

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Dr. Tahar Moulay Saida  
Faculté des Sciences  
Département de Biologie



جامعة د. مولاي الطاهر  
سعيدة  
كلية العلوم  
قسم البيولوجيا

## **Gestion et Valorisation des déchets**

**-Polycopié de cours-**

***Conçu et réalisé par :***

**Dr.ADDA-HANIFI Nadia Nora**

***A l'usage des étudiants de Master en Ecologie et  
Environnement spécialité : Gestion et Protection  
des Ecosystèmes***

***Janvier 2023***

## Avant propos

Ce support de cours, à caractère pédagogique et didactique, sur les bases de traitement des déchets solides s'adresse aux étudiants des filières de génie des procédés, génie de l'environnement, chimie de l'environnement et diverses spécialités liées à l'environnement. C'est l'expérience de plusieurs années d'enseignement de cette discipline « Gestion et valorisation des déchets » au profit des étudiants

Dans la filière Ecologie et Environnement, spécialité : Gestion et Protection des écosystèmes

Dans ce support, le thème des déchets est abordé de manière simple avec une vision globale en partant de création des déchets jusqu'à leur traitement en filières adaptées, en passant par les collectes et différentes installations liées à ces déchets. Technique et largement illustré, ce support de cours apporte à l'étudiant toutes informations scientifiques et techniques utiles et immédiatement utilisables pour pouvoir maîtriser et développer les différentes méthodes et techniques de traitement des déchets solides.

Dans un enchaînement logique, le lecteur est ainsi amené à mieux comprendre ce qu'est un déchet, son cycle de vie, ses sources de production, son environnement, sa classification, ses propriétés, les procédés de traitement et de sa transformation et son impact sur la santé humaine et sur l'environnement.

## SOMMAIRE

### Introduction Problématique

#### CHAPITRE I Impact des déchets sur l'environnement

<b>I- Généralités sur les déchets .....</b>	<b>02</b>
1- Qu'est-ce qu'un déchet ?.....	02
2- Autres définitions .....	02
3- La Classification des déchets.....	02
3-1- Les déchets ménagers et assimilés. ....	02
3-2- Les déchets inertes .....	03
3-3 - Les déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux.....	03
<b>II- Caractérisation des déchets.....</b>	<b>03</b>
1- Comment caractériser les déchets.....	03
2- Méthodes de quantification .....	04
3- Méthode pour définir la composition des déchets.....	04
<b>III- Modèle de schéma communal de gestion des déchets ménagers et assimilés.....</b>	<b>04</b>
1-Organisation actuelle de gestion des déchets (DMA, Inertes).....	04
2-Nouveau schéma organisationnel de gestion des déchets ménagers et assimilés et des déchets inertes.....	05
<b>IV- Evaluation des investissements nécessaires à la mise en œuvre du schéma communal de gestion des déchets ménagers et assimilés.....</b>	<b>07</b>
1- Choix des équipements.....	07
2- Cartographie de l'agglomération.....	07
<b>V- Notions générales sur la gestion intégrée des déchets .....</b>	<b>08</b>
1- La pré-collecte des déchets .....	08
2- Collecte des déchets .....	08
<b>VI- Systèmes de collecte des déchets ménagers et assimilés.....</b>	<b>08</b>
1- Types de collecte.....	08
2- Caractéristiques de la collecte traditionnelle.....	08
2-1 La collecte porte à porte.....	09
2-2 La collecte par Apport Volontaire .....	09
2-3 La collecte spéciale de déchets encombrants.....	09
2-4 La collecte spéciale	
2-5 La collecte de déchets de construction .....	09
3- Le choix du mode de pré-collecte.....	09
4- Types de ramassage.....	09

#### CHAPITRE II Schéma directeur de gestion des déchets

<b>I - La connaissance des caractéristiques déchets ménagers, l'évaluation et la répartition spatiotemporelle du gisement.....</b>	<b>11</b>
1- Cartographie des rues.....	11
2- Critère de choix du matériel de la collecte.....	11
2-1- La Fréquence.....	11
2-2- Rythme et horaire de la collecte.....	12
3- Le découpage.....	12
3-1 Le Découpage sectoriel.....	12

---

3-2 Le découpage d'un secteur en circuit de collecte.....	12
4- L'itinéraire fin de circuit –lieu de déchargement final.....	12
<b>II- Transport.....</b>	<b>13</b>
1- Transport direct.....	13
1-1 Transport direct vers les centres de traitement .....	13
1-2 Transport avec rupture de charge.....	13
1-3 Transport des déchets ménagers .....	13
1-4 Transport vers la station de transfert .....	<b>13</b>
2- Station de transfert.....	13
2-1 Qu'est ce qu'une station de transfert.....	13
2-2 Quel est son rôle.....	14
3- Les types de stations de transfert.....	14
3-1 Station de transfert sans reprise.....	14
3-2 Station de transfert avec reprise.....	15
4- Opérations possibles sur les centres de transfert .....	15
4-1 le pré-tri .....	15
4-2 le tri la compaction, .....	15
4-3 la compaction.....	15
4-4 le broyage.....	15

---

### **CHAPITRE III            DECHETTERIE**

I- Généralités.....	16
1- Qu'est-ce qu'une déchetterie? .....	16
2- Rôle de la déchetterie .....	16
3- Types de déchetterie.....	17
3-1 Déchetterie de quartier.....	17
3-2 Déchetterie communale.....	17
3-3 Déchetterie industrielle.....	18
3-4 Déchetterie modulaire.....	18
3-5 Déchetterie mobile.....	19
4- Les déchets admis en déchetterie.....	19
5- Les déchets interdits dans une déchetterie.....	20
6- Les bacs et conteneurs.....	20
<b>II- Récupération et recyclage des déchets solides.....</b>	<b>20</b>
1- Introduction.....	20
2- Comment peut-on minimiser la production des déchets solides ?.....	20
2-1 Réduire.....	21
2-2 Réemployer.....	21
2-3 Réutiliser.....	21
2-4 Recycler.....	21
3- Enjeux de la récupération et du recyclage.....	22
3-1 Enjeux environnementaux.....	22
3-2 Enjeux économiques.....	22
3-3 Enjeux sociaux.....	22
4- La valorisation des déchets.....	23

5- Prétraitement des déchets ménagers et assimilés (broyage et tri).....	24
5-1 Broyage des déchets ménagers et assimilés.....	24
5-2 Tri (ou séparation) des déchets ménagers et assimilés.....	24
5-3 Le centre de tri	
5-3-1 Définition	
5-3-2 Fonctionnement d'un centre de tri	
5-3-2-1 L'arrivée des déchets.....	
5-3-2-2 Le tri.....	27
5-3-2-2-1 Un pré-tri manuel.....	27
5-3-2-2-2 Le tri manuel.....	27
5-3-2-2-3 Le tri mécanique.....	27
5-3-2-2-4 Le tri aéraulique.....	27
5-3-2-2-5 Le tri optique .....	27
5-3-3 Conditionnement des produits triés	
5-4 Les risques et préventions	
6-Recyclage des matières plastique.....	30
6-1 Introduction.....	30
6-2 Le recyclage mécanique des plastiques.....	30
6-3 Le recyclage chimique des plastiques.....	32
7-Recyclage des métaux.....	33
7-1 Métaux ferreux.....	33
7-2 Métaux non ferreux .....	34
8-Recyclage du papier.....	35
9-Recyclage du verre.....	36

## **CHAPITRE IV Centre d'enfouissement technique et compostage**

<b>I-Centre d'enfouissement technique.....</b>	<b>38</b>
1-Introduction.....	39
2-Choix d'un site d'implantation d'un CET.....	39
3- Méthode d'exploitation d'un CET.....	40
3-1 Traitement du lixiviat.....	41
3-2 Composition du biogaz.....	42
<b>II-Compostage.....</b>	<b>42</b>
1-Introduction.....	42
2-Traitement biologique des DMA.....	42
3-Compostage et matériaux.....	44
4-Etapes biologique du compostage.....	45
5- Oxygène.....	46
6- Température.....	46
7- Teneur en eau.....	47
8- La granulométrie.....	47
9- Le Ph.....	47
10- Le rapport C/N/P.....	47
11- Le compostage des déchets verts.....	48
12- Les caractéristiques du composte.....	48

13- Les risques biologiques.....48

## Introduction, Problématique

Aperçu historique : Longtemps les hommes ont confié à la nature le soin de digérer leurs déchets. Ce qui ne pouvait être utilisé pour nourrir les animaux de basse-cour et les animaux était enfoui, brûlé ou servait à faire de l'engrais. Mais, avec le développement de l'urbanisation, le cycle naturel a été rompu.

Et, pendant près de 1000 ans les hommes ont vécu dans des villes dont la propreté et l'hygiène étaient proches de celle d'une porcherie. Les ordures de chacun étaient tout simplement jetées ou entassées sur la voie publique.

Il faut attendre le XIX<sup>e</sup> siècle pour que l'hygiène publique devienne une véritable préoccupation. Les réseaux d'eau potable et de tout-à-l'égout font alors, peu à peu, leur apparition. Dans le même temps, la quantité de déchets difficilement biodégradables augmente. Elle est liée à la fabrication de produits de synthèse faisant appel à des matières chimiques.

La civilisation moderne produit des masses colossales de déchets solides de diverses origines (domestiques, industrielle, hospitalière, agricole) et si, bien souvent les déchets ne sont gênants que du fait de leur *caractère encombrant et inesthétique*, Ils peuvent également être *toxiques et causer de graves pollutions*.

La densification des villes s'accompagne notamment d'une augmentation importante de la production des déchets alors que les infrastructures et les *services sociaux* nécessaires à une vie urbaine saine n'évoluent pas au même rythme

## CHAPITRE I Impact des déchets sur l'environnement

### I- Généralités sur les déchets

Actuellement la gestion et le traitement des déchets :

polluent l'air, les eaux de surface (cours d'eau, étangs, lacs, mers) les eaux souterraines (nappes), les sols

- nuisent à la santé humaine, animale et végétale;
- nuisent à la biodiversité;
- contribuent à l'effet de serre;
- gaspillent énergie et matières premières.

La plupart des métaux lourds vont se concentrer dans les cendres, et entraîner sur des kilomètres (pollution de l'eau, de l'air et du sol). L'incinération des plastiques génèrent des composés toxiques comme les dioxines qui sont cancérigènes et mutagènes. Leur dépôt risque de polluer l'air, l'eau et le sol. Cette incinération produit des gaz à effet de serre: dioxyde de carbone, dioxyde de soufre d'azote, poussières etc.....

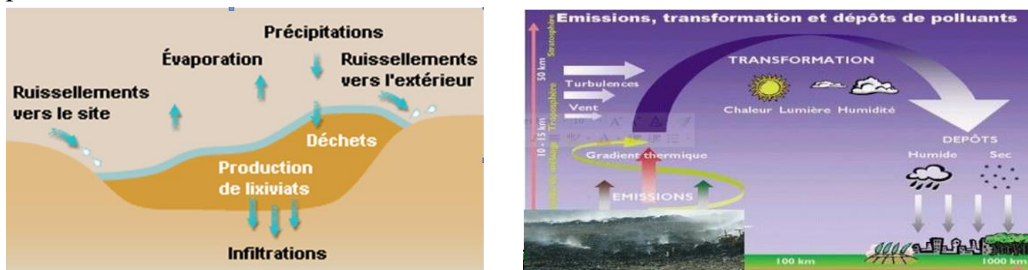


Fig.1 : Cycle de l'eau

#### 1- Qu'est-ce qu'un déchet ?

Le déchet comme est défini par la loi 01-19 comme étant« Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, et plus généralement toute substance ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de s'en défaire ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer ».

#### 2- Autres définitions

Le mot « déchet » renvoyait systématiquement à l'esprit quelque chose qui n'a pas de valeur et qui est destiné à l'abandon. De nos jours, il est une préoccupation à tous les niveaux de considération (citoyens, élus locaux, entreprises et associations etc )

« Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, et plus généralement toute substance, ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de s'en défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer ».

#### 3- La Classification des déchets

##### 3-1 Les 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 ». : Matières organiques (déchets verts), Matières minérales (porcelaine, verre, métaux, cendres...), Déchets de cantine, de jardinage, des commerces, des administrations, des écoles, balayures de la voie publique.



-Les déchets de l'industrie alimentaire assimilés aux O.M., -Les encombrants (monstres

### **3-2 Les 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/ou à l'environnement : Déchets de construction, gravats, terre, bris de verre, porcelaine, pierre, déblais...

### **3-3 Les déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux**

- **Les 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

- **Les 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 : Les acides, les solvants, les sels métalliques, les peintures, Les piles, les batteries, les tubes fluorescents, Les médicaments périmés, les produits chimiques de laboratoire, Les insecticides, les désherbants, les produits de nettoyage, les bains photographiques, etc., Les déchets de soins : DASRI

## **II- Caractérisation des déchets**

La connaissance des caractéristiques physico-chimiques des déchets est essentielle dans la gestion (valorisation, récupération, etc.) et le traitement des rejets, et pour prédire les risques potentiels de pollution pour l'environnement. Elle permet donc de mettre en place des procédures de contrôle et de réduction des émissions polluantes dans le milieu récepteur.

Ces caractéristiques physico-chimiques sont : la granulométrie, le poids volumique, le taux d'humidité, le pouvoir calorifique inférieur (PCI), le rapport C/N, les teneurs en volatils et en cendres et la teneur en métaux lourds.

En outre, elle a pour objectif de (d') :

1. Déterminer les paramètres de la pré-collecte : type, nombre et dimension des bacs
2. établir la variabilité des données en fonction du temps et en fonction de l'espace
3. élaborer un schéma de collecte (tournées, véhicules)
4. prévoir l'évolution des quantités et des compositions dans le temps.
5. prévoir les collectes spéciales (encombrants, etc.),
6. déterminer le type de traitement adapté: incinération, enfouissement, etc

### **1- Comment caractériser les déchets**

- Nature des déchets
- Quantités produites
- Répartition géographique des déchets
- la densité, le taux d'humidité, le rapport C/N
- Le pouvoir calorifique :  $PCS = PCI + \text{Chaleur latente de vaporisation}$
- le PCS, pouvoir calorifique supérieur : Quantité de chaleur en KWh ou MJ dégagée lors de la combustion complète d'un m<sup>3</sup> de déchet.

### **2- Méthodes de quantification**

- approche globale à partir de ratios nationaux

- approche semi-globale à partir de ratios régionaux, d'études déjà réalisées, etc.
- caractérisation des flux en mélange avec collecte par site et pesage correspondant
- étude de la composition des déchets suivant leur provenance par protocole de caractérisation et critères de caractérisation (catégories de déchets) La structure sociale et urbaine influera sur la caractérisation des déchets notamment leur densité, taux d'humidité, PCI/PCS et rapport C/N.

### 3- Méthode pour définir la composition des déchets

La composition des déchets a également changé avec la présence de plus en plus grande d'emballage plastique et de matières non biodégradables. On retrouve parfois des déchets dangereux industriels et médicaux mélangés aux déchets ménagers dans les décharges publiques ou sauvages. La méthode est récapitulée comme suit :

- Enquête préalable, pour recueillir l'ensemble des données nécessaires à l'organisation d'une campagne d'analyse
- Sélection des bennes de collecte à échantillonner
- Constitution des échantillons à trier
- Tri des échantillons en deux étapes :
- 1<sup>ère</sup> étape : tri des éléments grossiers

2<sup>ème</sup> étape : tri d'une partie des éléments moyens

Réalisation d'analyses en laboratoire

Chaque type de déchet est pesée et son taux évalué selon la formule suivante :

$$T_i = \frac{m_x}{m_0} \times 100 \quad (\%)$$

$T_i$  : taux de chaque élément composant l'échantillon  $m_x$  : poids de la fraction de déchet  
 $m_0$  : poids total de l'échantillon analysé.

## II- Modèle de schéma communal de gestion des déchets ménagers et assimilés

### 1- Organisation actuelle de gestion des déchets (DMA, Inertes)

Elle se résume en plusieurs points comme suit

- 1 - Identification des activités urbaines génératrices des déchets ménagers et assimilés et des déchets inertes;
- 2 - Caractérisation des déchets ménagers et assimilés concernés:
  - a) analyse quantitative des déchets ménagers et assimilés (la quantité générée par les ménages, les activités commerciales et les établissements humains; le ratio journalier ...);
  - b) analyse qualitative des déchets ménagers et assimilés générés;
    - paramètres physico-chimiques (humidité, PCI, densité);
    - Composition des déchets (matières organiques, papier, carton, plastique...);
  - c) analyse quantitative et qualitative des déchets inertes.
- 3 - Analyse de l'organisation des services chargés de la gestion des déchets:
  - a) effectif et qualification du personnel;
  - b) modes de collecte utilisés (circuits, fréquences, horaires et taux de couverture);
  - c) nombre et type de véhicules, capacité, état de fonctionnement, taux d'immobilisation, performance du service de maintenance;
  - d) examen des insuffisances de l'organisation des services;
  - e) évaluation des coûts actuels de collecte, de transport et de traitement des déchets.
- 4 - Inventaire et emplacement des sites et installations de traitement existants sur le territoire de la commune (superficie, aménagements effectués, nature et quantité de déchets déchargés, nuisances générées).

## **2- Nouveau schéma organisationnel de gestion des déchets ménagers et assimilés et des déchets inertes.**

- 1 - Estimation de l'évolution quantitative et qualitative des déchets ménagers et assimilés et des déchets inertes, en tenant compte de la croissance démographique, des tendances de développement économique ainsi que des possibilités de réduction de la production à la source.
- 2 - Choix des options concernant les systèmes de collecte, de transport et de tri des déchets en tenant compte des moyens économiques et financiers nécessaires à leur mise en œuvre, notamment:
  - a) la sectorisation adéquate de la commune;
  - b) les fréquences, les horaires et les circuits rationnels de collecte;
  - c) les moyens humains et matériels de collecte et de transport nécessaires par secteur en fonction de la typologie, du relief et de la nature de l'habitat;
  - d) la faisabilité de l'introduction du système de collecte sélective, et la définition des moyens à mettre en œuvre à cet effet notamment en matière d'équipement, de formation, d'information et de sensibilisation;
  - e) possibilités d'organisation et de développement de marchés de récupération et de valorisation des déchets;
  - f) la définition des améliorations à apporter au service public communal chargé de la gestion des déchets.
- 3)- Estimation et évolution des capacités requises de traitement des déchets en faisant ressortir les priorités à retenir pour la réalisation de nouvelles installations de tri, de traitement et d'élimination des déchets.

