search Premier. Web. 15 février 2012.
7. **Dr. Hakim BENSABRA**, Cours de Corrosion et Protection des Métaux, Université de J1JEL 2016.
8. **La faisabilité scientifique de la transmutation des déchets à vie longue** [archive], rapport technique CEA / DEN, 17 novembre 2004.
9. **Okba belahssen**, corrosion cours et exerdcce, 2014.
10. **Tristan Turian**, "Les déchets", Collection Technique et ingénierie, Environnement et sécurité, 2ème édition, 2018.
11. <https://www.pinterest.fr/pin/607352699738016621>
12. <https://safetyculture.com/fr/themes/plan-de-gestion-des-dechets>
13. <https://www.valreq.fr/vos-dechets/dechets-plastiques-et-industriels>
14. <https://dechetsdesmenages.typepad.fr/.a/6a0134867f44af970c01a73d9544f5970d-pi>
15. <https://www.sidomsa.net/tri-selectif/tri-selectif.php>
16. <http://www.charaix.com/Culture/Environ/Dechets.htm>