

Chapitre II

Déchets ménagers et assimilés : Composition, Caractérisation physico-chimique & Gestion

2.1. DECHETS MENAGERS ET ASSIMILES : DEFINITIONS

a. Cette catégorie de déchets solides recouvre les *ordures ménagères* (OM), les *déchets municipaux* (DM) ou urbains, les *résidus urbains* (déchets de nettoyage).

Le terme « *assimilés* » désigne les déchets des entreprises industrielles, des artisans, des commerçants, des écoles, des services publics, et des hôpitaux qui présentent des caractéristiques physico-chimiques ou de toxicité équivalentes à celles des ordures ménagères.

b. Selon la législation algérienne relative a la gestion, au contrôle et a l'élimination des déchets, article 03 de la loi 01/19 du 12 décembre 2001 (JORADP), les déchets ménagers sont définis comme suit :

- *Déchets ménagers et assimilés* : tous déchets issus des ménages ainsi que les déchets similaires provenant des activités industrielles, commerciales, artisanales et autres qui, par leur nature et leur composition, sont assimilables aux déchets ménagers.
- *Déchets encombrants* : tous déchets issus de ménages qui en raison de leur caractère volumineux, ne peuvent être collectés dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés.

2.2. MESURE DE LA PRODUCTION DES DECHETS MENAGERS ET ASSIMILES

Les quantités de déchets ménagers produites peuvent s'exprimer en poids ou en volume. Cependant, en raison de la compressibilité des déchets ménagers et assimilés, seul le poids constitue une donnée fiable et mesurable sur un pont-bascule. On mesure alors les quantités de déchets ménagers en kg/habitant/jour ou par année. Par contre pour définir la taille des récipients, l'estimation des volumes est nécessaire.

Selon le Ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire (MATE, 2011), chaque Algérien en produit en moyenne 0,65 kg de déchets par jour. Mais dans les grandes villes comme Alger, un citoyen génère environ 1,7 kg de déchets par jour.

2.2.1. Calcul du ratio journalier (R)

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

$$R = \frac{P}{H} \quad (2)$$

Où,

R : ratio journalier (kg/habitant/jour).

P : poids de déchets collectés en une journée (tonnes, kg).

H : nombre d'habitants de la commune ou l'agglomération traitée.

Prenons l'exemple d'une agglomération de 100000 habitants ou on collecte 42 tonnes de déchets par jour :

$$R = 42.000 \text{ kg} / 100.000 \text{ habitants} = 0,42 \text{ kg/habitant/jour.}$$

2.3. COMPOSITION DES DECHETS MENAGERS ET ASSIMILES

La connaissance de la composition des DMA est un préalable indispensable pour une bonne gestion et ce pour plusieurs raisons à savoir :

- estimer la quantité des matériaux produits ;
- identifier leur source de génération ;
- faciliter le design des équipements des procédés de traitement ;
- définir les propriétés physiques, chimiques et thermiques des déchets ;
- et veiller sur la conformité avec les lois et règlements en vigueur.

2.3.1. Composition physique des déchets ménagers et assimilés

Les principales composantes d'une poubelle ménagère restent celles répertoriées par la norme française AFNOR (1996). Les principales familles de déchet rencontrées sont les suivantes (Encadré 3) :

- Fines (< 20 mm).
- Putrescibles.
- Papiers-cartons.
- Complexes (Tetra brick).
- Textiles (emballages textiles).
- Textiles sanitaires (couches, coton hygiénique...).
- Plastiques.
- Combustibles non classés (CNC : bois, caoutchouc...).
- Incombustibles non classés (INC : pierres, gravats...).
- Verre,
- Métaux,
- Déchets ménagers spéciaux (batteries, piles, aérosols...).

Encadré 3 : Composition physique des déchets ménagers et assimilés selon la norme AFNOR (1996).

2.3.1.1. Exemples de quelques villes Algériennes

Le tableau 2 suivant donne la composition des déchets ménagers et assimilés de quelques villes Algériennes et montre que ces déchets sont principalement constitués de matières organiques putrescibles et de papiers-cartons. Ces derniers représentent plus de 85% du poids humide des déchets.

Tableau 2 : Composition physique moyenne des déchets ménagers et assimilés de quelques villes Algériennes (% masse humide).

Ville	Matières organiques	Papier-Carton	Plastiques	Métaux	Textiles	Verre	Cuir	Bois	Autres
Alger	70,0	16,0	2,0	2,5	3,6	1,1	1,2	1,0	2,60
Blida	80,0	7,5	3,1	4,9	2,2	0,6	0,6	0,4	/
Mascara	75,0	11,4	2,7	2,4	3,3	1,3	0,6	/	2,00
Tlemcen	69,8	16,8	2,9	2,5	3,0	1,4	1,0	0,2	0,20
Chlef	85,7	7,5	2,1	1,6	/	/	/	0,45	0,44
Annaba	85,0	7,5	1,9	3,0	1,0	0,1	0,3	/	0,39
Skikda	73,8	9,1	2,1	3,3	1,5	1,2	1,5	/	/
Batna	77,0	7,0	2,8	4,0	2,8	1,5	0,5	0,2	0,30
Sidi Bel Abbes	80,6	3,8	3,3	2,9	1,3	0,7	/	/	0,48
Mostaganem	78,0	12,0	2,8	2,2	3,9	1,1	/	/	/
Oran	69,6	14,0	7,2	3,4	3,0	2,8	/	/	/

/ : Non identifiée.