## **IV- Evaluation des investissements nécessaires à la mise en œuvre du schéma communal de gestion des déchets ménagers et assimilés.**

### **1- Choix des équipements** de pré-collecte, collecte et de balayage

Type de collecte : (mécanique : hermétique,... et animal dans les quartiers inaccessible exemple Casbah, organiser le lieu de stockage

La connaissance des caractéristiques des déchets ménagers, l'évaluation et la répartition spatio-temporelle du gisement est un préalable à toute bonne gestion de ce domaine.

Une bonne démarche devrait consister en ce qui suit :

1. Estimation du gisement et du ratio par habitant
2. Répartition du gisement
3. Cartographie de l'agglomération
4. Sectorisation de l'agglomération et circuits de collecte
5. Détermination du/des mode(s) et fréquences de collecte
6. Détermination des conteneurs et sites de pré-collecte
7. Détermination des véhicules de collecte
8. Détermination du personnel de collecte
9. Elaboration du programme de collecte
10. Calcul des coûts de gestion

### **2- Cartographie de l'agglomération**

Le plan de rues devrait permettre de signaler :

- Les gabarits et types de chaussées (chaussée étroite, chaussée large, double voie, voie sans issue...etc.)
- Les pentes et états de conservation des chaussées
- Les gabarits des trottoirs et accotements
- La disponibilité ou non d'éclairage public et son état de fonctionnement

Ce même plan de rues actualisé devra mentionner :

- Les noms de rues,
- Monuments et édifices divers,
- Structures administratives,
- Établissements de soins,
- Établissements d'enseignement
- Etablissements culturels
- Casernes et groupements de gendarmerie
- Marchés
- Souks
- Commerces et services

## V- Notions générales sur la gestion intégrée des déchets

- 1- **La pré-collecte des déchets** : est l'ensemble des opérations par lesquelles les habitants d'une maison, d'un immeuble ou d'une cité d'habitat collectif recueillent, rassemblent et stockent leurs déchets, puis les présentent à l'extérieur aux fins d'évacuation par le service attitré

La pré-collecte peut être organisée de deux manières :

- Par apport volontaire du producteur au point de regroupement
- Par un tiers organisé, généralement assuré par les petits opérateurs

- 2- **Collecte des déchets** : La collecte des déchets, quant à elle, est la phase pendant laquelle les déchets sont collectés auprès des ménages, des entreprises ou des collectivités locales. Elle consiste à transporter les déchets du lieu de production jusqu'au lieu de traitement ou de valorisation. La collecte peut être effectuée manuellement ou à l'aide de véhicules de collecte spécialisés, tels que des camions-bennes, des bennes à ordures, etc.

## VI- Système de collecte des déchets ménagers et assimilés

La collecte désigne l'ensemble des opérations qui consistent à regrouper les déchets, depuis leurs sources de production (maisons et appartements des habitants d'une commune) puis à les transporter jusqu'aux centres de traitement.

C'est aussi l'ensemble des opérations d'évacuation des déchets de l'entreprise vers un lieu de tri, de regroupement, de valorisation

### 1- Types de collecte

On distingue deux manières de collecter les déchets ménagers :

1. La collecte traditionnelle : Ramassage de tous les déchets mélangés.
2. La collecte sélective (ou séparative) : Ramassage de certains déchets récupérables préalablement séparés (papiers et cartons, métaux, verre, ...), en vue d'une valorisation ou d'un traitement spécifique.

### 2- Caractéristiques de la collecte traditionnelle

Un ramassage régulier : hebdomadaire de porte à porte assuré par une Bennes ou camions de collecte spécialisés pour :

- le tassement des ordures ;
- ou la collecte hermétique (par emploi de poubelles à fermeture étanche et exactement adaptable à l'orifice d'alimentation de la benne de transport) ;

- ou la collecte pneumatique

Une fois l'agglomération sectorisée et les zones de collecte identifiées et cartographiées, on pourra choisir le mode de collecte à adopter. Ce dernier peut être de type :

- **Porte à porte** : (le véhicule fait le porte à porte devant chaque habitation)
- **Apport Volontaire** : des caissons sont placés dans des endroits précis du quartier où les habitants y videront leurs déchets
- **Collecte Mixte** : porte à porte et apport volontaire

#### 2-1 La collecte en Porte à Porte :

Une ou plusieurs poubelle(s) ou bac(s) est (sont) affecté(es) à un groupe d'utilisateurs nommément identifiables pour chaque immeuble ou foyer dans laquelle les déchets sont recueillis.

- Le point d'enlèvement est situé à proximité immédiate du domicile de l'utilisateur ou du lieu de production des déchets.
- La poubelle est ramassée quotidiennement ou de façon périodique.
- Mode en porte à porte s'applique plus aux déchets ménagers qu'aux déchets industriels.

#### 2-2 La collecte par Apport Volontaire :

- des conteneurs (ou des bennes) spécifiques sont mis à disposition du public sur une aire dédiée dénommée Points d'Apport Volontaire (PAV).
- Les personnes viennent elles-mêmes y déposer les déchets.
- Il s'agit de bacs roulant et conteneurs spécifiques sur des espaces publics, déchetteries, etc.
- La collecte sélective s'applique aux déchets ménagers.

#### 2-3 La collecte spéciale de déchets encombrants (meubles, matelas, gros appareils ménagers...)

-la commune ou services de propreté organise régulièrement des journées de ramassage des encombrants ou intervient sur appel des usagers

-des bacs spécifiques sont mis à disposition du public sur une aire dédiée dénommée

La collecte sélective s'applique aux déchets encombrants ménagers.

- des bacs "entrepreneurs" spécifiques sont mis à disposition du public sur une aire dédiée dénommée point d'apport volontaire ou sur des déchetteries

Cette collecte spéciale s'applique aux déchets de travaux ménagers et non pas aux chantiers

#### 2-4 Collecte spéciale :

- Ces déchets encombrants (tels que vieux meubles, appareils électroménagers usagés etc....) doivent normalement être évacués périodiquement et ce, après avoir informé les citoyens, au préalable, par voie de presse ou d'affichage du jour et des heures fixes.

#### 2-5 La collecte de déchets de construction : les gravats,....

##### 3- Le choix du mode de pré-collecte

Ce choix est effectué en fonction de :

- spécificité urbanistique de zone à collecter
- la densité de la population
- la densité des habitations
- la topographie
- la largeur des trottoirs
- la largeur des rues et routes...
- du type de véhicule de transport

##### 4- Types de ramassage

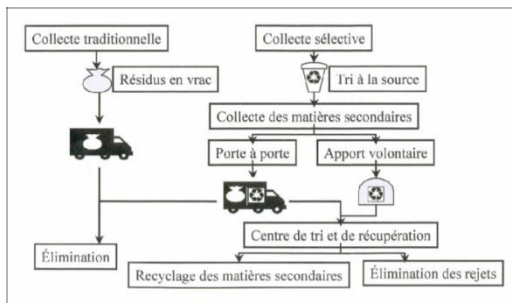
Pour les zones à habitats individuels et où la densité spatiale de population est faible, on pourra retenir la collecte en porte à porte.

Pour les zones à forte densité spatiale de population (zone d'immeubles), il sera recommandé d'adopter le système de collecte par apport volontaire en installant des caissons collectifs où les habitants pourront déposer leurs déchets et qui seront vidés régulièrement

#### 4-1 Cas du ramassage en porte à porte

Il est possible de laisser les ménages (ou commerces) présenter leurs déchets dans des poubelles individuelles domestiques ou comme il est d'usage dans les pays développés de confier à chaque ménage un caisson individuel dans lequel les déchets seront présentés à chaque passage du véhicule de collecte.

La capacité du caisson sera déterminée en fonction de la fréquence de collecte et du nombre de personne composant le ménage



**Figure 2 :** Types de collecte des déchets ménagers et assimilés. (BENNAMAR Tahar, 2016)

## CHAPITRE II Schéma directeur de gestion des déchets

### I- La connaissance des caractéristiques déchets ménagers, l'évaluation et la répartition spatiotemporelle du gisement est un préalable à toute bonne gestion de ce domaine.

Une bonne démarche devrait consister en ce qui suit :

1. Estimation du gisement et du ratio par habitant
2. Répartition du gisement
3. Cartographie de l'agglomération
4. Sectorisation de l'agglomération et circuits de collecte
5. Détermination du/des mode(s) et fréquences de collecte
6. Détermination des conteneurs et sites de pré-collecte
7. Détermination des véhicules de collecte
8. Détermination du personnel de collecte
9. Elaboration du programme de collecte
10. Calcul des coûts de gestion

#### 1- Cartographie des rues

- Les gabarits et types de chaussées (chaussée étroite, chaussée large, double voie, voie sans issue...etc.)
- Les pentes et états de conservation des chaussées
- Les gabarits des trottoirs et accotements
- La disponibilité ou non d'éclairage public et son état de fonctionnement

Ce même plan de rues actualisé devra mentionner :

- Les noms de rues,
- Monuments et édifices divers,
- Structures administratives,
- Établissements de soins,
- Établissements d'enseignement
- Etablissements culturels
- Casernes et groupements de gendarmerie
- Marchés
- Souks Commerces et services

#### 2- Critère de choix du matériel de la collecte

Le choix du matériel de la collecte dépend des critères suivants :

- La largeur des rues ;
- Des pentes et courbes ;
- La densité de la population ;
- Du trafic automobile ;
- Du type de récipient de collecte ;
- Des moyens financiers de la municipalité ;

**Ce choix doit se fixer comme objectif:**

1. L'Optimisation du rendement.
2. Couvrir l'ensemble du territoire municipal habité.
3. Minimiser les frais et charges tout matériels qu'humains.

**2-1 La Fréquence:** La collecte en milieu urbain s'effectue tous les jours, elle est d'un jour sur deux ou un jour sur trois dans les petites agglomérations et zones rurales.

## **2-2 Rythme et horaire de la collecte:**

Le ramassage doit s'effectuer de manière à:

Rentabiliser au maximum le rendement des véhicules

Eviter les périodes de pointes du trafic

Minimiser le trajet afin de multiplier le nombre de tournées

Réduire la durée d'une tournée (aller et retour).

Choisir des horaires convenables pour chaque

## **3- Le découpage**

Le découpage administratif facilite le découpage sectoriel

- Au niveau d'une commune : l'Unité
- Le secteur (ou la commune) peut être découpé en sous secteurs qui regroupent plusieurs îlots d'habitations ou des cités.
- Le nombre d'unités, de secteurs et de sous-secteurs varie en fonction de l'étendue du territoire de l'agglomération..

### **3-1 Le Découpage sectoriel:**

Le découpage administratif facilite le découpage sectoriel selon les étendues des districts, quartiers, communes ou Daïrate

#### **Exemple**

Au niveau d'une daïra ou grande commune : **prévoir une unité**

Au niveau d'une commune ou grand district : **prévoir un secteur**

Le secteur (ou la commune) peut être découpé en sous secteurs qui regroupent plusieurs îlots d'habitations ou des cités.

Le nombre d'unités, de secteurs et de sous-secteurs varie en fonction de l'étendue du territoire de l'agglomération

### **3-2 Le découpage d'un secteur en circuit de collecte:**

Le circuit est un itinéraire de ramassage des Ordures Ménagées. Il est déterminé grâce à la connaissance parfaite de la zone et grâce à une carte sur laquelle le tracé du circuit est facilité par une technique simple à savoir:

Elimination des impasses et rues non collectées.

Matérialisation des carrefours.

Choix du sens du circuit.

Choix du point de départ et de fin du circuit.

Il faut éviter le chevauchement avec d'autres circuits.

Ne pas omettre une zone à l'intérieure du circuit.

Veiller à ce qu'un camion ne parte à la décharge en partie vide (optimisation du rendement).

Le point de départ d'une tournée doit être le plus proche du garage des camions de collecte.

## **4- L'itinéraire fin de circuit –lieu de déchargement final:**

La fin d'un circuit est le point de départ vers le lieu final de déchargement. Cet itinéraire doit être choisi de manière à réduire la durée du voyage: donc le plus court chemin qui doit éviter les points d'encombrement et les voies difficilement praticables.



## II - Transport

### 1- Transport direct

#### 1-1 Transport direct vers les centres de traitement

A la fin de la tournée, le véhicule chargé au maximum prend la direction du lieu indiqué, centre de traitement ou enfouissement des déchets collectés.

#### 1-2 Transport avec rupture de charge

La rupture de charge désigne l'obligation, plus ou moins coûteuse en temps et en argent, de décharger et de recharger lors d'un changement de mode de transport physique.

#### 1-3 Transport des déchets ménagers

Il est possible que chaque véhicule de collecte transporte directement les déchets qu'il a ramassés vers le site de traitement, comme il est parfois nécessaire de passer par une station (ou centre) de transfert, qui est une étape intermédiaire entre les points de collecte et les sites de traitement

#### 1-4 Transport vers la station de transfert

L'option pour une station de transfert avant le site de traitement peut être motivée par :

- L'éloignement du site de traitement des points de collecte (plus de 20 km) et volonté de réduire les coût de transport des déchets et le temps de collecte (les véhicules reviendront plus vite)
- Impossibilité de réaliser un site de traitement sur le territoire de la commune (indisponibilité de terrain, projet non rentable...etc.)
- Inaptitude des véhicules de collecte à circuler sur le trajet menant vers le site de traitement (véhicules lents, topographie contraignante, impacts environnementaux lors du transport...etc.)

LA RUPTURE DE CHARGE : D>20 Kms

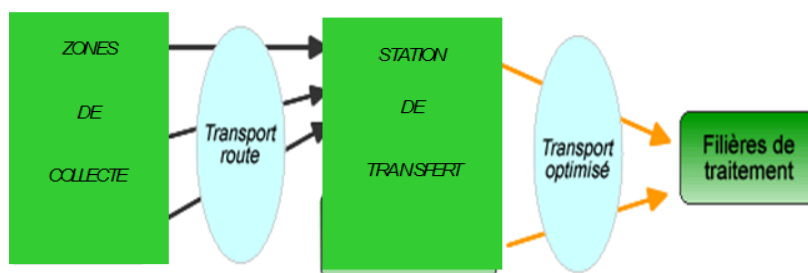


Figure 3 : Schéma de transport vers une station de transfert

### 2- Station de transfert

L'objet de ces cours consiste à identifier l'importance de la station de transfert et les procédures de créations conformément aux dispositions de la loi relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets

#### 2-1 Qu'est ce qu'une station de transfert

Un centre de transfert est une installation intermédiaire entre la collecte des déchets et leur transport vers un centre de traitement.

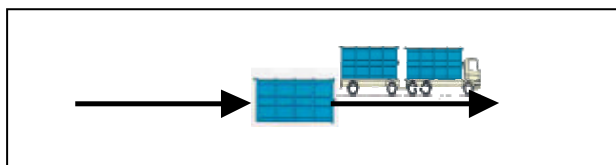


Figure 4 : Station de transfert

## 2-2 Quel est son rôle?

1. La station de transit (ou quai de transfert) est une installation qui permet de regrouper le produit des collectes d'une zone géographique du territoire pour les acheminer vers des sites de traitement et de valorisation ;
2. Outil indispensable à la maîtrise des coûts et à la réduction des impacts environnementaux liés aux transports, la station de transit s'insère donc entre les étapes de collecte et de traitement des déchets ménagers. En séparant la fonction « collecte » et la fonction « transport », la rupture de charge réalisée dans une station de transit permet :
3. Une utilisation plus rationnelle des équipements et du personnel de collecte en amont : la rotation des bennes est, en effet, facilitée puisqu'il n'y a pas à parcourir de longues distances entre deux tournées de ramassage,

Le processus de transfert consiste à déverser les déchets collectés (déchets ménagers ou les recyclables) dans un compacteur pour une compaction rapide et une réduction de leur volume final dans une caisse à compaction.

Les stations de transfert s'emploient partout où il faut éliminer de très grands volumes et de très grandes quantités de déchets sur une longue distance.

- Chargement du véhicule optimisé
- Réduction importante du volume des déchets
- Elimination efficace et économique

Elles offrent des solutions économiques permettant d'optimiser la logistique. Elles offrent également la possibilité de traiter plusieurs flux (ordures ménagères et recyclables dans des caisses différenciées) et de traiter des quantités journalières importantes

Une économie sur le coût du transport : un camion de grande capacité fait le trajet vers le site d'élimination ou de valorisation, à la place de plusieurs bennes de collecte, une réduction des nuisances liées au transport par une diminution globale du trafic, une meilleure rentabilisation du traitement en aval.

En effet, en réduisant les contraintes d'éloignement, le transit peut drainer davantage de déchets sur un secteur géographique plus vaste.

## 3- Les types de stations de transfert

La gestion des déchets dans un centre de transfert peut se faire selon deux principes :

- **sans reprise** (les déchets sont déversés directement dans le mode de transport aval)
- **avec reprise** (les déchets sont déversés sur un lieu de stockage temporaire puis chargés dans le moyen de transport aval par un engin de reprise), il existe 2 types de transferts avec rupture de charge :
  1. transfert par déversement dans une fosse
  2. transfert par déversement sur une dalle

### 3-1 Station de transfert sans reprise

Les centres de transfert sans rupture de charge consistent en un déversement gravitaire direct du haut d'un quai dans un véhicule de transport aval (voir schéma 1) ou dans un conteneur qui nécessite alors une manipulation pour le poser sur un mode de transport

(camion, wagon ou barge).

Cette technique évite la manipulation directe des déchets et convient aux déchets denses (tels que les déchets ménagers), alors que les déchets à faible densité, occupant grand volume ne permettent pas de charger les véhicules transport (gros porteurs) au maximum de leur capacité puisque le foisonnement est important

### 3-2 Station de transfert avec reprise

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

L'avantage de ce type de transfert est la possibilité de stockage des déchets pendant 24h et leur évacuation plus tard (hors heures de grande circulation, voir même durant la nuit).

L'inconvénient de ce type de transfert est l'émanation d'odeurs désagréables et les nuisances dues aux lixiviats.

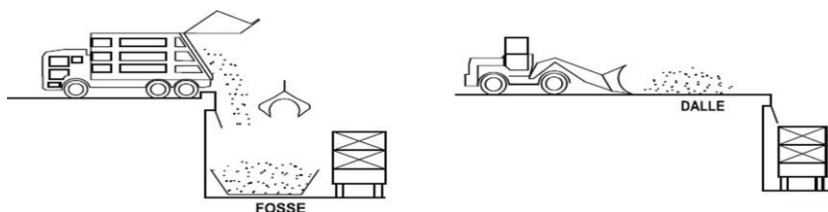


Figure 5 : transfert avec reprise sur fosse ou dalle

## 4- Opérations possibles sur les centres de transfert

Le transfert des déchets peut inclure des manipulations avant le chargement dans le moyen de transport aval. On retrouve généralement :

- 4-1 le **pré-tri** (à l'aide d'une pince à grappin), il permet de récupérer des flux de déchets pour les orienter vers des filières de traitement adéquates ;
- 4-2 le **tri** (à l'aide d'une chaîne de tri), il permet de séparer les flux manuellement ou mécaniquement avant de les envoyer vers les filières de recyclage ;
- 4-3 le **compactage**, elle permet d'optimiser le transport de déchets peu denses tels que les DIB.
- 4-4 le **broyage**, utilisé par exemple pour les déchets verts, le bois, les encombrants pour augmenter leur densité ou diminuer leur volume pour le transport ou encore pour respecter les prescriptions techniques des filières de recyclage.

## CHAPITRE III DECHETTERIE

### I- Généralités

#### 1- Qu'est-ce qu'une déchetterie?

Une déchetterie est un espace aménagé, gardienné et clôturé pour l'apport volontaire de déchets. Etant un lieu de dépôt sélectif et épisodique, elle joue un rôle de collecte, de transit et d'orientation des déchets vers une destination adaptée à leur nature : valorisation, compostage, incinération ou traitement.

Le stockage au niveau de la déchetterie est limité uniquement aux nécessités de régulation des flux et à l'optimisation économique du transport. Le tri des déchets permet une meilleure orientation des matériaux reçus, une implication et une responsabilisation des usagers ainsi qu'une diminution du coût global de gestion des déchets pour les collectivités. En effet, la proximité de la déchetterie aux différents usagers lui permet d'offrir un service complémentaire des autres modes de collecte traditionnels.

Le but de la déchetterie a pour but de permettre aux habitants de se débarrasser de certains déchets qui sont encombrants ou qui ne peuvent être mis en centre d'enfouissement technique CET.

#### 2- Rôle déchetterie

La déchetterie est conçue pour faciliter la circulation des déchets recyclables de la source en amont vers les filières de valorisation en aval. Elle permet ainsi d'optimiser son fonctionnement et de maintenir l'efficacité de ses services. La déchetterie étant un maillon intermédiaire, elle a pour rôle de :

- Proposer une solution adaptée aux besoins des usagers,
- Evacuer à moindre frais certains déchets et dans des conditions optimales,
- Freiner la multiplication des dépôts sauvages,
- Optimiser la durée de vie des décharges contrôlées,
- Améliorer le fonctionnement des autres voies de traitement des déchets,
- Réduire les atteintes à l'environnement,
- Donner une seconde vie aux déchets collectés,
- Favoriser le développement du recyclage et de la valorisation.

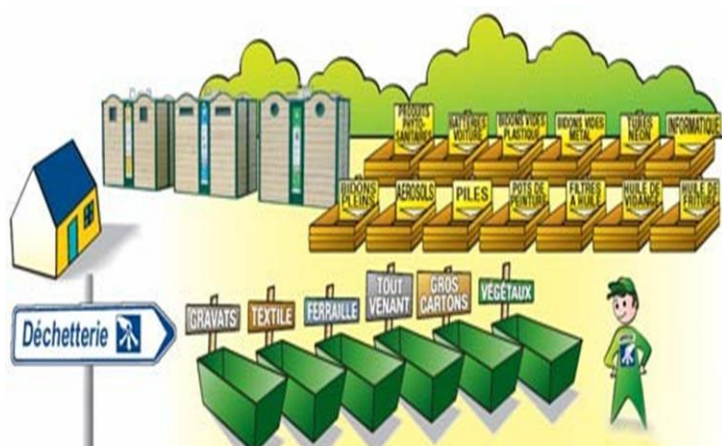


Figure 6 : Déchetterie

### 3- Types de déchetterie

#### 3-1 Déchetterie de quartier

Fréquemment rencontrée au coin d'une rue, cette structure permet aux habitants d'un quartier de déposer dans des conteneurs spécifiques, identifiés par des pictogrammes, leurs déchets ménagers triés. Ainsi, à côté des traditionnelles bennes à ordures, se trouvent souvent des conteneurs réservés pour la collecte du verre, des bouteilles en plastique, du papier et du compost. Dans la plupart des cas, la déchetterie de quartier est clôturée par des murs ou entourés par un petit enclos



**Photo 1 : Déchetterie de quartier**

#### 3-2 Déchetterie communale

Une déchetterie communale est un lieu clôturé, gardienné où les particuliers peuvent déposer gratuitement leurs déchets occasionnels en dehors des ordures ménagères. Les usagers effectuent eux-mêmes le tri de leurs déchets avant de les acheminer à la déchetterie. Celle-ci est généralement constituée de bennes et de conteneurs spécifiques à chaque déchet et facilement identifiables grâce à des pictogrammes. Un quai surélevé permet un accès aux bennes placées en contrebas pour le dépôt des déchets. La double voirie du site donne un meilleur accès aux usagers et facilite l'enlèvement des bennes.

Selon la configuration du terrain et sa superficie, la déchetterie communale peut avoir une forme linéaire ou circulaire.



**Photo 2 : Déchetterie communale**

### 3-3 Déchetterie industrielle

Contrairement à une déchetterie communale, une déchetterie industrielle ressemble à un " chantier de récupération " où l'espace est ouvert. Vu la nature, le volume et l'hétérogénéité des déchets industriels, le site est aménagé en box avec une large aire de manœuvre pour le déchargement et le rechargement des matériaux. La déchetterie industrielle peut également contenir des bennes qui seront directement retirés par les récupérateurs. Le dimensionnement de ce type déchetterie dépend étroitement des quantités attendues de déchets, des besoins et spécificités de la zone géographique couverte.



**Photo 3 : Déchetterie communale**

### 3-4 Déchetterie modulaire

Les déchetteries modulaires sont simples et rapides à monter et démonter (moins de trois jours). Il s'agit de constructions modulaires, équipées de plates-formes, de quais de transfert, de conteneurs ou de bennes, etc. Elles permettent de répondre à des besoins ponctuels d'une collectivité entant que mini-déchetterie à part entière



**Photo 4 : Déchetterie modulaire**



### 3-5 Déchetterie mobile

C'est une déchetterie itinérante afin de permettre aux habitants de se débarrasser de leurs encombrants ménagers.



Photo 5 : Déchetterie mobile

### 4- Les déchets admis en déchetterie

La déchetterie accueille les déchets occasionnels, volumineux et dangereux qui ne sont pas collectés dans le cadre du service public d'enlèvement des collectes sélectives et des ordures ménagères résiduelles.

#### Les déchets admis en déchetterie (volumineux) :

- **Les végétaux** : Ils sont broyés puis compostés au Centre de Valorisation des déchets. Il est également possible de réaliser vous-même votre engrais naturel grâce au compostage.
- **Les papiers/cartons** : Ils sont recyclés en pâte à papier qui servira à produire de nouveaux cartons.
- **Les gravats** : Ils sont broyés puis utilisés comme remblais (sous-couche routière).
- **Le bois (planches, palettes, souches, troncs...)** : Il est broyé puis aggloméré en panneaux pour ameublement. Il peut aussi être valorisé pour produire de l'énergie (filrière bois-énergie).
- **Les métaux** : Ils sont triés puis fondus et recyclés.
- **Le Tout Venant (mobilier, jouets plastiques, polystyrènes expansé, matelas...)** : certains valorisable et d'autres non.
- **Les déchets dangereux des ménages (peintures, vernis, solvant(s), acides, bases...)** : Ils sont selon leur nature régénérés ou incinérés.
- **L'huile minérale de vidange usagée** : Elle subit une valorisation énergétique ou est régénérée pour obtenir de l'huile neuve.
- **Les batteries, piles, accumulateurs** : Ils sont triés puis recyclés.
- **Les luminaires (tubes, néons, lampes basse consommation, lampes halogènes, lampes spéciales)** : Les gaz polluants sont captés et traités, le verre est recyclé.
- **Les petite appareils ménagers (télévision, ordinateur, fer à repasser, téléphones, matériel audio, console de jeux, appareil vidéo...)** : Ils sont démantelés et valorisés selon leur nature.
- **Le gros électroménagers (réfrigérateur, congélateur, lave-vaisselle, lave-linge, cuisinière électrique, four...)** : Il est démantelé et dépollué pour le cas des frigorigènes.

## 5-Les déchets interdits dans une déchetterie:

- Les ordures ménagères ;
- déchets d'amiante ;
- Déchets explosifs, radioactifs

## 6-Les bacs et conteneurs

La plupart des déchetteries, comportent un ensemble de bacs de récupération et de stockage sélectif de déchets. Souvent ces bacs sont installés en contrebas d'une rampe d'accès accessible avec un véhicule pour permettre d'amener les déchets à proximité des bacs pour que l'utilisateur puisse y jeter les déchets. La rampe est délimitée par un dispositif dont la fonction est de protéger les utilisateurs en leur évitant de tomber dans les bacs.

## II-RECUPERATION ET RECYCLAGE DES DECHETS SOLIDES

### 1-Introduction/

La civilisation moderne produit des masses colossales de déchets solides de diverses origines (domestiques, industrielle, hospitalière, agricole) et si, bien souvent les déchets ne sont gênants que du fait de leur caractère encombrant et inesthétique, Ils peuvent également être toxiques et causer de graves pollutions.

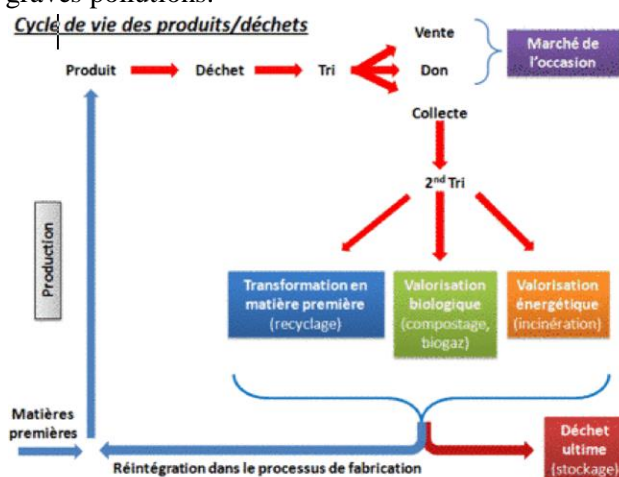


Figure 7 : cycle de vie des produits et des déchets

### 2-Comment peut-on minimiser la production des déchets solides ?

- la réduction à la source ;
- le réemploi ;
- le recyclage ;
- la valorisation ;
- l'élimination

La nouvelle notion à appliquer dans la gestion des déchets est basée sur le principe connu actuellement sous l'appellation des « **3RV-E** » avec, par ordre de priorité :

- la réduction à la source ;
- le réemploi ;
- le recyclage ;
- la valorisation ;
- l'élimination.



Cette nouvelle conception de la gestion des déchets vise l'économie de ressources, leur mise en valeur avec un impact minimum sur l'environnement et la santé humaine.

Le déchet quelle que soit son origine est éliminé de manière plus ou moins écologique, et l'option de récupération/recyclage n'est que rarement mise en œuvre.

L'option de **RECUPERATION/RECYCLAGE**

Doit primer sur l'option d'**ELIMINATION**

La règle des trois R:

1. REDUIRE
2. REUTILISER
3. RECYCLER

Cette règle énonce les principes fondamentaux qui régissent la gestion des déchets quelle que soit leur origine

Cette règle énonce les principes fondamentaux qui régissent la gestion des déchets quelle que soit leur origine.

## 2-1 Réduire

**Le « meilleur » déchet est celui que l'on n'a pas produit !**

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

Réduire à la source de production:

- quantitativement emballages et déchets, ainsi que
- qualitativement, leur nocivité, peut se faire notamment en agissant sur la fabrication et sur la distribution des produits.

La prévention des déchets s'effectue au niveau:

- des producteurs, en négociant avec les industriels,
- des consommateurs, par des campagnes de sensibilisation.

## 2-2 Réutiliser

Ne pas confondre: *réemployer et réutiliser*

**2-3 Reemployer** consiste à **récupérer** ou à **réparer** un produit ou une matière pour l'utiliser sans modification de sa forme ou de sa fonction.

*Quelques exemples :*

- la réparation d'appareils électroménagers, d'outils, de meubles ou de jouets,
- le rechapage des pneus ou les retouches de vêtements,
- les emballages en plastique solide comme boîtes de conservation.

**Réutiliser** consiste à utiliser un **matériau** récupéré pour un usage différent de son premier emploi.

*Quelques exemples :*

- Utiliser les grignons d'olives comme combustibles,

## Recycler

**Recycler** permet de transformer la matière en de nouveaux produits.

*Quelques exemples :*

- Par exemple, les bouteilles et flacons en plastique PET peuvent être recyclés par l'industrie textile pour la fabrication de tissus d'ameublements, pulls, tapis etc.

- Les canettes en aluminium peuvent être transformées en vélos !



Réduire



Réutiliser



Recycler

© 2009

### 3- Enjeux de la récupération et du recyclage

Les enjeux de la récupération et du recyclage des déchets sont les mêmes que toute action environnementale, et s'intègrent avec les enjeux du développement durable.

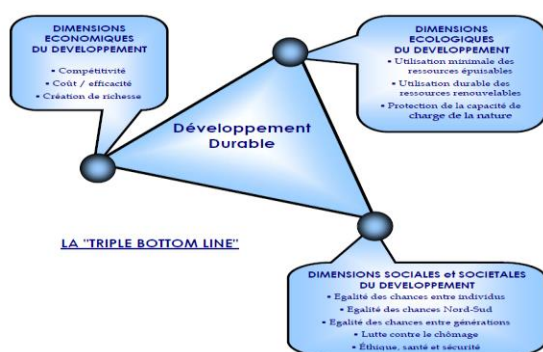


Figure 8 : Illustration de la récupération et du recyclage des déchets

#### 3-1 Enjeux environnementaux:

- Environnement plus « **propre** »: diminution de la **charge** environnementale,
- Réduction de l'utilisation des ressources (et notamment **les ressources non renouvelables**): **matières premières, énergie, eau.**

#### 3-2 Enjeux économiques:

- **Gain économique générés** par: la réutilisation au sein de l'entreprise, la revente en vue de recyclage matière ou énergétique;
- Création d'**entreprises vertes pourvoyeuses d'emplois et participant à la croissance économique nationale.**

#### 3-3 Enjeux sociaux:

- Amélioration du cadre de vie;
- Génération d'**emplois « verts ».**

### 4-La valorisation des déchets

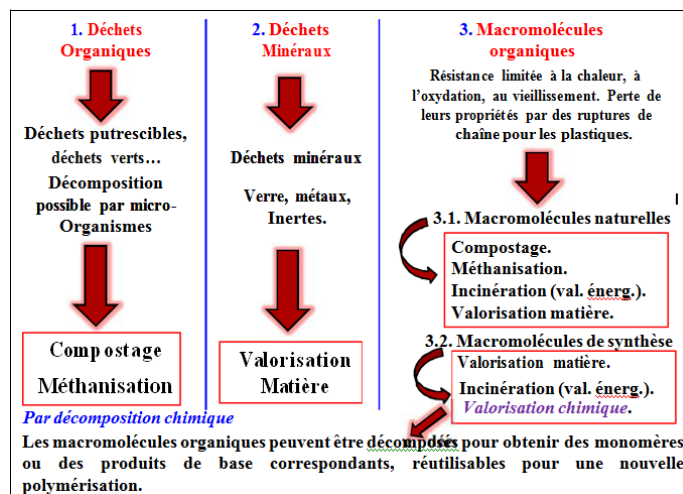
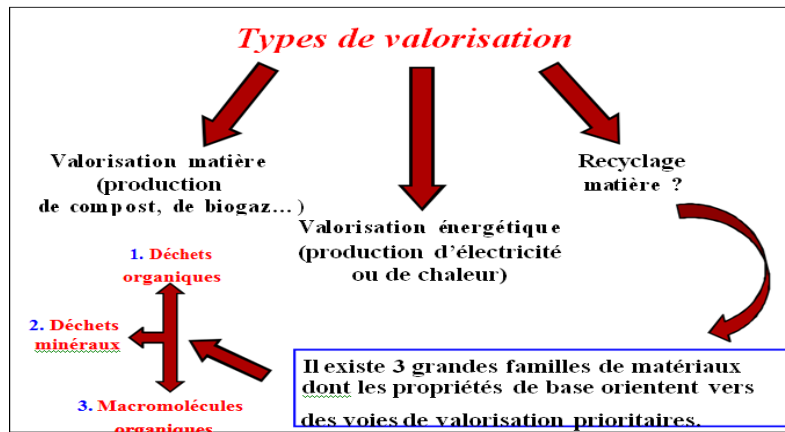
Etymologiquement valoriser les déchets signifie:

- leur donner de la valeur;
- ne plus les considérer comme étant inutiles.