2.3.1.2. Variabilité de la composition physique des déchets ménagers et assimilés

Le gisement de déchets ménagers et assimilés a une composition assez diverse et varie en fonction de nombreux facteurs :

- Le **type d'habitat** (urbain ou rural; avec un taux généralement plus faible en milieu rural).
- La **saison** (tonte de gazon au printemps, feuilles mortes à l'automne, papiers d'emballage) et les jours de la semaine (déchets de jardin après le week-end, etc.).
- La **géographie** : à l'échelle d'une région et d'un pays (alimentation et habitudes différentes).
- La **réglementation** locale et/ou nationale par rapport aux types de déchets admis : déchets ménagers, boues, déchets industriels banals.

- Les *méthodes de gestion des déchets* (collectes sélectives, tri préalable des déchets ménagers spéciaux, des déchets verts, admission de déchets industriels, etc.).

2.3.2. Composition chimique des déchets ménagers et assimilés

Cette caractérisation a pour principal objectif l'évaluation du potentiel polluant de ces déchets ou la mise en évidence de l'existence des effets néfastes sur la sante humaine et l'environnement.

Le tableau 3 suivant donne la composition chimique élémentaire des déchets ménagers et assimilés en France (Agence ADEME, 1998).

Tableau 3 : Composition chimique d'un déchet ménager et assimilé Français.

Paramètre analysé	Teneur moyenne
Taux d'humidité	35% MH
Matière Organique Totale (COT)	59,2% MS
Carbone	33,4 % MS
Chlore	14 g/kg (MS)
Soufre	2,8 g/kg (MS)
Azote organique	7,3 g/kg (MS)
Fluor	58 mg/kg (MS)
Bore	14 mg/kg (MS)
Cadmium	4 mg/kg (MS)
Cobalt	113 mg/kg (MS)
Chrome	183 mg/kg (MS)
Cuivre	1048 mg/kg (MS)
Manganèse	412 mg/kg (MS)
Mercure	3 mg/kg (MS)
Nickel	48 mg/kg (MS)
Plomb	795 mg/kg (MS)
Zinc	1000 mg/kg (MS)

MS : matière sèche ; MH : matière humide.

Il en ressort que la pollution contenue dans ces déchets est d'origine *organique*, *minérale* et *métallique*. La matière organique est apportée en grande partie par les déchets putrescibles et papiers-cartons (matière organique non synthétique) et par les plastiques (matière organique synthétique).

Bien que cette composition chimique des déchets ne soit pas exhaustive, elle montre néanmoins déjà le risque sur la santé et l'environnement que les déchets peuvent représenter et la nécessité de traiter ces refus.

2.3. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES DECHETS MENAGERS ET ASSIMILES

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.

2.3.1. Granulométrie

Les déchets peuvent être caractérisés par leurs tailles granulométriques. On classe en général ces tailles en trois granulométries distinctes lors d'un tri :

- les **fines** (< 20 mm) ;
- les **moyens** (20 mm < taille < 100 mm) ;
- et les **gros** (> 100 mm).

Les fines sont les plus étudiées, notamment pour leur caractère biodégradable.

2.3.2. Poids volumique ou Densité

Dans la littérature, il est question parfois de masse volumique qui fixe la relation entre le poids et le volume de déchets, certains auteurs utilisent préférentiellement le poids volumique, ou encore la densité. Cette caractéristique est d'une grande influence sur les capacités des moyens de collecte et de mise en décharge des ordures.

On détermine donc une "**densité en poubelle**", une "**densité en benne tasseuse**", une "**densité en décharge avec ou sans tassement** " ... Il convient d'ailleurs de souligner qu'il s'agit de toute façon de *densités apparentes* étant donné l'extrême hétérogénéité des ordures ménagères.

Expression de la densité des déchets ménagers

$$d = \frac{\rho_d}{\rho_e} \quad (3)$$

$$\rho_e = 1000 \text{ kg/m}^3$$

où,

d : densité des déchets ménagers.

ρ_d : poids volumique des déchets (kg/m^3).

ρ_e : poids volumique de l'eau (kg/m^3).

Le tableau 4 ci-après montre les plages de variation des densités des déchets ménagers et assimilés des villes Algériennes.

Tableau 4 : Fourchettes de densités des déchets ménagers et assimilés des villes Algériennes.

Densité en poubelle	Densité en benne tasseuse	Densité en décharge après tassement
0,22–0,3	0,45–0,55	0,28–0,32

D'après une étude réalisée par les services du ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement (MATE, 2012), la densité apparente dans le cas des villes Algériennes se situe entre 0,2 et 0,6.

2.3.3. Taux d'humidité ou teneur en eau (Hu)

La teneur en eau pondérale (Hu) d'un échantillon de déchets donne représente le rapport entre la masse d'eau présente dans un échantillon et la masse sèche de cet échantillon. Pour des ordures fraîches et stockées à l'abri des intempéries, l'humidité varie entre (% en masse):

- (35–40) % : Europe, avec un maximum en été et un minimum en hiver ;
- (60–62) % : pour une grande ville Algérienne ;
- (65–70) % et plus : pour les pays tropicaux.

On retiendra que le pourcentage d'eau dans les ordures est autant plus élevé qu'elles sont plus riches en matières organiques, dont l'humidité moyenne est aux alentours de 80% en masse.

2.3.4. Pouvoir calorifique inférieur (PCI)

Le PCI (exprimé en kcal/kg en masse sèche) des déchets solides est la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète de l'unité de masse du combustible en supposant que toute l'eau, provenant de ce dernier ou formée au cours de la combustion, reste au stade final à l'état de vapeur dans les produits de combustion. Plusieurs méthodes sont utilisées pour déterminer le PCI :

a. Il peut être calculé à partir du *pouvoir calorifique supérieur* (PCS) mesuré à l'aide d'une *bombe calorimétrique*. On a alors dans les conditions standards :

$$PCI = PCS \left(1 - \frac{H_u}{100} \right) - C_v (H_u + 9H) \quad (4)$$

Où,

PCI et PCS sont en kJ/kg.