Cette valorisation peut être:

- Une valorisation **financière**: revente des déchets par les entreprises.
- Une valorisation **matière**: recyclage des plastiques pour fabriquer des objets.
- Une valorisation **énergétique**:

Utilisation de déchets comme combustible, récupération de chaleur lors de l'incinération des déchets.



**Figure 9 : Schéma des différents types de valorisations des déchets**

En ce qui concerne les déchets valorisables, que sont le papier, le verre, le plastique, et surtout les métaux ferreux et non ferreux, le potentiel économique qu'ils représentent pour les entreprises peut représenter un montant conséquent.

Pour certains déchets (ex métaux), la valeur du déchet évoluera de la même manière que la matière première.

Des places boursières existent, dont la plus connue est le LME (London Métal Evaluation)

La revente des déchets, fait actuellement l'objet de « bourses des déchets » sur internet, où acheteurs et vendeurs potentiels sont mis en contact.

Le prix des déchets sera dépendant des cotations dont il fait l'objet, du type de déchets, de leur qualité, mais également des quantités à vendre.

Le prix du déchet est variable et va dépendre de :

- **du cours de la matière au niveau international** : celui-ci peut fait fluctuer de manière très rapide et y compris au niveau national les prix des déchets,
- **de la qualité du déchet**: type de déchet, déchet homogène ou disparate, déchet massif ou sous forme éparpillée, déchets mélangés ou triés, déchet nécessitant un prétraitement etc.

**Exemple: étude sur le prix des déchets effectuée en 2009 :**

**Au niveau international:**

Déchets	Prix de rachat
Déchets ferreux	De 100 à 150 EUROS/t
Déchets de cuivre	De 550 à 2500 EUROS/t
Déchets de cuivre (câbles)	De 220 à 920 EUROS/t
Déchets d'aluminium	De 450 à 750 EUROS/t
Déchets d'inox	De 200 à 800 EUROS/t
Déchets de plastiques	De 100 à 235 EUROS/t

**Au niveau national:**

Déchets	Prix de rachat
Déchets ferreux	3 à 10 DA/Kg
Déchets de cuivre	80 à 120 DA/Kg
Déchets d'aluminium	35 à 80 DA/Kg
Déchets d'inox	50 à 80 DA/Kg
Déchets de plastiques	10 à 40 DA/Kg

## **5-Prétraitement des déchets ménagers et assimilés (broyage et tri)**

### **Broyage des déchets ménagers et assimilés**

Le broyage permet de transformer une masse hétérogène et volumineuse de déchets en particules plus fines et plus homogènes, ce qui a pour effet de réduire l'encombrement, de faciliter le transport vers le milieu de stockage ou de traitement, d'améliorer le rendement de certains traitements ultérieurs (épandage, compostage, incinération, ...).

### **Tri (ou séparation) des déchets ménagers et assimilés**

Le tri des déchets est intéressant à divers titres :

- La récupération et recyclage de certains composants (verre, métaux, papier matières plastiques, etc.) ;
- L'élimination de matières gênantes pour les procédés de traitement ultérieurs.

### **Le centre de tri**

#### **Définition et objectifs**

Un centre de tri est une installation dans laquelle les déchets collectés sont rassemblés pour subir un tri et/ou un conditionnement de la fraction valorisable. On entend par tri toute opération visant à séparer les uns des autres des catégories, voire des sous-catégories, de matériaux (verre, papier, carton, plastiques, etc.). Une fois triés, ces matériaux devront être conformes aux cahiers des charges demandés par le repreneur.

Le fonctionnement d'un centre de tri est régi par les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau de ces installations (décret exécutif n° 04-410 du 2 Dhou El Kaada 1425 correspondant au 14 décembre 2004).

Les conditions de création d'une installation de traitement des déchets sont celles fixées par les

dispositions de la loi n° 01-19 du 27 Ramadhan 1422 correspondant au 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.

Dans la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, parue dans le Décret exécutif n° 07-144 du 2 Joumada El Oula 1428 correspondant au 19 mai 2007, le centre de tri est assimilé à un centre de stockage et traitement des ordures ménagères et autres résidus et est rattaché à ce titre à la rubrique 2719. Il est soumis à autorisation du wali.

## Description et fonctionnement d'un centre de tri

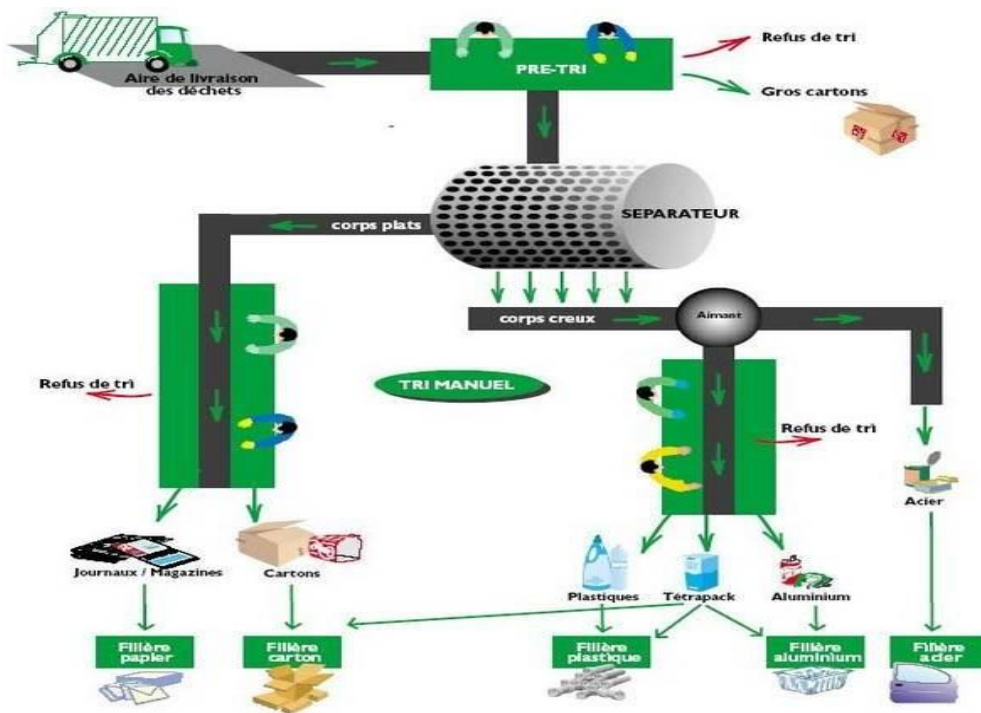


Figure 9 : Centre de Tri ancienne génération

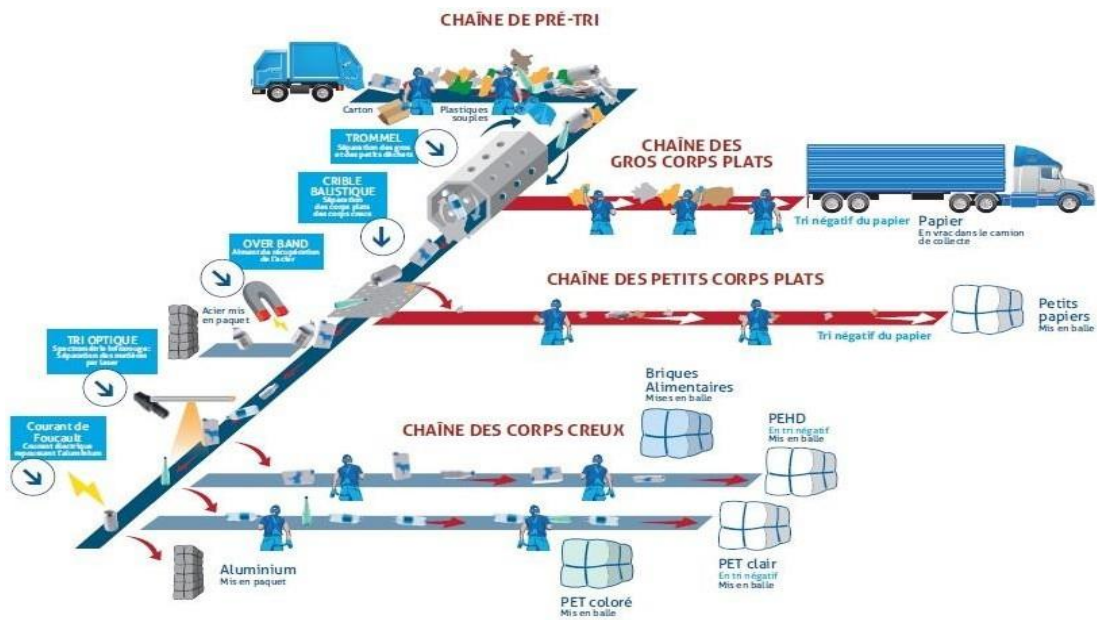


Figure 10 : Centre de tri nouvelle génération

## Fonctionnement d'un centre de tri

### L'arrivée des déchets

Les camions sont pesés sur un pont bascule puis déchargent leurs déchets dans l'entrepôt

Le produit de la collecte sélective passe par un **ouvre-sacs** qui permet de libérer les sacs de leur contenu. Les déchets sont déversés sur un tapis roulant

### Le tri

Un **pré-tri manuel** s'opère alors, pour extraire les gros cartons, les sacs plastiques et les indésirables les plus importants.

Les déchets passent dans un crible appelé **trommel**. Il sépare : les déchets plats (papier, journaux, magazines,...), les déchets creux (emballages en carton, briques alimentaires, bouteilles et boîtes de conserve...) et les « fines » (déchets trop petits et poussières qui sont écartés du tri).

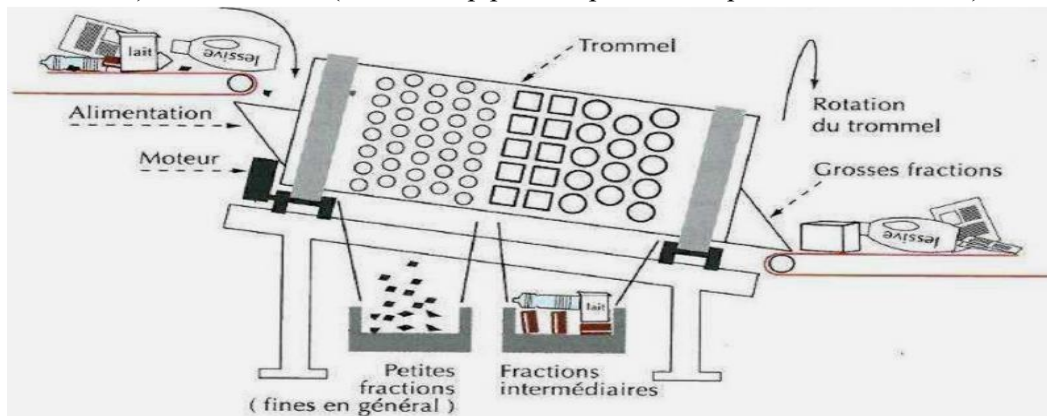


Figure 11 : Fonctionnement d'un centre de tri

### Le tri manuel

Le long d'une table de tri sur laquelle défilent les déchets les trieurs opèrent selon une des deux options de tri :

- Tri positif
- Tri négatif

**Le tri positif** : il consiste à prélever d'un flux de déchets la fraction valorisable souhaitée puis est jeté dans des ouvertures prévues à cet effet.

- **Résultats** : bonne qualité de produits triés, rendement relativement faible.

**Le tri négatif** : il consiste à extraire d'un flux une ou plusieurs fractions de déchets indésirables (refus) pour ne conserver en fin de tri qu'une fraction résiduelle valorisable.

- **Résultats** : qualité moindre mais débit plus élevé.

### Le tri mécanique

Le tri mécanique peut se présenter sous différentes formes dont les plus courantes sont :

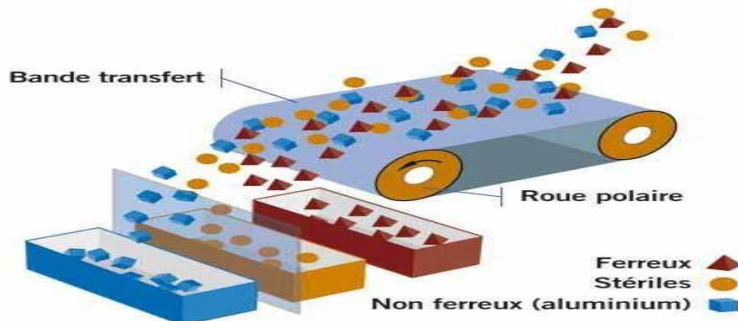
- les cribles (vibrant, rotatif, etc.);
- l'over band ;
- les machines à courant de Foucault;
- le tri aéraulique;
- Le tri optique.



**Les cribles :** séparer les « corps creux » et les « corps plats » par un système de mise en mouvement des matériaux

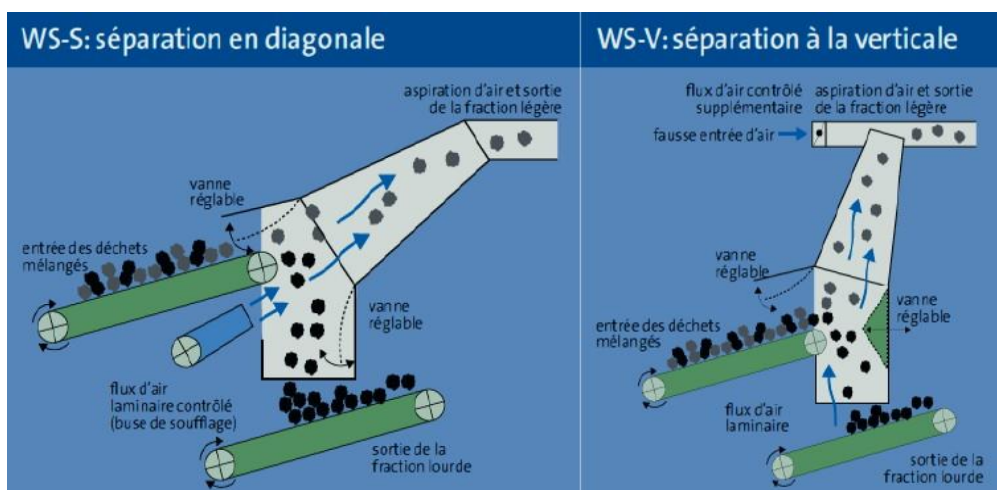
**L'over band :** les métaux ferreux (acier) sont extraits par simple aimantation.

**Les machines à courant de Foucault :** les métaux non ferreux (aluminium) sont extraits du flux de déchets



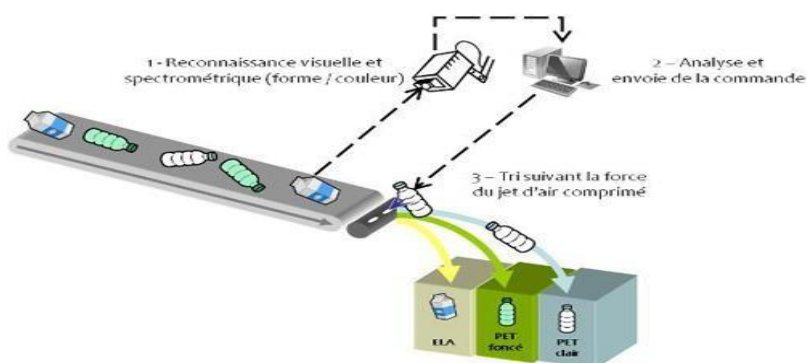
**Figure 12 : Machine à courant de Foucault**

**Le tri aéraulique :** Les déchets (toutes catégories) sont séparés par insufflation d'air en fonction de leur poids et de leur densité.



**Figure 13 : Le tri aéraulique**

**Le tri optique :** pour les plastiques afin d'en différencier les sortes (PVC, PET, PEHD, etc.).



**Figure14 : Le tri optique**



## Conditionnement des produits triés

Chaque matériau, une fois isolé des autres, sera acheminé vers une presse à balles pour être compacté sous forme de balles. L'acier est compacté sous forme de paquets et le papier reste en vrac. Une seconde vie commence pour nos emballages à recycler sous forme de nouvelles matières premières.

## Presse à balles

Une fois triés et rassemblés dans des alvéoles de stockage, les matériaux sont compactés et mis en balles pour être expédiés dans les usines de recyclage

Une seconde vie commence pour nos emballages à recycler sous forme de nouvelles matières premières.



Figure 15 : schéma illustrant la deuxième vie des déchets

## A retenir

- Un centre de tri est une installation classée dans laquelle les déchets collectés sont rassemblés pour subir un tri et/ou un conditionnement en fraction valorisable par les filières appropriées.
- Le tri manuel doit toujours être utilisé en complément du tri mécanique.
- Les refus sont déterminés par rapport aux objectifs de tri.
- Au-dessous d'un seuil de 10 000 tonnes/an (hors verre), l'intérêt économique du centre de tri n'est pas démontré.
- 9 emplois pour 10 000 tonnes/an de déchets traités, c'est le ratio constaté pour un centre de tri standard. (MATE, France)

## Les risques

Les risques encourus par le personnel sont essentiellement les risques d'accidents corporels :

- coupure ou piqûre lors de la manipulation des produits sur la table de tri,
- projection d'un objet ou d'un liquide dans l'œil,
- inhalation d'une vapeur toxique,

- accident lors de la maintenance, accident de circulation,
- etc. La prévention des accidents du travail passe par :
- la mise à disposition d'EPI : gants, chaussures de sécurité, lunettes de protection, bouchons et casques antibruit, etc.),
  - l'information et la sensibilisation du personnel : documentation sur les équipements à disposition, consignes de tri, cadre de travail et risques inhérents, organisation de la circulation sur site, etc.
  - une bonne signalisation des risques sur le lieu de travail ;
  - l'équipement des machines de dispositifs de sécurité : dispositifs de détection de présence d'arrêt automatique sur les cribles et presses à balles, etc.

## **Recyclage des matières plastiques**

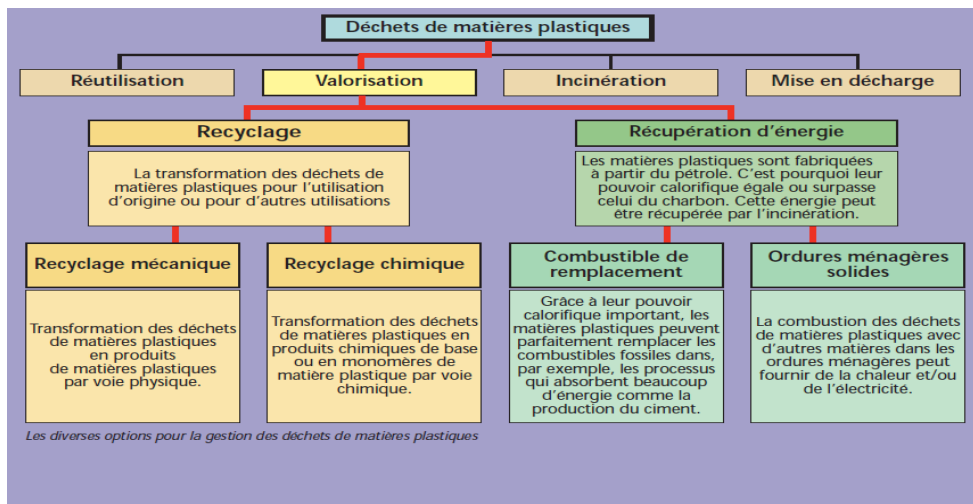
### **Introduction**









4% de la production mondiale totale de pétrole sont transformés en matières plastiques.

Le pétrole est une matière première non-renouvelable et le recyclage des matières plastiques permet d'économiser cette précieuse matière première.

Le recyclage permet également de réaliser des économies d'énergie en comparaison avec la production de la matière plastique primaire.

D'autre part, grâce au recyclage, on évite les coûts de la mise en décharge ou de l'incinération : un avantage non négligeable.



		Applications primaires des plastiques	Applications secondaires après recyclage mécanique
 <p><b>PP: polypropylène</b> Pots à yaourt, barquettes pour margarine, caisses à claire-voie, plats pour micro-ondes, emballages médicaux, pièces pour automobiles, tapis et fibres, pièces d'appareils électriques, meubles de jardin, bouchons de bouteilles/flacons.</p> $\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_n$	<p>Caisnes à claire-voie, palettes, emballages pour des liquides techniques comme pots de peinture, pièces pour automobiles, châssis cachés, pièces pour du matériel électrique, batteries pour automobiles, caisses à outils, mobilier de jardin, textile, bacs à fleurs.</p>	 <p><b>PEHD: polyéthylène haute densité</b> Applications à parois épaisses rigides telles que bouteilles, flacons, seaux, bouchons, jouets, articles ménagers, réservoirs à carburant, tuyaux d'évacuation, feuilles pour sacs à ordures ménagères, caisses à claire-voie.</p> $\left[ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_n$	<p>Sacs à usage industriel, conteneurs de déchets, flacons pour produits de nettoyage, couvercles, fûts, palettes, seaux, plaques, caisses à claire-voie, emballages et produits de remplacement du bois</p>
 <p><b>PS: polystyrène</b> Emballages à usage unique pour viande et charcuterie, glaces, et légumes, appareils électriques, gobelets à café, tasses et assiettes, cassettes vidéo et audio, trains miniatures.</p> $\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}} \right]_n$	<p>Cintres, articles utilitaires, films, emballages, isolation, profilés, meubles, matériel électrique et électronique.</p>	 <p><b>PEBD: polyéthylène basse densité</b> Feuilles d'emballage, films pour l'agriculture et l'horticulture, films extensibles, jouets, revêtements, tuyaux d'irrigation, sacs pour fruits et légumes, sacs à ordures ménagères, sacs publicitaires.</p> $\left[ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_n$	<p>Sacs à ordures ménagères, sacs publicitaires, films pour l'agriculture, films pour la construction, palettes, tuyaux</p>
 <p><b>PETP: polyéthylène téréphthalate</b> Bouteilles pour boissons gazeuses, emballages pour l'industrie alimentaire, vêtements.</p> $\left[ \text{C}_6\text{H}_4 - \text{CO} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} \right]_n$	<p>Bourne pour anoraks, coussins et sacs de couchage, corde, tapis, bouteilles, films, bandes d'emballage</p>	 <p><b>PSE: polystyrène expansé</b> Emballages tampons pour appareils ménagers, électronique et instruments, emballages pour œufs, emballages pour restauration rapide, isolation thermique.</p> $\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}} \right]_n$	<p>Pièces pour CD, armatures d'appareils-photos à usage unique, pots de fleurs ornementaux, cintres, plaques d'isolation, emballages pour le transport, agglomérés légèrement isolants (poroton), substrat pour plantes</p>
 <p><b>PUR: polyuréthane</b> Mousse de confort pour coussins et matelas, appuie-têtes et accoudoirs, éponges, mousse d'isolation.</p> $\left[ \text{R}'\text{O} - \text{C}(=\text{O}) - \text{NH} \right]_n$	<p>Couche sous-jacente de tapis, tatamis, isolation acoustique, pièces pour automobiles, tapis pour béton, mortier isolant</p>	 <p><b>PVC: chlorure de polyvinyle</b> Châssis de fenêtres, profilés pour la construction, tuyaux d'évacuation, revêtements de sols, rideaux, gouttières, isolation des câbles, cartes de crédit, produits médicaux (y compris poches pour plasma sanguin), blisters, bouteilles, revêtements.</p> $\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]_n$	<p>Revêtement de tuyaux, panneaux de façade, tuyaux, éléments pour systèmes de stockage, revêtement de sol, grillage, rails, conteneurs, chaussures, mobilier de jardin</p>

**Figure 16 : Recyclage et valorisation des déchets en plastiques**

### Le recyclage mécanique des plastiques

Il s'agit de la refusion et de la transformation de déchets de matières plastiques en nouveaux produits.

Le plastique utilisé est d'abord trié, nettoyé et lavé puis extrudé pour donner des granulés.

Parfois, il ne faut pas extruder la matière, mais uniquement la lacérer ou la broyer.

Les granulés servent de matière première secondaire pour la production de nouveaux produits plastiques.

On parle alors de recyclage de la matière.

Le recyclage mécanique n'est réalisable économiquement et écologiquement parlant que si des quantités suffisantes de déchets homogènes, séparés et triés sont présentes.

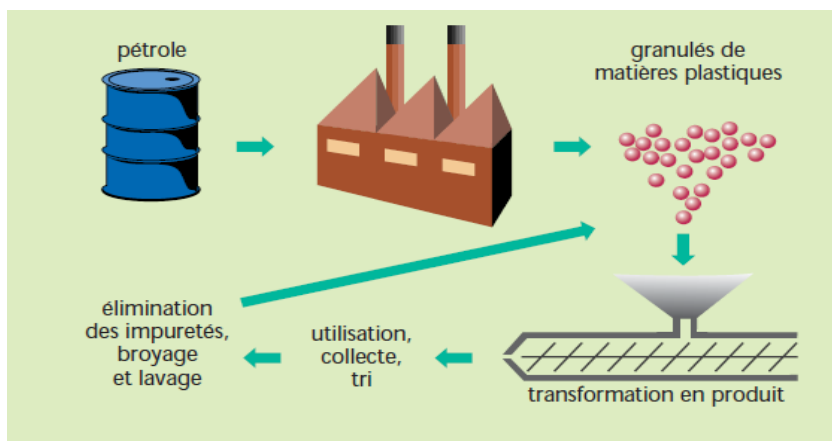


Figure 17 : Recyclage mécanique des différents plastiques

### Exemples de recyclages mécaniques

#### Le PEHD: Polyéthylène à haute densité

Les déchets de PEHD ménagers sont constitués de flacons à paroi épaisse comme, par exemple ceux qui contiennent des produits ménagers, des shampoings et des cosmétiques.

Les déchets sont introduits dans un broyeur qui lacère la matière. Les rognures de PEHD sont ensuite lavées et séchées.

Les rognures de plastique sont fondues et comprimées par une vis sans fin dénommée 'extrudeuse' et passent ensuite dans une filière, avant d'être découpés en granulés

#### Le PET: Polyéthylène téréphtalate

Les déchets de PET ménagers sont surtout constitués de bouteilles d'eau minérale et de boissons rafraîchissantes.

Les flocons de PET proviennent du broyage des déchets, après élimination de tout ce qui n'est pas PET dans une installation de lavage et de séparation.



Source : FOST Plus

Figure 18 : Transformation des bouteilles de plastique en flocons « granules »





Figure 19 : Processus de valorisation des matières plastiques

### Le recyclage chimique des plastiques

Le recyclage chimique appelé également dépolymérisation, consiste en la destruction des liaisons chimiques des polymères par action chimique à chaud

Exemple de recyclage chimique :

#### Les PVC: POLYCHLORURE DE VINYLE

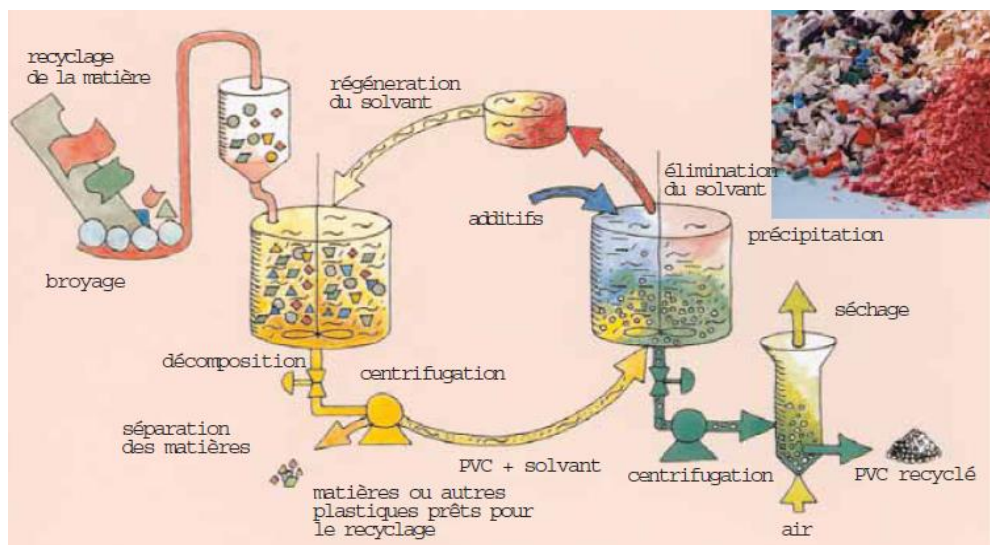


Figure20 : Processus d'élaboration du PVC recyclé

Vinyloop est un procédé au cours duquel un solvant chimique dissout totalement le PVC.

- Une centrifugation et des filtres adaptés séparent ensuite le PVC de la fraction résiduelle.
- La solution de PVC qui reste contient encore des additifs et des stabilisateurs du produit original.
- Pour obtenir un PVC de même qualité, on ajoute à ce stade des additifs supplémentaires. On utilise de la vapeur pour faire évaporer le solvant qui peut être réutilisé lors d'un procédé suivant.
- Le PVC est séché et on obtient finalement des granulés de PVC purs à 100%.

## **Recyclage des métaux**

On distingue les métaux ferreux des métaux non ferreux

- Le recyclage permet de réduire l'extraction de matières premières : l'acier recyclé permet d'économiser du minerai de fer ;
- Le recyclage de 1 kg d'aluminium peut économiser environ 4 kg de produits chimiques et 14 kWh d'électricité ;
- l'aluminium est recyclable à 100 % ; 1 kg d'aluminium donne 1 kg d'aluminium (après avoir été fondu)

### **Métaux ferreux:**

- Ferraille (fer, acier, fonte) chutes neuves d'usine (industrie automobile, mécanique...),
- chutes de transformation,
- ferraille de collecte,
- véhicules hors d'usages (VHU),
- démolition (navale, usine, friche),
- voies de chemin de fer...

### Acier

Repris en l'état par des sociétés de récupération de métaux. Fabrication des pièces de moteur, des outils, des boîtes de conserve, etc.

### **Aluminium**

Repris en l'état par des sociétés de récupération de métaux. Fabrication des canettes, du papier d'emballage, des constituants d'automobile (culasses, boîtes de vitesses, etc.)

### **Emballages métalliques**

Les fûts, conteneurs, emballages légers qui ne sont pas réutilisés en l'état après nettoyage sont compactés et transportés aux aciéries.

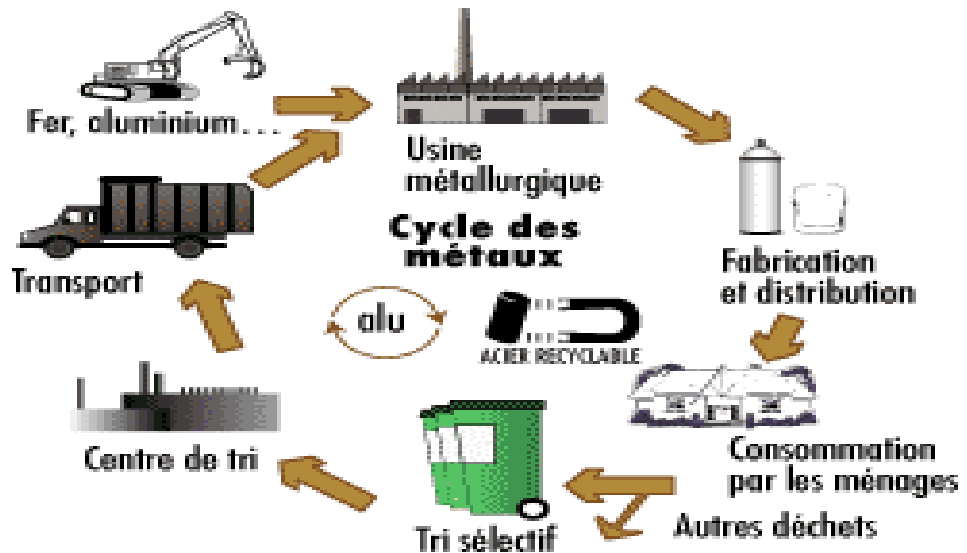


Figure 21 : schéma illustrant le tri des métaux ferreux

#### Métaux non ferreux :

- aluminium (emballages, fils...)
- cuivre (tubes, câbles...)
- inox (équipements agroalimentaires, cuisines...)
- plomb (accumulateurs, batteries...)
- zinc (toitures, alliages...)
- chrome
- nickel...

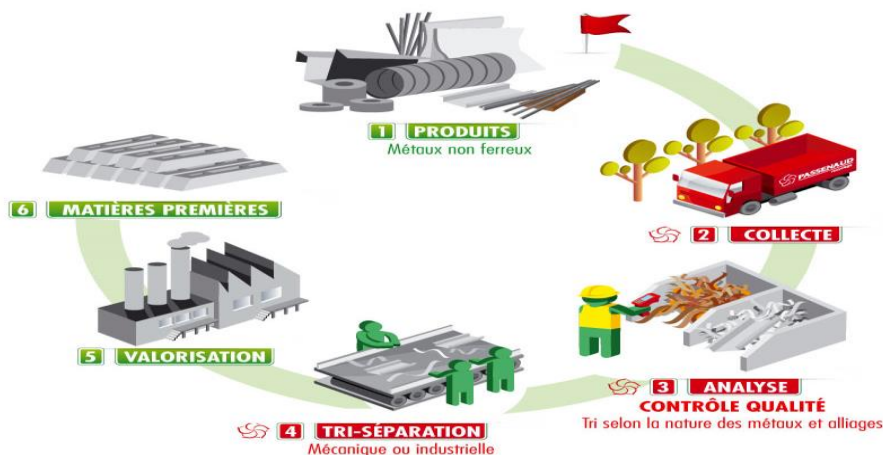


Figure 22 : Tri des métaux non ferreux

#### Recyclage du papier

Le recyclage des vieux papiers et des emballages carton allonge la durée de vie de la fibre de cellulose qui les compose : elle peut être réutilisée jusqu'à 5 fois pour faire du papier journal, et un peu plus pour faire du carton.

Les journaux, magazines et papiers redeviennent des journaux ou des feuilles pour écrire et imprimer.

Avec 100 kg de papier recyclé, on imprime plus de 550 journaux.

Le papier issu des briques alimentaires recyclées sert à fabriquer du papier hygiénique, du papier essuie-tout ménager et industriel, du papier cadeau, des nappes en papier, etc.

Avec 4 briques alimentaires (40 g), on fabrique 1 rouleau de papier toilette.

Avec 1 tonne de briques alimentaires, on fabrique 29 000 paquets de 10 mouchoirs (23 g).

1 tonne de briques alimentaires recyclées économise :

- 2 tonnes de bois,
- 9 m<sup>3</sup> d'eau,
- 4 MWh

et évite le rejet de

- 0,13 T éq. CO<sub>2</sub>

Quelle que soit leur filière de recyclage, les papiers, cartons et briques alimentaires sont traités selon le même principe:

- **Ils sont broyés, plongés dans un bain d'eau et brassés dans une grande cuve (pulpeur),** ce qui permet de séparer les fibres de cellulose des autres matériaux.
- **Plastique, vernis, colle, agrafes ou aluminium** sont récupérés par *filtration*.

**Puis le désencrage de la pulpe** est effectué en ajoutant **de l'oxygène ou du savon** aux cuves de repulpage.

Les molécules d'encre « s'accrochent » aux molécules d'oxygène (ou aux bulles de savon) et remontent à la surface des cuves où on les récupère.