H_u : % en masse de la teneur en eau des déchets.

C_v : chaleur latente de vaporisation de l'eau égale à 583 kcal/kg.

H : % en masse de la teneur d'hydrogène des déchets.

b. D'autres méthodes le déterminent à partir de la *composition élémentaire* des déchets; elles utilisent des formules de calcul simplifiées en fonction des teneurs des déchets en catégories et de l'humidité.

C'est ainsi, que pour le calcul du PCI, le modèle suivant a été choisi et qui prend en compte toutes les fractions susceptibles d'avoir un apport dans le PCI :

$$PCI = 40.(P + T + B + F) + 90.R - 46.H_u \quad (5)$$

avec,

H_u : humidité moyenne des déchets (% poids sec).

P, T, B, F et R : teneurs respectivement des fractions papier, textile, déchets verts, fermentescibles et plastique (% poids sec).

Le PCI est un paramètre essentiel pour définir l'habilitation des déchets au traitement par incinération. Sans apport extérieur d'énergie, les déchets peuvent être incinérés lorsqu'ils ont un PCI supérieur à 1200 kcal/kg.

En règle générale, le PCI est inversement proportionnel à l'humidité :

- Si $H_u \leq 50\%$, alors l'incinération des ordures est non recommandable.
- Si $45\% \leq H_u \leq 70\%$, alors le compostage des ordures est recommandable (cas des ordures ménagères Algériennes).

Donc la connaissance des deux paramètres (PCI et H_u) sont étroitement liés et leur connaissance est essentielle pour le choix du mode de traitement (incinération ou compostage...).

2.3.5. Rapport carbone/azote (C/N)

Afin de pouvoir calculer le rapport carbone/azote (C/N), il est nécessaire de connaître les teneurs en azote et en carbone. Ce paramètre permet d'apprécier aussi bien l'aptitude des ordures au compostage que la quantité du compost obtenu (C/N < 12 en phase solide indique la maturité du compost). Un compost est valable à partir du rapport C/N < 35 au départ de la fermentation aérobie et contrôlée et en obtenant un rapport de $18 \leq C/N \leq 20$ en fin de fermentation. Pour le cas de l'Algérie, le rapport C/N dépasse rarement 15. Le tableau 5 suivant donne des ordres de grandeur de rapports C/N de quelques matières organiques.

Tableau 5 : Rapport C/N de quelques matières organiques compostables.

Matières	Rapport C/N
Ordures ménagères brutes	15 à 25
Boues activées	6
Gazon	10 à 20
Feuilles mortes	20 à 50
Fanes de pomme de terre	26
Papiers-cartons	120 à 170
Déchets de légumes	11 à 12
Paille des céréales	90 à 120

2.3.6. Teneur en volatils et en cendres

Outre la teneur en eau et la valeur calorifique des déchets ménagers, il existe un paramètre physico-chimique déterminant dans l'interprétation des propriétés de combustion de ces derniers : leur *teneur en volatils*, qui se transforment en gaz lors de la combustion (comme les COV). Ce phénomène est étroitement lié à la part minérale des déchets, désignée généralement sous le nom de *teneur en cendres*.

Puisqu'il s'agit ici de parts non combustibles des déchets, il en résulte la relation mathématique suivante entre la teneur en volatils (**V** : composants combustibles) et en cendres (**C** : composants non combustibles) :

$$C + V = 100\% \quad (6)$$

En considérant la part d'eau évaporée par séchage (**Hu**), alors la formule générale sera :

$$C + V + Hu = 100\% \quad (7)$$

2.3.7. Teneur en métaux lourds

Les 12 fractions principales des déchets ménagers contenant des métaux lourds sont sélectionnées comme suit : Matières plastiques, Piles et accumulateurs, Capsules de surbouchage, Ferrailles, Papier, Cartons, Bois, Caoutchoucs, Cuirs, Verres, Textiles, Fines < 20 mm, Déchets spéciaux.

Les concentrations en métaux lourds dans les ordures ménagères sont mesurées au laboratoire à l'aide d'un *spectrophotomètre d'absorption atomique flamme*.

Les principales sources de métaux lourds dans les ordures ménagères standards sont les suivantes :

- les **piles** apparaissent comme des porteurs importants des métaux lourds : 90 % du Hg, 45 % du Zn, 20 % du Ni.
- les **ferrailles** contiennent environ 40 % du Pb, 30 % du Cu et 10 % du Cr présents dans les ordures ménagères.
- les **fines** (< 20 mm) sont des vecteurs de pollution en ce qui concerne le Cu, le Pb, le Ni et le Zn.
- le **papier** est une source notable de Pb et de Cr puisque des pourcentages respectifs de 20 % et de 10 % de ces 2 métaux peuvent être apportés par ce constituant.

2.4. GESTION DES DECHETS MENAGERS ET ASSIMILES

2.4.1. Comment peut-on minimiser la production des déchets solides ?

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.

➤ **Réduction à la source**

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.

➤ **Réemploi ou réutilisation**

On définit maintenant la **réutilisation** ou le **réemploi** par « l'**utilisation répétée** du produit sans modification de son apparence ou de ses propriétés ». C'est une méthode qui consiste à **prolonger la durée de vie** d'un produit en l'utilisant plusieurs fois. Par exemple, les bouteilles consignées qui peuvent être de nouveau utilisées après nettoyage.