Enfin, **la pulpe est mélangée à de l'eau dans un raffineur pour produire de la pâte à papier.** Celle-ci suit ensuite le procédé habituel de fabrication du papier-carton : **égouttage, pressage, séchage et mise en bobines.**

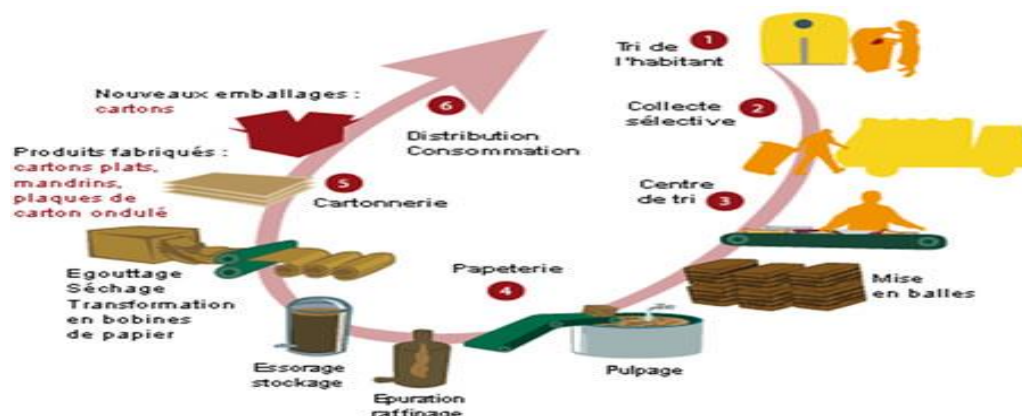


Figure 23 : Recyclage des papiers



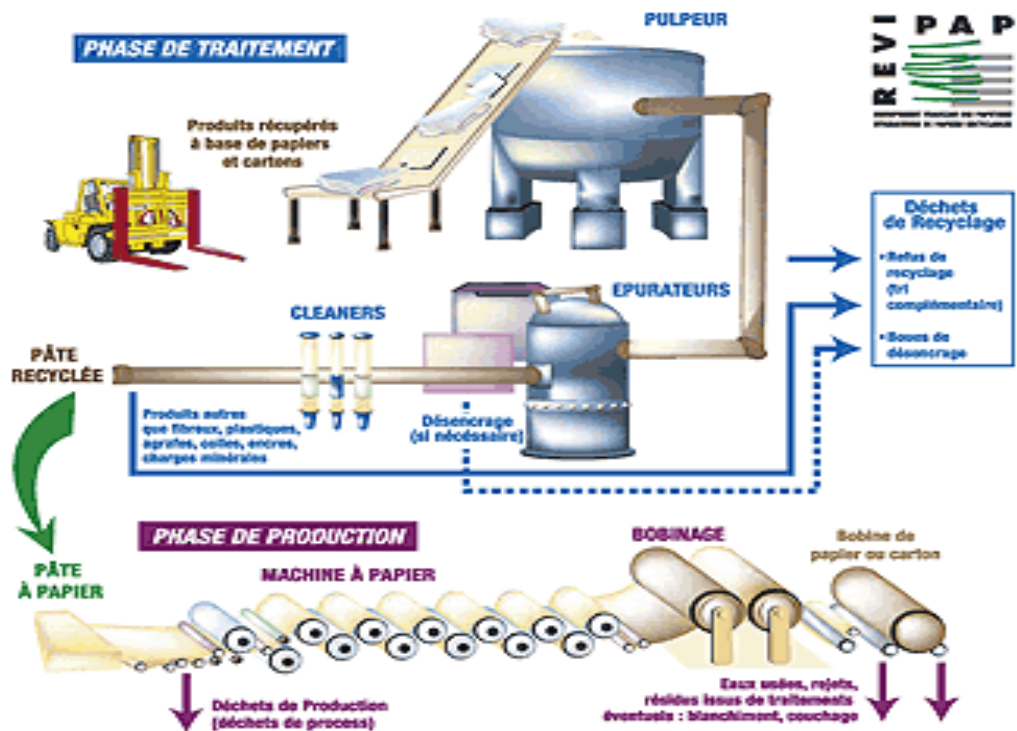


Figure 24 : Phase de traitement et recyclage de papiers et de cartons

## Recyclage du verre

Le verre peut être refondu à l’infini pour fabriquer de nouvelles bouteilles, sans aucune perte de qualité ou de transparence.

Ce système s’appelle le recyclage en « boucle fermée » ou de « bouteille à bouteille ».

Un nouveau contenant en verre peut ainsi inclure jusqu’à 90 % de verre recyclé ! La seule limite à la quantité de verre pouvant être recyclée est sa qualité. En effet, du verre de mauvaise qualité ne peut pas servir à la production de bouteilles par exemple.

Une tonne de verre recyclée représente:

- 0,66 tonne de sable,
- 0,1 tonne de calcaire,
- 1,46 MWh,
- 0,46 tonne d’équivalent CO<sub>2</sub> évitée.

## Le Processus du recyclage du verre

Un tri manuel permet de retirer les objets qui ne sont pas en verre.

Un tri mécanique élimine les capsules, les débris de faïence, de porcelaine, les bouchons, papiers. Le verre est ensuite broyé et transformé en calcin.

Le calcin est fondu dans un four à une température de 1400°C, associé à de la silice, de la soude, du calcaire et des colorants.

La pâte en fusion passe dans un moule où elle est soufflée puis refroidie.

La pâte de verre sera transformée :

- en bouteilles;
- en bocaux;
- en flacons;
- en pots.

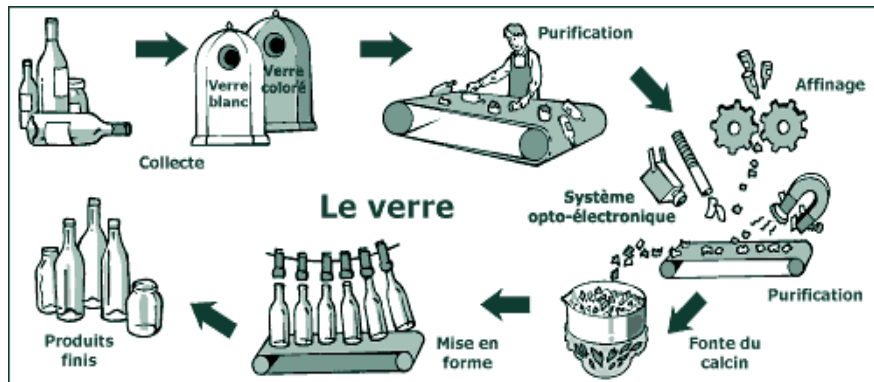


Figure 25 : Recyclage du verre

## CHAPITRE IV CENTRE D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE ET COMPOSTAGE

### I-CENTRE D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE

#### 1-INTRODUCTION

Enfouir les déchets, il ne s'agit pas de faire un trou et de les enterrer, mais de préparer une structure qui est en fait une autre technique de traitement biologique des déchets mais à très long terme.

En effet, un Centre d'Enfouissement Technique (CET) est une structure qui prend en charge l'élimination des déchets dans des conditions écologiques acceptables et évite au maximum de porter atteinte à l'environnement

#### 2-Choix d'un site d'implantation d'un CET:

De nos jours, la décharge n'est plus un dépotoir sauvage et anarchique, mais elle est soumise à autorisation et est régie dans son aménagement, son exploitation et post-exploitation par une réglementation bien précise et utilisant des techniques qui permettent d'éviter toutes nuisances à l'environnement.

Le choix d'implantation d'un CET engage la commune ou la wilaya pour Un siècle au minimum, par conséquent toutes les précautions doivent être prises.

La localisation du site met en exergue plusieurs points incontournables que le bureau d'études doit prendre en compte dans ses démarches, sachant que l'exploitant ne peut obtenir une autorisation que si le contexte géologique et hydrogéologique du site est favorable et non sollicité.

Il s'agit donc de trouver un site possédant naturellement une barrière passive d'épaisseur variable suivant la destination du CET, de définir et de respecter :

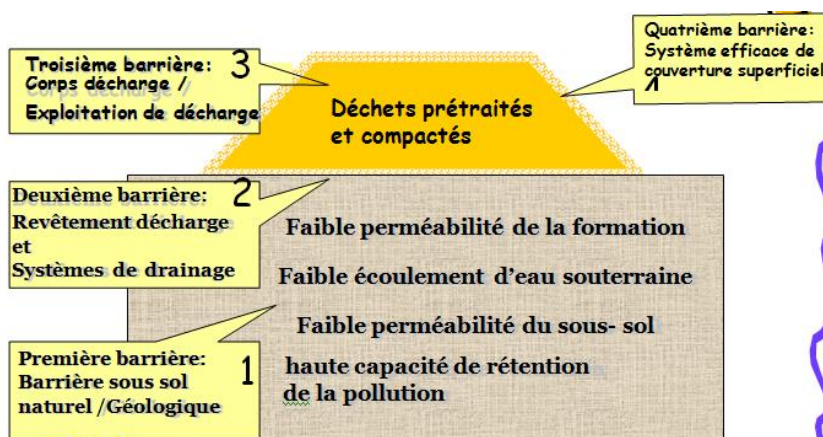
- Le contexte géologique, doit permettre de préciser la nature du substratum et les zones d'affleurement
- Zone avec risque de tremblement de terre,
- Zone avec risque de glissement, d'effondrement et de cavités souterraines qui ne peuvent pas être éliminées;
- Situation morphologique extrême (escarpement, haute montagne)
- Monument naturel géologique.
- Périmètres de protection des ressources en eau potable existants ou planifiés;
- Zone karstique avec une faible couverture peu perméable, ainsi que le karst ouvert
- Zones dans lesquelles se trouvent des roches fissurées;
- Zone d'inondation
- Coupes géologiques existantes notamment au niveau de puits creusés et forages
- Positionnement et profondeur de la/ou des nappes phréatiques, sens d'écoulement et qualité de leur eaux
- Bassins versants pour les eaux de surface et positions des captages et points d'alimentation en eau potable.
- Zones protégées de ressources en eau potable et/ou présence de sources sur le site envisagé;
- Profondeur de la nappe phréatique (inférieure à 5 mètres);
- Réserves d'eaux souterraines d'importance régionale;
- Zones à relief très accidenté, escarpé avec risques de chutes de pierres ou éboulement de roches

- Zones à risque important d'érosion;
  - Zones identifiées comme réserves de matières premières;
  - Parcs nationaux, réserves faunistiques ou floristiques; Proximité de monuments et sites historiques;
  - Zones de glissement ou d'affaissement de terrain;
  - Zones d'espaces verts d'importance régionale et zones destinées aux mesures d'aménagement de paysage.
  - Proximité d'habitations (à moins de 200 mètres);
  - Zones forestières;
  - Zones situées dans un périmètre du point de référence des pistes de décollage ou d'atterrissage d'un aéroport;
  - Proximité ou présence sur le site retenu de lignes haute tension et téléphoniques;
  - Canalisation Epaisseur insuffisante de la couche naturelle d'étanchéité; d'eau ou eaux usées;
  - Présence de gazoducs ou d'oléoducs.
  - La fonction de l'installation projetée
  - La dimension et la situation géographique de l'installation
  - Les autres activités provoquées par l'activité
  - Le milieu naturel; Le milieu biologique; L'occupation des sols; La population et l'habitat ; Les activités socio- économique ; Le niveau initial des nuisances ; Le degré d'altération ; L'étendue ; La durée de l'impact ; Le degré de perturbation ; Précautions destinées à éviter l'apparition de nuisances ou de préjudices éventuels; les Correction destinées à compenser les effets des nuisances potentielles
- Classe I : Déchets dangereux
  - Classe II : Déchets ménagers et assimilés
  - Classe III : Déchets inertes

Les centres d'enfouissements techniques sont construits suivant le principe que le dispositif d'imperméabilisation susceptible:

- d'éliminer toute fuite de liquide (jus de décharge) et de prévenir tous risques de fuites dans le sous sol.
- De maintenir en toute sécurité et à long terme un état
- d'étanchéités parfaites.

Exigences satisfaites grâce à l'utilisation de système de barrières mixtes combinant une géo-membrane avec une barrière argileuse ou imperméable.



**Figure 26 ; Choix d'un site d'implantation d'un centre d'enfouissement technique**

CET et étanchéité approche à barrière multiple

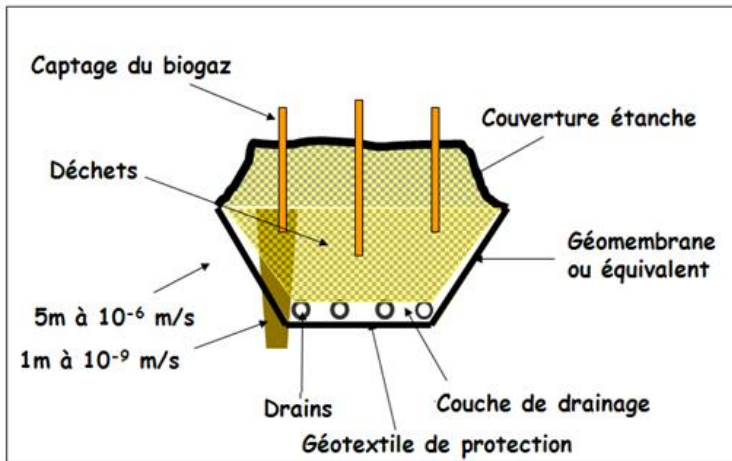


Figure 27 : les différentes parties d'un centre d'enfouissement technique

CET pour déchets ménagers assimilés



Photo 6 : Centre d'enfouissement technique

### 3- Méthode d'exploitation d'un CET

La méthode d'exploitation retenue pour les CET est celle de la décharge contrôlée compactée, ou broyée compactée. Elle s'effectue à l'intérieur même des casiers.

Les déchets sont étendus en couches successives dans les casiers où ils sont nivelés et compactés ;

Lorsque la hauteur de la couche des déchets compactés atteint 0,8 à 1,2 m, elle est recouverte d'une couche de matériau de couverture (terre) d'environ 10 cm, issu des déblais du creusement des casiers, de préférence non argileux.

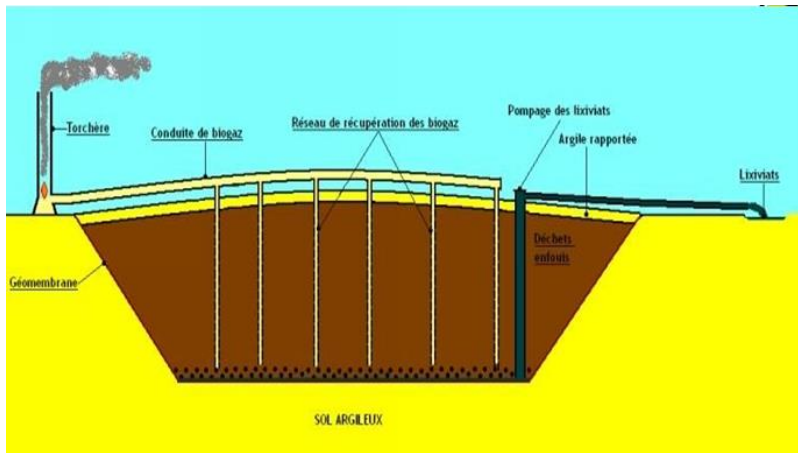


Figure 28 : Récupération du lixiviat et gaz

#### Composition du lixiviat :

- Eau
- Matières organiques - graisses, hydrocarbures, protéines, sucres, cellulose, bactéries, microbes
- Matières inorganiques - sels, chlorures, phénols, métaux lourds, phosphates, nitrates



*Toxique, corrosif,  
dangereux pour la santé  
et l'environnement*



#### 3-1 Traitement du lixiviat

**Procédés biologiques** → *• Lagunage aéré  
• Cultures fixées  
• Etc.....*

**Procédés chimiques** → *• Oxydation avec de l'ozone  
• Oxydation au peroxyde  
d'hydrogène  
• Oxydation UV  
• Etc.....*

**Procédés physico-chimiques** → *• Coagulation-floculation*

**Procédés par membranes** → *• Osmose inverse  
• Nanofiltration*



### 3-2 Composition du biogaz

- 50 à 70 % de méthane  $CH_4$
  - 30 à 40 % de dioxyde de carbone  $CO_2$
  - 0,2 à 5 % d'hydrogène sulfuré  $H_2S$
  - 0,2 à 3 % de  $N_2$
- et des traces d'autres gaz ( $NH_3$ ,  $H_2$ ,  $CO$ , ...)

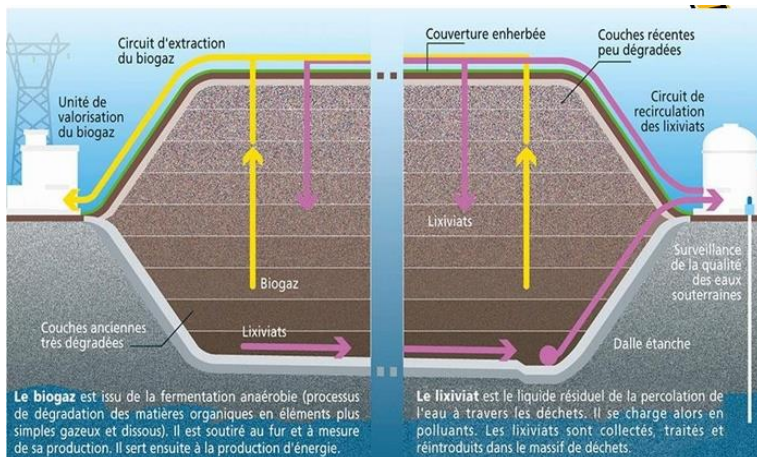


Figure 29 : Mécanismes pour la récupération du biogaz

## II-Compostage

### 1- Introduction

La présence de matière organique dans le sol est primordiale pour maintenir la fertilité du sol.

Le compost est un engrais organique, qui ajoute de la matière organique et des substances nutritives au sol.

Les engrais chimiques profitent immédiatement aux plantes alors que les engrais organiques doivent être transformés en substances nutritives avant que les plantes ne soient en mesure de les utiliser.

Le compostage est un traitement biologique de déchets organiques, il permet :

- La stabilisation du déchet pour réduire les pollutions ou nuisances associées à son évolution biologique ;
- La réduction de la masse du déchet ;
- La production d'un compost valorisable comme amendement organique des sols

### 2- Traitement biologique des DMA

Les procédés de traitement biologique des déchets organiques sont des techniques robustes éprouvées. Ils n'exigent pas de technologies sophistiquées et sont relativement pas chers et faciles à mettre en œuvre.

Le métabolisme énergétique de tous les êtres vivants repose sur des réactions d'oxydoréduction. Cela signifie que les organismes vivants tirent l'énergie nécessaire à leur vie en oxydant des substrats

Ces micro-organismes, très nombreux et divers biodégradent le déchet, dès lors que sa fraction organique est bio-disponible et biodégradable.

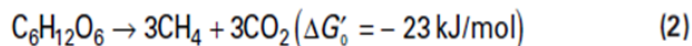
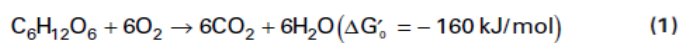
Les organismes qui utilisent de l'oxygène pour dégrader la matière organique sont appelées microorganismes aérobies et les traitements aérobies. Alors que les traitements sans oxygène des traitements anaérobies

-Exemple : l'ion hydrogénocarbonate  $\text{HCO}_3^-$  peut être réduit en  $\text{CH}_4$ ,

- l'ion sulfate  $\text{SO}_4^{2-}$  peut être réduit en  $\text{H}_2\text{S}$

- l'ion acétate  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  est réduit en éthanol  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

De ce fait, la croissance des micro-organismes aérobies (1) est généralement plus rapide que celle des micro-organismes anaérobies (2). Les traitements biologiques aérobies sont donc plus rapides que leurs concurrents anaérobies



du fait des grandes quantités d'énergie libérées par les métabolismes oxydatifs aérobies, l'activité microbienne aérobie est susceptible de céder de la chaleur au milieu traité qui peut ainsi s'échauffer comme c'est le cas lors du compostage.

Il n'est nécessaire de chauffer un déchet en cours de compostage, alors que cela est indispensable pour une méthanisation ou une fermentation alcoolique qui s'accompagne d'un dégagement de chaleur quasi nul.

Les processus de biodégradation anaérobie s'accompagnent en effet d'une faible libération de chaleur.

Le compostage est un traitement biologique de déchets organiques, il permet:

- La stabilisation du déchet pour réduire les pollutions ou nuisances associées à son évolution biologique ;
- La réduction de la masse du déchet ;
- La production d'un compost valorisable comme amendement organique des sols.

Le compostage se caractérise par la grande diversité des microorganismes qui dans la majorité des cas sont initialement présents dans les déchets. Contrairement au cas de la digestion anaérobie, la connaissance des aspects microbiologiques ou biochimiques du traitement ne sont pas indispensables à une bonne maîtrise du compostage.

La mise en œuvre du compostage comporte généralement

Deux étapes biologiques auxquelles s'ajoutent des prétraitements et éventuellement du broyage, et mélange avec d'autres produits, tris, etc. La première étape biologique, dite de «fermentation chaude» répond aux objectifs de stabilisation du déchet et de réduction de sa masse.

IL se caractérise par la grande diversité des microorganismes qui dans la majorité des cas sont initialement présents dans les déchets. Contrairement au cas de la digestion anaérobie,

La connaissance des aspects microbiologiques ou biochimiques du traitement ne sont pas essentiels à une bonne maîtrise du compostage.

Au cours de cette étape, la matière organique est oxydée par des micro-organismes aérobies qui consomment l'oxygène et libèrent de la chaleur.



On assiste donc, si le déchet est aéré à une élévation de la température qui peut atteindre 70° et plus.

Pour de nombreux déchets, on enregistre une dégradation d'environ 30 à 40 % de la masse et d'environ 50 % du volume.

La durée de cette première étape varie de quelques jours à quelques semaines en fonction de la nature du déchet et des conditions opératoires. Durant cette étape dite, on assiste à une modification progressive de la population Microbienne de mésophiles à thermophiles si la température dépasse 45°C.

Lorsque les composés facilement biodégradables ont été consommés la température assèche le déchet, les moisissures et les actinomycètes deviennent prépondérants.

Le développement de certains champignons peut présenter des risques sanitaires, notamment pour les travailleurs directement exposés.

Des Spores fongiques ou bactériennes peuvent être véhiculées par envol de poussières lors de la manutention ou de l'aération du déchet ou du compost.

À l'issue de cette étape, le déchet est beaucoup moins bio-évolutif de plus les micro-organismes pathogènes, ont été détruits par effet thermique si la température a dépassé les 60°C de 5 à 24 heures.

On obtient donc un déchet stabilisé qui peut être stocké ou valorisé dans des conditions plus acceptables que le déchet de départ.

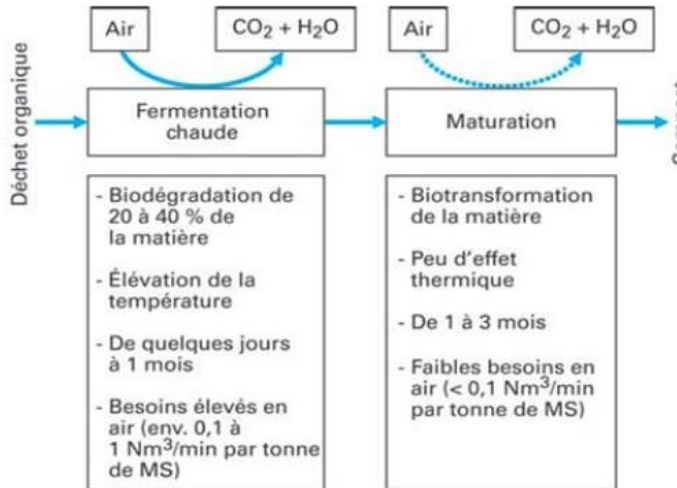
### 3- Compostage et matériaux

Compostables	Non compostables non dangereux	Non compostables dangereux
<b>Déchets des ménages</b>		
Restes de repas, papiers, cartons, déchets végétaux, textiles naturels (coton, etc.), déchets hygiéniques,...	Textiles synthétiques, plastiques, ferrailles, bois, inertes (verre, cailloux, sable), emballages souillés,...	Déchets de soin (Seringues, médicaments...), piles, DEEE (Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques), bombes aérosols, pots de peinture, ...
<b>Déchets de la ville</b>		
Déchets verts des espaces publics, feuilles issues du balayage des rues, plantes aquatiques non chargées en métaux lourds (ex : jacinthe d'eau), déchets organiques des marchés, ...	Gravats, terres, emballages souillés, ...	Bombes aérosols, pots de peinture, emballages souillés...
<b>Déchets des entreprises, services de l'Etat et des centres de santé</b>		
Résidus organiques des entreprises agro-alimentaires (ex : déchets de fruits, drêches de brasseries...), déchets organiques des restaurants, papiers, cartons, ...	Textiles synthétiques, plastiques, ferrailles, bois, inertes, verre, gravats ...	Déchets de soin (Seringues, médicaments...), bombes aérosols, pots de peinture, emballages souillés ...
<b>Déchets agricoles et d'abattoirs</b>		
Résidus de cultures (ex : coques de soja, paille ...), déjections animales (ex : fumier, fientes, bouses...), rumen (contenu des panses d'animaux), ...	Plastiques ...	Cadavres d'animaux, emballages de produits phytosanitaires ...

Si l'objectif est d'obtenir un compost, il est nécessaire de modifier les caractéristiques de la matière humique. C'est la seconde étape qui ne s'accompagne que d'une faible dégradation de la matière, du fait des besoins faibles en Oxygène (moins de 0,1 m<sup>3</sup> d'air par minute et par tonne de matière sèche) et l'échauffement limité'.

La température en cours de maturation est de l'ordre de 20 à 30°C.

#### 4- Etapes biologique du compostage



Selon l'origine et la nature du déchet, des pré- et post- traitements peuvent être nécessaires.

C'est le cas des opérations d'affinage pour la préparation du produit mature en vue de sa commercialisation.

Ces traitements visent à éliminer par tri densimétrique et/ou granulométrique les fractions grossières et les éléments indésirables tels que les cailloux mais aussi les métaux, les morceaux de verre et les matériaux plastiques.

Deux catégories de paramètres de compostage peuvent influencer l'activité bactérienne:

-Les paramètres de conduite du procédé : qui permettent de contrôler ou de suivre le processus. Il s'agit de l'aération, la température et l'humidité. Ces trois paramètres sont interdépendants, c à d qu'il n'est pas possible de contrôler l'un sans affecter les deux autres.

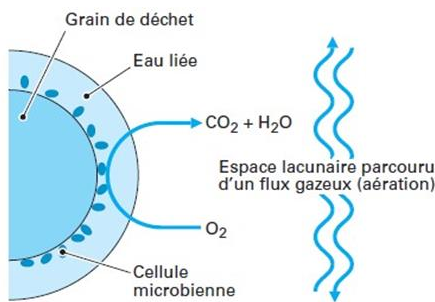
- Les paramètres caractéristiques du déchet : la biodégradabilité, la granulométrie, le pH et le rapport C/N/P (ratios des masses de carbone, azote et phosphore dans le déchet).

**5- Oxygène** : le contrôle des paramètres de conduite est important pour l'étape de fermentation chaude du compostage.

Cette étape repose sur des réactions de biodégradation aérobie, la teneur en oxygène est le premier paramètre à contrôler.

L'activité microbienne tend à appauvrir la phase gazeuse en oxygène d'autant plus rapidement que le déchet est facilement biodégradable.

Il est donc nécessaire, pour maintenir une activité microbienne aérobie optimale, de ré oxygéner le déchet en l'aérant



**Figure 30 : Schéma du processus de biodégradation**

Le renouvellement de l'oxygène au sein de la masse du déchet peut s'effectuer sans intervention extérieure par convection naturelle accentuée sous l'effet de dégagement de chaleur (évacuation de l'air chaud créant un appel d'air). Cependant, cette approche de compostage en tas ou en andains n'est envisageable que dans les cas où le déchet est suffisamment poreux pour faciliter la circulation de l'air et relativement peu biodégradable pour que la consommation d'oxygène soit faible (inférieure à 0,1 m<sup>3</sup> par minute et par tonne de matière sèche).

Dans la plupart des cas pour les déchets de biomasse, il est nécessaire d'aérer le déchet par intervention extérieure.

On peut procéder :

- soit par retournement(s) mécanique(s) périodique(s) ou Continu: la fréquence des retournements dépend de la biodégradabilité du déchet et de l'avancement du traitement.
- Le retournement favorise aussi l'homogénéisation de la phase gazeuse, de la matière et de la température.
- soit par aération forcée par aspiration ou insufflation d'air

À travers le déchet ;

-soit par la combinaison des deux opérations.

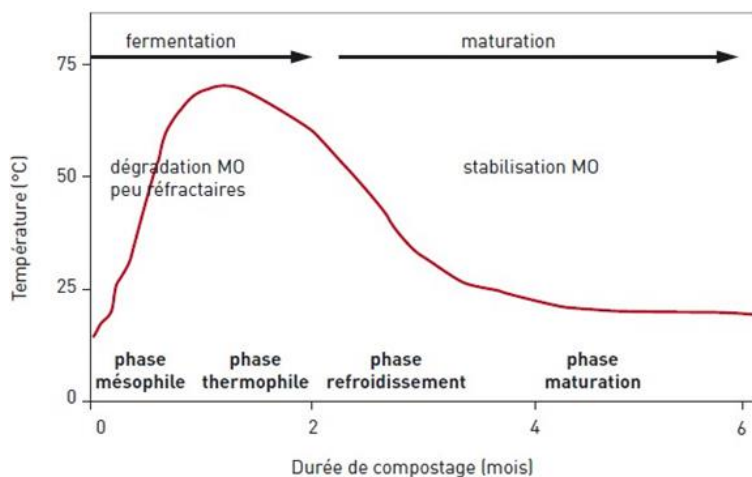
-soit par aération forcée par aspiration ou insufflation d'air à travers le déchet :

le déchet est disposé sous forme de tas ou d'andains soit sur une couche drainante, soit sur une base constituée de grilles permettant de forcer la circulation d'air par aspiration ou insufflation à la base du tas ou de l'andain

## **6-Température**

La température traduit l'équilibre thermique qui se crée entre, d'une part, la production de chaleur due à la biodégradation aérobie de la matière organique et, d'autre part, l'ensemble des pertes thermiques. Ces pertes sont liées aux phénomènes de conduction (refroidissement de la masse de déchet par dissipation de chaleur vers l'extérieur), de convection (entraînement d'air chaud par circulation liée à l'aération et à l'assèchement (l'évaporation de l'eau).

L'élévation de la température est souhaitée au cours de l'étape de chauffe pour deux raisons.



**Figure 31 : Variation de la température en fonction des phases de compostage**

L'élévation de la température est souhaitée au cours de l'étape chaude pour deux raisons:

D'une part, les vitesses de biodégradation augmentent et la durée du processus diminue. Ce qui entraîne des réacteurs ou des plates-formes plus modeste, entraînant des gains d'espaces et d'investissement important. Une élévation de la température de 10°C double les vitesses.

D'autre part, l'élévation de température répond à l'objectif « d'hygiénisation » visant à détruire les organismes indésirables initialement présents, tels que les germes pathogènes.

### 7- Teneur en eau

L'eau est indispensable à ce titre une teneur en eau minimale de l'ordre de 50 % du poids brut est indispensable pour que le déchet ai une bonne activité microbienne. Cependant, un déchet trop humide devient difficile à aérer car sa porosité à l'air diminue.

La teneur en eau optimale doit être comprise entre 60 et 80 % du poids brut.

### 8- La granulométrie

Elle conditionne l'accessibilité de la matière aux bactéries Les micro-organismes effectuant la biodégradation à partir de la surface des particules.

L'augmentation de la surface déchet par broyage améliore l'accessibilité de ses constituants et favorise donc sa biodégradation. Il est donc recommandé d'opérer le compostage avec un déchet dont la taille maximale des particules ne dépassant pas 10 cm environ. Cependant, une granulométrie trop fine augmente la compacité et rend l'aération plus difficile.

### 9- Le Ph

Le pH optimal pour l'activité de la plupart des micro- Organismes est aux alentours de 7.

En cours de compostage, on enregistre en général une baisse du pH durant les premiers jours liée à la forte production de CO<sub>2</sub>.

### 10- Le rapport C/N/P

Le rapport C/N/P est un paramètre important caractérisant la « valeur nutritive» du déchet. Les micro-organismes hétérotrophes consomment 20 à 30 fois plus de carbone que d'azote et environ. Et 100 fois plus de carbone de phosphore. Le rapport C/N/P optimal est donc de l'ordre de 100/ (4 à 5)/1. L'ajout d'un co-substrat organique peut permettre d'équilibrer les sources de carbone et d'azote

assimilables par les micro-organismes. Cas des déchets verts riches en carbone organique mais pauvres en azote : ajout d'un co-substrat riche en azote et phosphore, boues de STEP

## 11- Le compostage des déchets verts

Les branches, broussailles, tontes de gazon, entretiens de massifs, feuilles, copeaux, souches et billes de bois issus des particuliers, des activités municipales ou bien professionnelles.

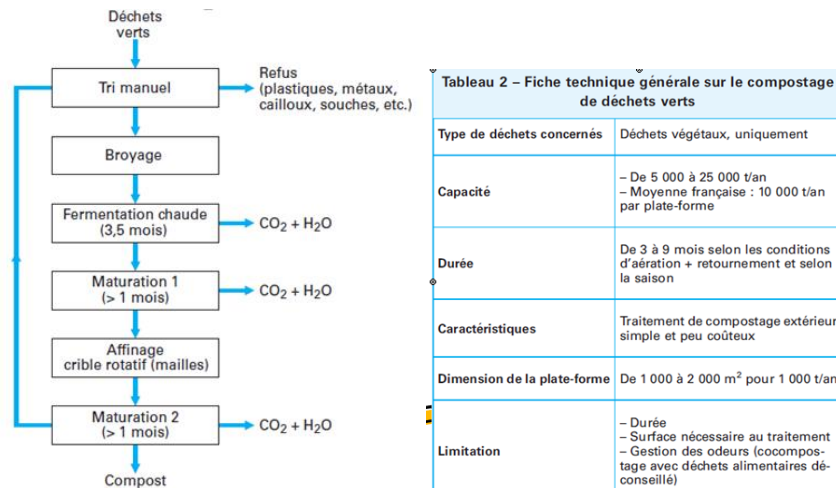


Figure 32 : Le compostage des déchets verts

## 12- Les caractéristiques du composte

Le compost obtenu doit répondre aux exigences suivantes :

- La constance de sa composition : la stabilité et l'invariabilité du produit ;
- L'efficacité agronomique
- L'innocuité à l'égard de l'Homme, des plantes, des animaux et de l'environnement) : absence de risques sanitaires en termes de germes pathogènes, parasites et graines de mauvaises herbes, ou de divers polluants retrouvés dans les déchets solides métaux lourds, polluants organiques de synthèse,...

## 13- Les risques biologiques

Quelle que soit l'installation, les risques devraient être pris en compte au niveau de la conception de l'usine.

Le risque biologique est représenté par des micro-organismes mais aussi par des composés chimiques issus de ces organismes (endotoxines, allergènes...), présents dans l'air sous forme de bio-aérosols susceptibles de provoquer une irritation des muqueuses ou des problèmes gastro-intestinaux et respiratoires

Il faut faire la différence entre :

Les micro-organismes présents dans les déchets à leur entrée (des entéro-pathogènes : bactéries, virus...) présentant un risque infectieux mais susceptibles de disparaître au cours du compostage,

Les micro-organismes qui se développent lors du traitement biologique (bactéries mésophiles et thermophiles, moisissures tels les Aspergillus...) qui présentent, par eux-mêmes ou par la génération d'endotoxines ou de spores, un risque non infectieux par des mécanismes immuno-allergiques, irritatifs ou cytotoxiques

Les composés auxquels les travailleurs sont exposés sont principalement l'ammoniac et les poussières. Les poussières peuvent contenir des HAP et des métaux, Fe; Al).

Des concentrations élevées De CO<sub>2</sub>, et certains composés azotés. Certaines installations présentent en plus des dangers d'explosion s'ils sont insuffisamment aérées.