➤ **Recyclage**

La notion de recyclage consiste à réintroduire les matériaux provenant de déchets dans un cycle de production ou processus de fabrication en remplacement total ou partiel d'une matière première vierge (Figure 9).

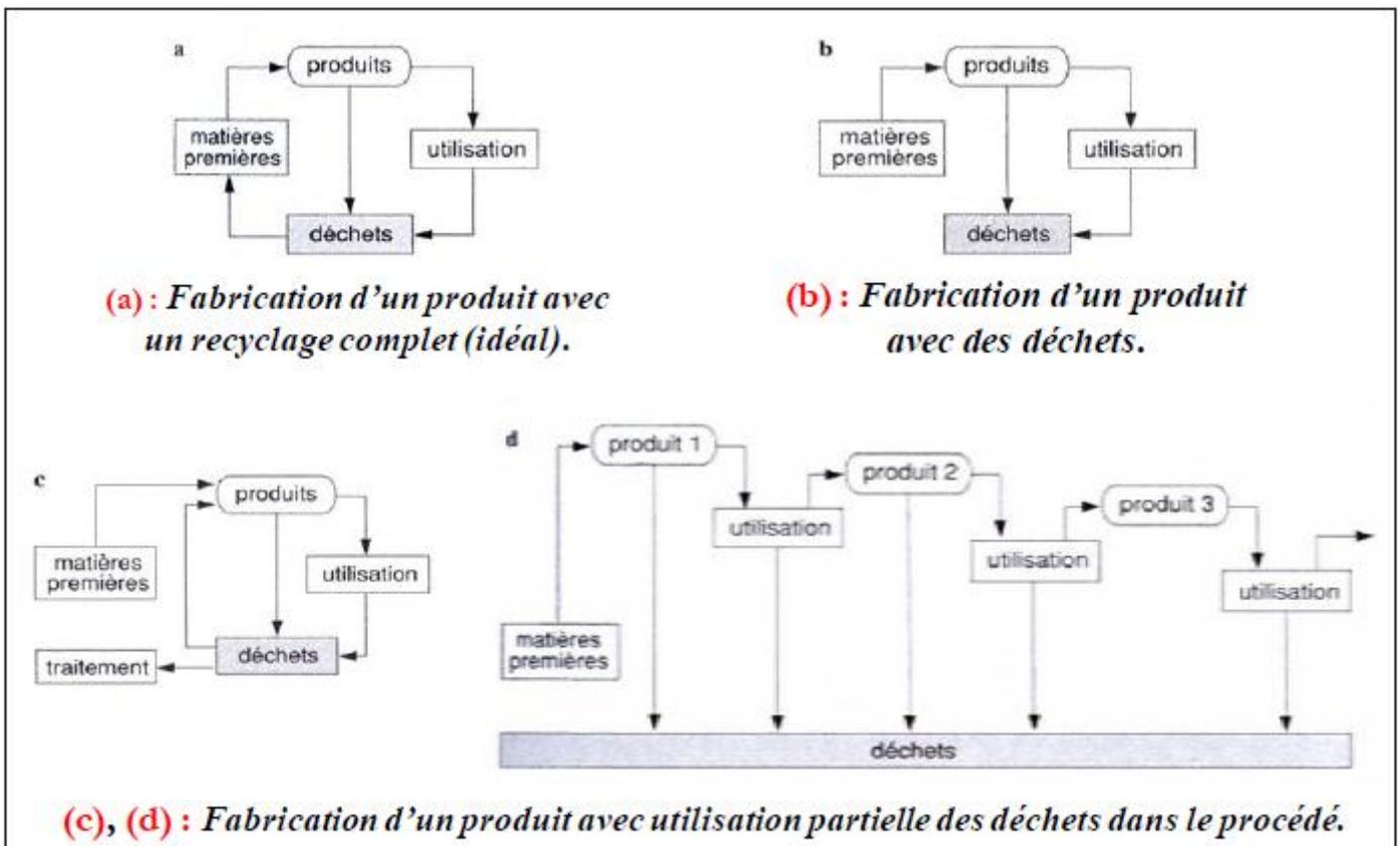


Figure 9 : Schématisation des différents modes de recyclage des déchets.

➤ **Valorisation**

La valorisation des déchets est définie comme un mode de traitement qui consiste dans « le **réemploi**, le **recyclage** ou autre action visant à obtenir, à partir des déchets, des **matériaux réutilisables** ou de l'**énergie** ».

Types de valorisation (Figure 10)

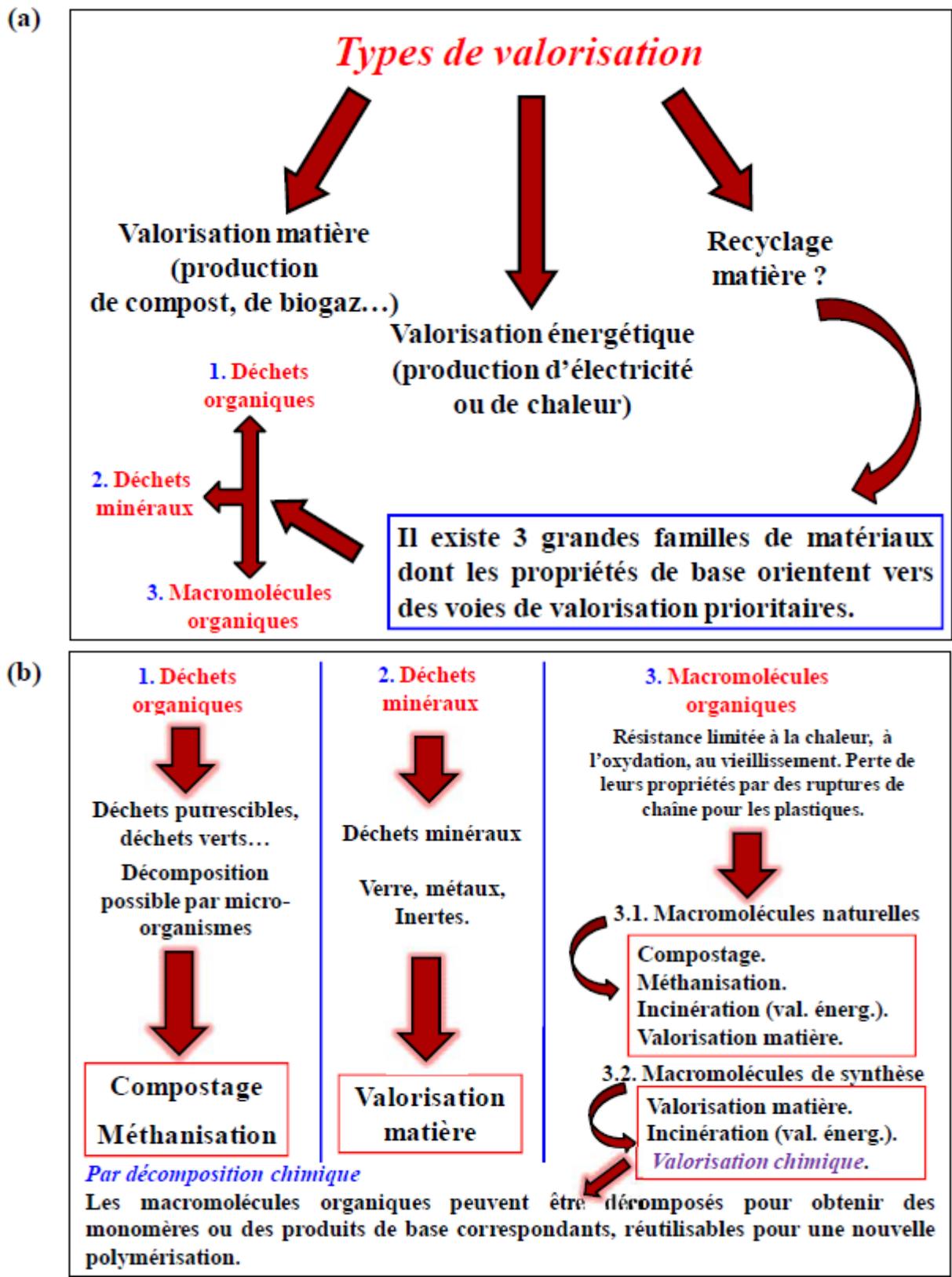


Figure 10 : (a) Types de valorisation, (b) Matériaux recyclables (plastiques, déchets minéraux et déchets organiques).

Exemples

a. Recyclage matière des déchets plastiques

Un matériau plastique est apte à être recyclé selon sa nature et ses propriétés physiques et physico-chimiques. On entend par produit plastique recyclable celui qui est susceptible d'être refondu et moule ou injecté à nouveau.

Ce sont les produits *thermoplastiques* qui se prêtent à cette pratique, contrairement aux plastiques *thermorigides*, ou *thermodurcissables*, tels que le polyuréthane et le polyester.

Les déchets thermoplastiques sont traités et transformés en *granulés* par triage, broyage, lavage, séchage et fonte dans une extrudeuse pour être régénérés.

Parmi les produits thermoplastiques répandus que l'on rencontre sur le marché national et qui sont recyclables, figurent :

- le PET (PolyÉthylène Téréphtalate) ;
- le PE (PolyÉthylène) ;
- le PVC (PolyChlorure de Vinyle) ;
- le PP (PolyPropylène) ;
- et les matériaux caoutchouteux.

La figure 11 suivante montre le cycle de vie des produits plastiques :



Figure 11 : Cycle de vie des produits plastiques.

b. Valorisation énergétique des matières plastiques

- Le PCI des matières plastiques (dans les ordures ménagères) est de l'ordre de 36,5 GJ/T
- Le PCI des ordures ménagères dans leur ensemble est de l'ordre de 8,5 GJ/T
- 10% de matières plastiques apportent 48,6% de l'énergie récupérable.

Le tableau 6 suivant donne la valeur du PCI de quelques matières plastiques.

Tableau 6 : PCI de quelques matières plastiques.

Plastique utilisé	PCI (GJ/T)
PVC rigide	18,4
Polyéthylène	46
Polypropylène	46
Polyester	21 à 33
Polystyrène	41

c. *Valorisation énergétique des ordures ménagères* (Figure 12)