**14- Ammoniac NH<sub>3</sub>**: Ce gaz est émis lors de la phase de montée en température du compost et après chaque retournement des andains. Les bâtiments fermés favorisent sa concentration.

**15- Sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S)** et mercaptans : ces composés Soufrés sont émis en faible proportion quand le processus de compostage fonctionne bien. Cependant, en cas de Dysfonctionnement de ventilation, la fermentation peut devenir anaérobie et conduire alors au dégagement de ces composés

**16- Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)** : Les émissions de NO et de NO<sub>2</sub> sont souvent inférieures aux normes même en système clos. Du protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) peut être émis surtout en fin de compostage.

**17- Composés organiques volatils (COV)** : Les COV, dans les composts et l'air ambiant à proximité, sont liés au processus de compostage et se retrouvent le plus souvent en faibles concentrations .

**18- Le méthane (CH<sub>4</sub>)** : Il peut pourtant s'en dégager en cas de dysfonctionnement de la ventilation (procédé de méthanisation)

## Travaux Dirigés

### Exercice 1)

#### Estimation du gisement et du ratio par habitant

Il suffit de diviser le poids total des déchets ménagers collectés en une journée par le nombre d'habitants selon la méthode qui suit :

$$R = P/H$$

P = poids de déchets collectés en une journée

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

Prenons l'exemple d'une agglomération de 100 000 habitants où on collecte 42 tonnes de déchets par jour :

Calculer le ratio / habitant/ jour

### Exercice 2 :

Une cité comprend dix immeubles, chaque immeuble est composé de 10 ménages et chaque ménage compte 6 personnes et que la collecte se fera une fois tous les trois jours, le caisson devra avoir une capacité minimale de : 100 litres

Sachant que chaque personne produit 0,5 kg/hab./jour

Estimer le nombre de caisson de 100 litres pour cette cité (sachant que le coefficient de conversion du poids en volume est 0.3)

Séance de travaux dirigés

#### Quantification des Ordures Ménagères

- Nombre d'habitants recensés (année n):  $P_n = P_0 \times (1 + T)^{n-n_0}$

Exemple :

$$P_{2020} = P_{2008} (1 + 2/100)^{2020-2008} = 3000000(1+0,02)^{12} = 3\ 805\ 000 \text{ Hab}$$

- Production par habitant (per capita) : exemple  $A_j = 0,9 \text{ kg/hab.j}$

$$\text{Production annuel par habitant : } A = A_j \times 365 = 0,9 \times 365 = 328 \text{ Kg/hab.an} = 0,328 \text{ t/hab.an}$$

- Gisement journalier :  $G_j = P_0 \times A_j \text{ (t/j)}$

- Gisement annuel de référence :  $G_0 \text{ (t/an)} = G_j \text{ (t/j)} \times 365 \text{ (j)}$

- Exemple :  $G_{2008} = 3\ 000\ 000 \times 0,328 \text{ t/hab.an} = 984\ 000 \text{ t/an}$

- Gisement Année n :  $G_n = P_n \times A \text{ (t/an)}$

- Exemple :  $G_{2020} = P_{2020} \times A = 3\ 805\ 000 \text{ (hab)} \times 0,328 \text{ (t/hab.an)} = 1\ 248\ 000 \text{ tonnes}$

#### QUANTIFICATION ET ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION

La production augmente en fonction de l'évolution du niveau de vie

Hypothèses d'évolution (valeurs à titre d'exemple) :

Production de déchets par habitant : hypothèse basse = +0,5 % / an; hypothèse haute = + 1 % / an

Hypothèses basses : Gisement Gb  $G(hb)_n = G_n (t/an) \times (1,005)^{n-n_0}$

Hypothèses hautes : Gisement Gh  $G(hh)_n = G_n (t/an*hab) \times (1,01)^{n-n_0}$

la différence relative sur 5 ans est de :

- la différence relative sur 5 ans est de :

$$\frac{(G_{hh}(n+n_0) - G_{hb}(n+n_0))}{G_{hb}(n+n_0)} - 1 \quad n-n_0=5, \text{ Soit } \frac{(1,015 - 1,0055)}{1,0055} = 0,051$$

Soit une différence relative de 5,1 % d'écart, ce qui peut conduire sur 10 à 20 ans à des écarts très significatifs

#### QUANTIFICATION ET ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION

- Hypothèse basse : Gisement Gb

$$G(hb)_n = G_n (t/an) \times (1,005)^{n-n_0} = 1248000 \times 1,005^{12} = 1325000 \text{ t}$$

- Hypothèse haute : Gisement Gh

$$G(hh)_n = G_n (t/an*hab) \times (1,01)^{n-n_0} = 1248000 \times 1,01^{12} = 1406000 \text{ t}$$



## Travaux Pratique

Echantillonnage pour analyse physique

Un échantillonnage représentatif doit s'effectuer plusieurs fois par an

L'échantillon doit être composé d'ordures provenant différents types de quartiers.

La méthode consiste à recueillir une quantité d'OM, le tout sera posé sur une aire de stockage, remué pour homogénéiser le contenu.

Une quantité de 0,8 à 1,6 tonnes doit être prélevée et déposée sur une aire bétonnée ou recouverte d'un film plastique.

Ce tas sera mélangé, disposé en "gâteau" puis séparé en quatre parts de 200 à 400 kg. On peut répéter l'opération pour diminuer la masse de l'échantillon à analyser jusqu'à environ 50 KG.

Généralement on choisit deux quarts au hasard qui seront analysés, les tas restant seront évacués.

La densité :

C'est la masse volumique des déchets divisée par la masse volumique de l'eau.

On distingue trois sortes de densité.

- Densité en poubelle (dans le récipient de présentation à la collecte)  $d \sim 0,15$  à  $0,25$ .
- Densité en benne (tasseuse ou non) Tasseuse  $d \sim 0,4$  à  $0,5$
- Densité en décharge (avec tassement)  $d \sim 0,6$  évoluant vers 1 après fin d'exploitation de la décharge.

Rapport C/N

Le rapport C/N ou rapport carbone organique sur l'azote total est un indicateur qui permet de juger du degré d'évolution de la matière organique, c'est-à-dire de son aptitude à se décomposer plus ou moins rapidement dans le sol.

- Un bon C/N de départ se situe entre 30 et 40, pour arriver à 10 - 20 en fin de compostage.
- Il est admis que, plus le rapport C/N d'un produit est élevé, plus il se décompose lentement dans le sol mais et plus l'humus obtenu est stable.
- Les teneurs en carbone organique, en azote et le rapport C/N des engrais et amendements organiques sont des facteurs très importants à considérer dans la gestion agronomique et environnementale.

Taux d'humidité

Taux d'humidité : % d'eau présente dans les Ordures Ménagères, le reste étant des matières sèches

- Les Ordures Ménagères sont plus ou moins humides et ce, en fonction du lieu et de la saison.,
- En Algérie les Ordures Ménagères sont humides  $\sim 50$  à  $60\%$
- On détermine le taux d'humidité en plaçant un échantillon à l'étuve à  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$  jusqu'à ce que le poids des matières sèches soit constant.
- $P^{\circ}$  Poids initial de l'échantillon
- $P1$  Poids final après séchage.

Le taux d'humidité :  $Th = \frac{(P0 - P1) * 100}{(P0) - 1}$

## Le Pouvoir calorifique

Un calorimètre de combustion mesure la chaleur produite lors d'une combustion. L'échantillon est pesé dans un récipient et rempli d'oxygène (30 bars). La combustion est démarrée à l'aide d'une étincelle d'allumage. L'expérience est terminée lorsque l'échantillon est complètement brûlé. L'augmentation de la température permet de calculer la valeur calorifique de l'échantillon.

## Références Bibliographiques

**ACHOUR F.(2008).** Caractérisation de la matière organique dans les ordures ménagères. Recherche d'indicateurs de stabilité. Thèse de doctorat. ISAL, INSE de Lyon.

**ADEME - BRGM (2001).** Guide pour le dimensionnement et la mise en oeuvre des couvertures de sites de stockage de déchets ménagers et assimilés.

**ADEME – LIRIGM.(2005).** Guide méthodologique pour le suivi des tassements des centres de stockage de classe II (Déchets ménagères et assimilés), Angers. ADEME éditions, 62 pages.

**ADEME (2001).** Guide pour le dimensionnement et la mise en oeuvre des couvertures des sites de stockages de déchets ménagers et assimilés. Publication BRGM – ADEME, 167 p.

**ADEME (2001).**Gérer le gaz de décharge : Techniques et Recommandations. Connaître pour agir. ADEME édition, 145 pages. 234

**ALOUEMINE S.O., MATEJKA G., ZURBRUGG G. et SIAI Mohamed M.E.O (2005a).** Caractérisation des ordures ménagères à Nouakchott – Partie 1 : Méthode d'échantillonnage " Déchets - Sciences et Techniques.

**ALOUEMINE S.O., MATEJKA G., ZURBRUGG G. et SIAI Mohamed M.E.O (2005a).** Caractérisation des ordures ménagères à Nouakchott Caractérisation des ordures ménagères à Nouakchott - Partie 2 : Résultats en saison sèche et saison humide "Déchets – Sciences et Techniques.

**AMOKRANE A. (1994).** Epuration des lixiviats des décharges, prétraitement par coagulation, floculation, traitement par osmose inverse, post-traitement par incinération. Thèse doctorat, spécialité Gestion et Traitement des déchets , INSA de Lyon.

**ARAN C. (2001).** Modélisation des écoulements de fluides et de transferts de chaleur au sein de déchets ménagers. Application à la réinjection de lixiviat dans un centre de stockage. Thèse de doctorat. INP Toulouse, 242 pages.

**ALOUEMINE S.O., MATEJKA G., ZURBRUGG G. et SIAI Mohamed M.E.O (2005a).** Caractérisation des ordures ménagères à Nouakchott – Partie 1 : Méthode d'échantillonnage " Déchets - Sciences et Techniques.

**ALOUEMINE S.O., MATEJKA G., ZURBRUGG G. et SIAI Mohamed M.E.O (2005a).** Caractérisation des ordures ménagères à Nouakchott Caractérisation des ordures ménagères à Nouakchott - Partie 2 : Résultats en saison sèche et saison humide "Déchets – Sciences et Techniques.

**AMOKRANE A. (1994).** Epuration des lixiviats des décharges, prétraitement par coagulation, floculation, traitement par osmose inverse, post-traitement par incinération. Thèse doctorat, spécialité Gestion et Traitement des déchets , INSA de Lyon.

**ARAN C. (2001).** Modélisation des écoulements de fluides et de transferts de chaleur au sein de déchets ménagers. Application à la réinjection de lixiviat dans un centre de stockage. Thèse de doctorat. INP Toulouse, 242 pages.

**BEN AMMAR S. (2006).** Les enjeux de la caractérisation de déchets ménagers pour le choix de traitements adoptés dans les pays en développement : Résultats de la caractérisation dans le grand Tunis. Mise au point d'une méthode adoptée. Thèse de doctorat. Institut Polytechnique de Lorraine.

**BENHOUBOU M.N. (2008).** Présentation de la gestion des déchets et le centre d'enfouissement Technique de la ville de M'Sila. Rapport de thèse ,1ière Année post graduation option : Architecture et Technologie. 28 pages.

**BERDOULAY U ; SOUBEYRAN(2002).** Écologie Urbaine et l'Urbanisme : Aux fondements des jeux actuels. 255 pages.

**BERTHE C. (2006).** Etude de la matière organique contenue dans des lixiviats issus de différentes filières de traitement de déchets ménagers et assimilés. Thèse de doctorat, Université de Limoges.

**BESSIX A (2000).** Surveillance des centres de stockage des déchets. Environnement et Technique n°202. P 27 – 29

**CHASSAGNAC T. (2005).** Réhabilitation des décharges, Mécanismes de dégradation et impacts, technique de l'Ingénieur, G 2680, 13 pages.

**Chiampo F., Conti R. et Cometto D. (1996).** Morphological characterisation of MSW landfills. Resources, Conservation and Recycling, 17,37- 45.

**CHIKBOUNI L. (2009).** Traitement des lixiviats de la décharge d'Ouled Fayet par la combinaison des deux procédés coagulation et oxydation Fanton. Mémoire de fin d'étude , Ecole polytechnique.

**CHIRIAC R. (2004).** Caractérisation des émissions des composés chimiques volatils issus des centres de stockage de déchets ménagères et assimilés suite à leur dispersion dans l'environnement. Thèse de doctorat , INSA Lyon

**CINTEC ENVIRONNEMENT (2004).** Site d'enfouissement Technique : Traitement / valorisation des déchets et résidus.

**CNES (2003).** La prise en charge des actions de l'environnement au niveau des collectivités locales, 72 Pages + Annexes.

**CNIID (2001).** Les décharges d'ordures ménagères un danger potentiel près de chez nous. Dossier de synthèse.

**COUTURIER C. (2003).** Du centre d'enfouissement au bioréacteur P.1-8.

**CREEP (2000).** Le stockage, un maillon essentiel de la gestion des déchets. Pages 1- 4.

**DEQUIED F. (1996).** L'élaboration d'un tableau de bord de l'environnement Urbain : Les indicateurs de l'environnement Urbain. Rapport de stage. Diplôme d'études supérieures spécialisées "Gestion et Génie de l'environnement". 111 pages. 237

**EPA (1993).** Criteria of Solid waste disposal facilities: A guide for owners / operators, 18 pages.

**Europeau Journal Of scientific Research ISSN 1450 - 216 X.** Vol.25 n° 4, pp.526 -537.

**FRANCOIS V. (2004).** Détermination d'indicateurs d'accélération et de stabilisation de déchets ménagers enfouis et étude de l'impact de recirculation de lixiviats sur colonne de déchets. Thèse de doctorat. Université de limoges.

**GACHET C. (2005).** Evolution bio physico-chimique de déchets enfouis au centre de stockage de déchets Ultimes du Sydrom du Jura, sous l'effet de la recirculation de lixiviat.

**Gillet (1985).** Traité de gestion des déchets solides. Iier volume. Programme minimum de gestion des ordures ménagères et des déchets assimilés OMS / PNND – Copenhague, 397 pages.

**GOVERNORAT DU GRAND ALGER (1998).** " Alger, capitale du 21 ème Siècle"- Volume 1 – le grand projet Urbain de la capitale. Urbanis éditions – Alger, 265 pages.

**GRELLIER (2003).** Etude de la recirculation de lixiviats dans une décharge par la méthode de panneaux électrique. Colloque Géo France, Paris, Université Pierre et marie Curie. Pages 8 - 11.

**GUICHARDAZ D. (2008).** Bioréacteur : La décharge en mieux plébiscite. Environnement Technique n° 279. P.22-25.

**HOCINE S. (2006).** Gestion des déchets solides Urbains et diagnostics du centre d'enfouissement Technique d'Ouled Fayet,. Mémoire de Magister ,212 Pages 238

**Indiana Department of Environmental Management Office of Land Quality (2000).** A final Cover and Closure certification requirement for solid waste disposal facilities. 4 pages. INP TOULOUSE, 242 pages.

**ISMAIL A.R. (2008).** Caractérisation et Traitement des lixiviats générés par les déchets du centre d'enfouissement technique d'Ouled Fayet. Mémoire de fin d'étude, Ecole polytechnique.

**JOACIO, M. (2006).** Influence des prétraitements mécaniques et biologiques des ordures ménagères résiduelles (OMR) sur leur comportement bio- physico-chimique en Installation de stockage des déchets. Thèse de doctoral, INSA de Lyon.

**JOACIO.D (2006).** Influence de prétraitements mécaniques et biologique des ordures ménagères résiduelles (OMR) sur le comportement bio-physico-chimique en installation des stockages des déchets.

**JOHANNESEN L.M. (1999).** Guidance Note on Recuperation of Landfill Gas from Municipal Solid Waste Landfills Urban Development Division, Urban Waste Management thematic group World Bank, 29 pages.

**JOHANNESSEN LM; BOYEG (1999).** Observations of solid waste Landfills in developing countries: Africa, Asia, and Latin America. 41 pages.

**Journal officiel de la république n° 26,24 Rabie El Aoul 1427. (2006).** Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels.

**KADI A (2006).** Ecologie Urbaine en Algérie. El Watan Archives – 2006. P 1 – 3

**KAIDTLILANE N. (2005c).** Espace, Emploi et Environnement : Cas de l'Algérie, 17 pages.

**KEHILA Y (2009).** Impact de l'enfouissement des déchets solides Urbains en Algérie. Expertise de deux Centre d'Enfouissement Technique (CET) à Alger : Partie 1. Matériel et Méthode déchets industriels constituent de grands dangers. Résultats et Analyses.

**KEHILA Y (2009).** Impact de l'enfouissement des déchets solides Urbains en Algérie. Expertise de deux Centre d'Enfouissement Technique (CET) à Alger : Partie 2. Résultats et Analyses.

**KITTELBERGER (1994).** Projet de contrôle de la pollution dans le Grand Alger collecte et élimination des déchets solides. Rapport Mission1- Tome 1 – Ministère de l'Equipement / Direction de l'Hydraulique, Wilaya d'Alger.

**KITTELBERGER (1995).** Projet de contrôle de la pollution dans le Grand Alger, collecte et élimination des déchets solides. Rapport de mission D, dossier d'appel d'offres. Tome 2 Réalisation de la décharge d'Ouled Fayet, Ministère de l'Equipement / Direction de l'Hydraulique. Wilaya d'Alger. 239

**LANINI S. (1998).** Analyse et modélisation des transferts de masse et de chaleur au sein des déchets- d'ordures ménagères. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Toulouse.

**MAALLEM A. (2000).** Caractérisation et Traitement des lixiviats du Centre d'Enfouissement Technique d'Ouled Fayet par la Bentonite de Maghnia. Mémoire de fin d'étude, Ecole polytechnique.

**MAMMERI F. (2006).** Caractérisation des lixiviats de la décharge d'Ouled Fayet et proposition d'un traitement. Mémoire de fin d'étude, Ecole polytechnique.

**MATE (2005).** Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement 2005. 490 pages.