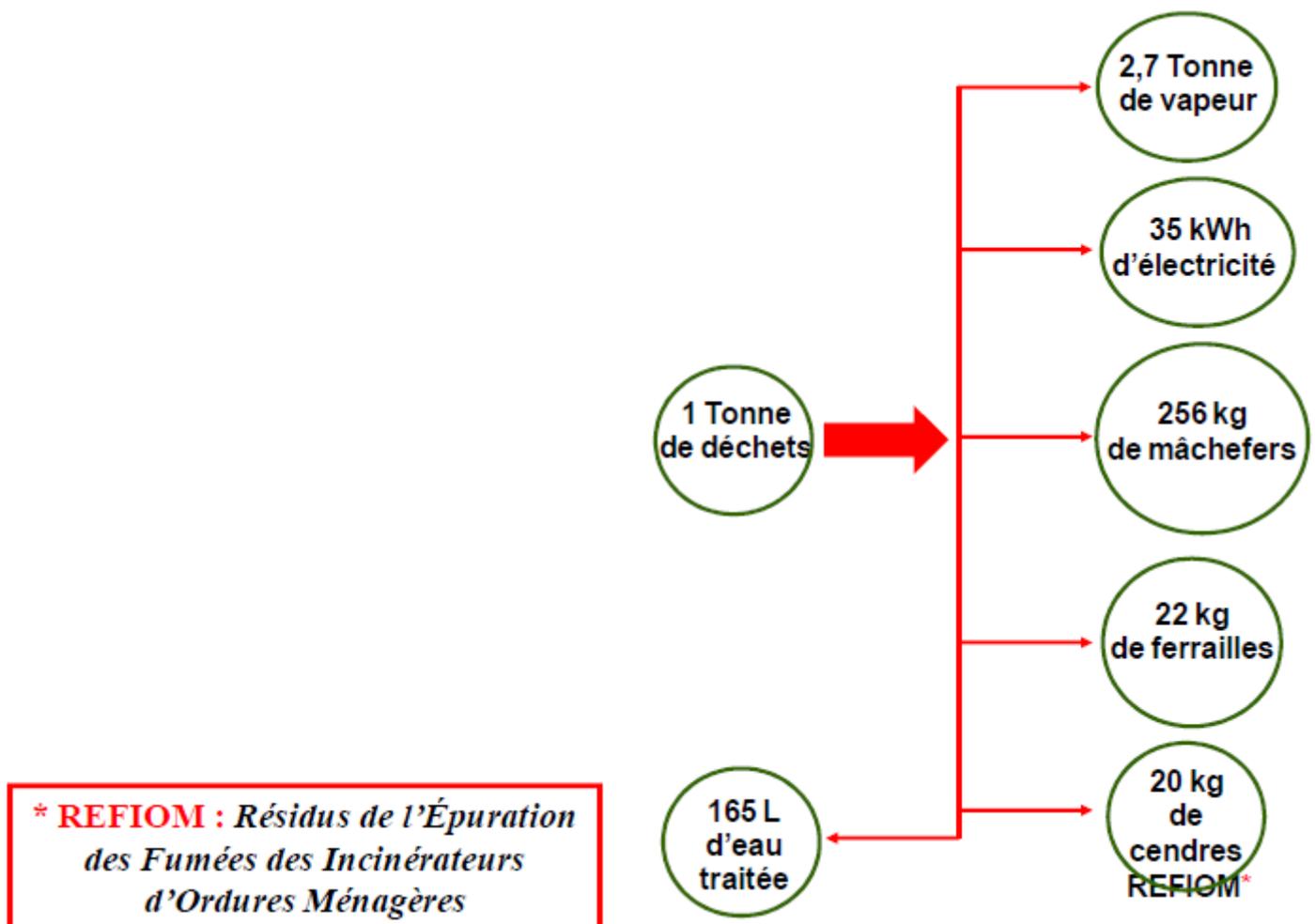


Figure 12 : Valorisation énergétique d'une tonne d'ordures ménagères (Production de vapeur et d'électricité).

➤ *Elimination*

- ✓ Toute opération ou traitement qui aboutit à des substances qui peuvent être soit restituées sans effet nocif au milieu naturel (air, eau, sol), soit réinsérées dans les circuits économiques à des fins de valorisation (cas des déchets solides).
- ✓ Dépollution, enlèvement, réduction du pouvoir toxique ou stockage.

2.4.2. Organigramme de la chaîne de gestion des déchets ménagers et assimilés (DMA)

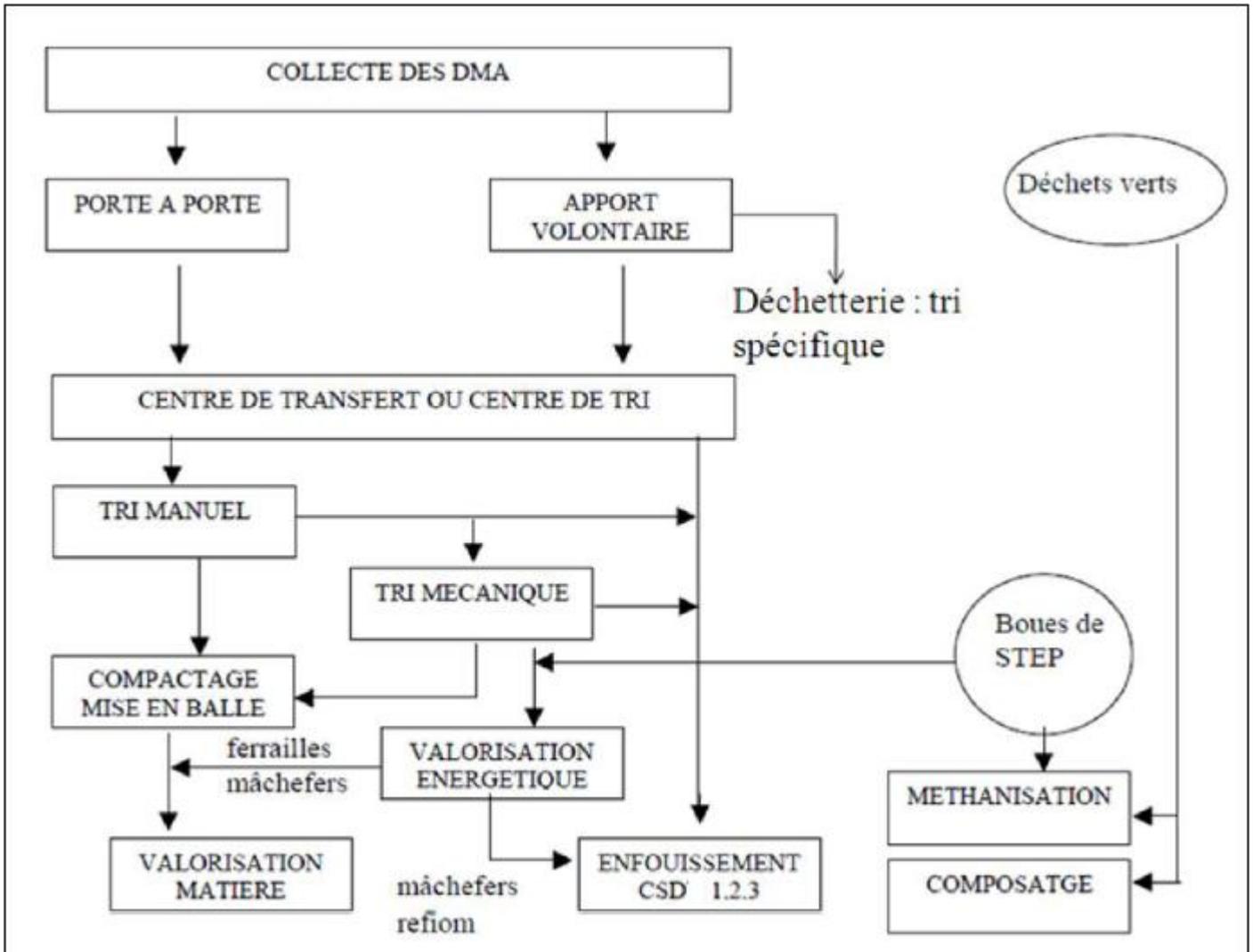


Figure 13 : Organigramme de la chaîne de traitement des déchets ménagers et assimilés.

2.4.3. Système de collecte des déchets ménagers et assimilés

2.4.3.1. Définitions

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.

2.4.3.2. Types de collecte

On distingue deux manières de collecter les déchets ménagers :

a. **La collecte traditionnelle** : Ramassage de tous les déchets mélangés.

b. **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.

*CSD 1, 2, 3 : Centre de stockage des déchets de classe 1 ou 2 ou 3 selon la perméabilité du sol.

La figure 14 suivante illustre les deux types de collecte des déchets ménagers et assimilés ou ordures ménagères.

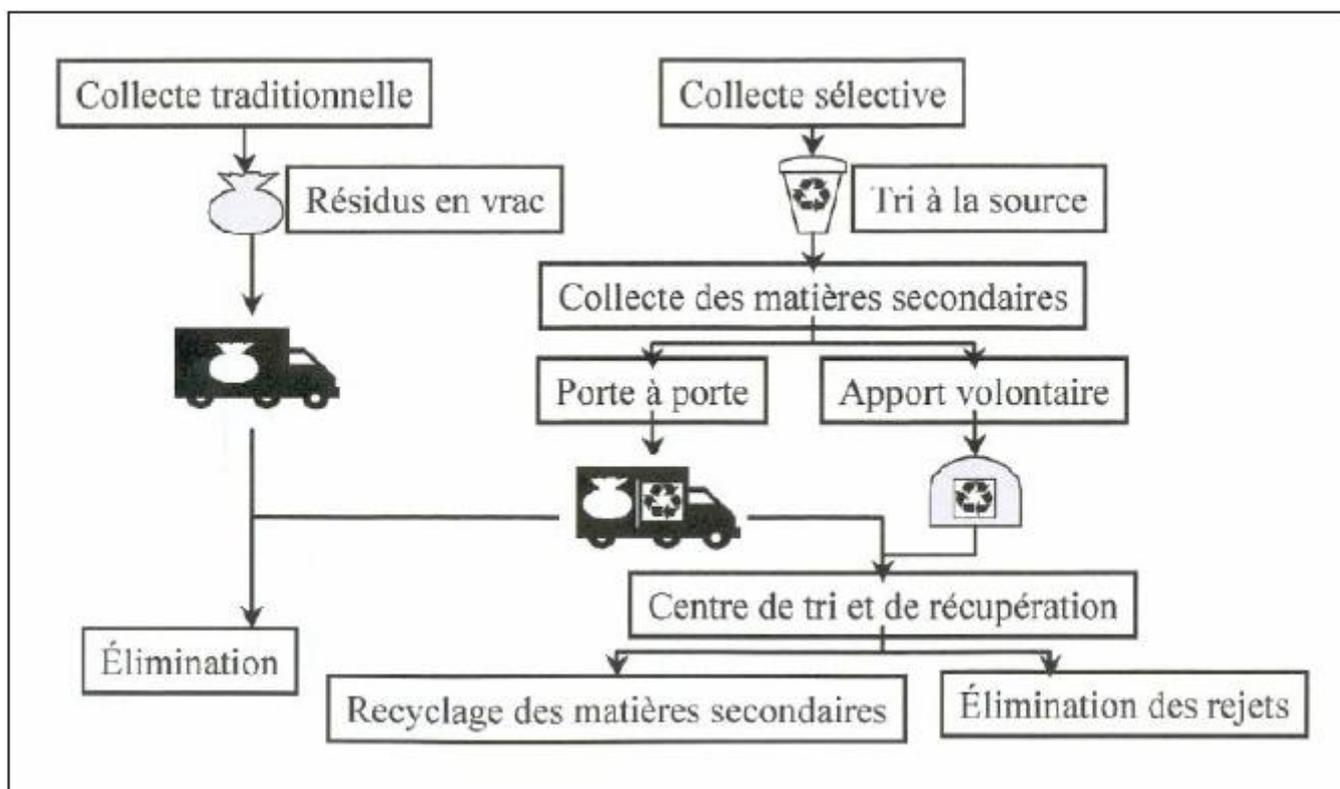


Figure 14 : Types de collecte des déchets ménagers et assimilés.

a.1. Caractéristiques de la collecte traditionnelle

- Ramassage régulier : hebdomadaire.
- Ramassage au porte à porte.
- Bennes ou camions de collecte spécialisés (Figure 15) 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**.

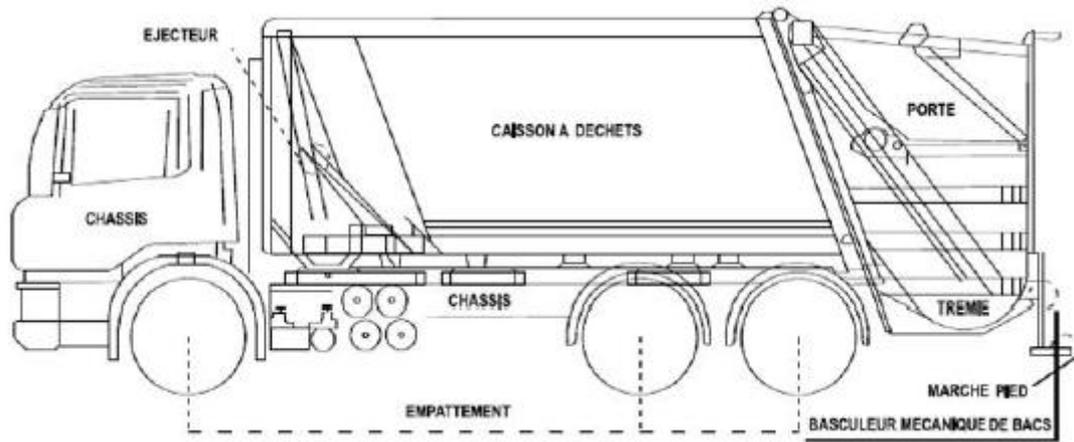


Figure 15 : Schématisation d'un véhicule a benne tasseuse pour le transport des ordures.

La benne est la partie du véhicule en contact avec les déchets. Elle se compose des éléments suivants : une trémie de réception des déchets, un système de compaction, un compartiment étanche et un dispositif de vidage.

a.2. La collecte pneumatique

Ce système d'origine suédoise (procédé CENTRALSUG) consiste en un transport des déchets depuis le vide-ordures jusqu'au lieu de stockage et de traitement par conduites pneumatiques (par jet d'air comprimé) souterraines (Figure 16). Ce procédé exclut toute intervention humaine : il a des répercussions bénéfiques sur l'hygiène et permet une diminution des inconvénients au trafic routier. Néanmoins, ce procédé coûte évidemment très cher, de plus il est quasi impossible à réaliser dans des constructions existantes.



Figure 16 : Schéma de principe de la collecte pneumatique des ordures ménagères.

a.3. Contenants des déchets ménagers et assimilés

- Déchets en vrac.
- Sacs perdus.
- Poubelles.
- Bacs roulants de 120 à 1100 litres.

a.4. Volume et nombre de poubelles

Le volume V du récipient nécessaire pour la production d'ordure d'un immeuble par exemple est donné par la formule (8) suivante :

$$V = \frac{N_H \cdot Q}{\rho} \cdot t \quad (8)$$

où,

N_H : nombre de personnes habitant l'immeuble.

Q : quantité de déchets produite par habitant et par jour (kg/hab/j).

ρ : poids volumique des ordures contenues dans la poubelle (kg/L).

t : intervalle de temps entre deux collectes (j).

Pour connaître le nombre de récipients, il suffit de savoir la capacité de la poubelle (ou récipient). Soit V' le volume de la poubelle choisie, le nombre m de poubelles nécessaire se détermine comme suit :

$$m = \frac{V}{V'} \quad (9)$$

b. Modes de collecte sélective

Actuellement, il existe deux grands de collecte sélective : le porte à porte (PAP) et l'apport volontaire (AP).

b.1. Collecte sélective en porte à porte

Elle repose sur un tri à la source effectuée par l'habitant et sur la mise en place de contenants spécifiques (sacs ou bacs). Elle est en général multi-matériaux. Elle a pour cible soit les déchets recyclables propres et secs (*poubelle bleue*) en vue d'une valorisation matière, soit les fermentescibles (*poubelle verte*) en vue d'une valorisation organique.

b.2. Collecte sélective par apport volontaire (ou points de regroupement)

C'est une collecte mono-matériaux : l'utilisateur doit déposer des déchets préalablement séparés des autres dans un conteneur, ou un caisson métallique (cas d'une *déchetterie*), prévu spécialement à cet effet et installé dans un lieu public. C'est le cas par exemple quand un usager vient déposer ses bouteilles de verre dans un conteneur à verre.

2.4.4. Qu'est ce qu'une déchetterie ?

Une *déchetterie*, ou *déchèterie*, est un espace aménagé, gardienné et clôturé pour l'apport volontaire de déchets (Figure 17). Cet apport volontaire permet de trier les déchets *valorisables*, les déchets *spéciaux* et d'éviter les *dépôts sauvages*. La déchetterie permet également aux habitants de se débarrasser de certains déchets qui sont trop *encombrants* ou ne pouvant être mis dans les poubelles.

Étant 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*.



Figure 17 : Vue d'une déchetterie.

La figure 18 ci-après illustre les différents types de déchets qui sont admis dans une déchetterie.

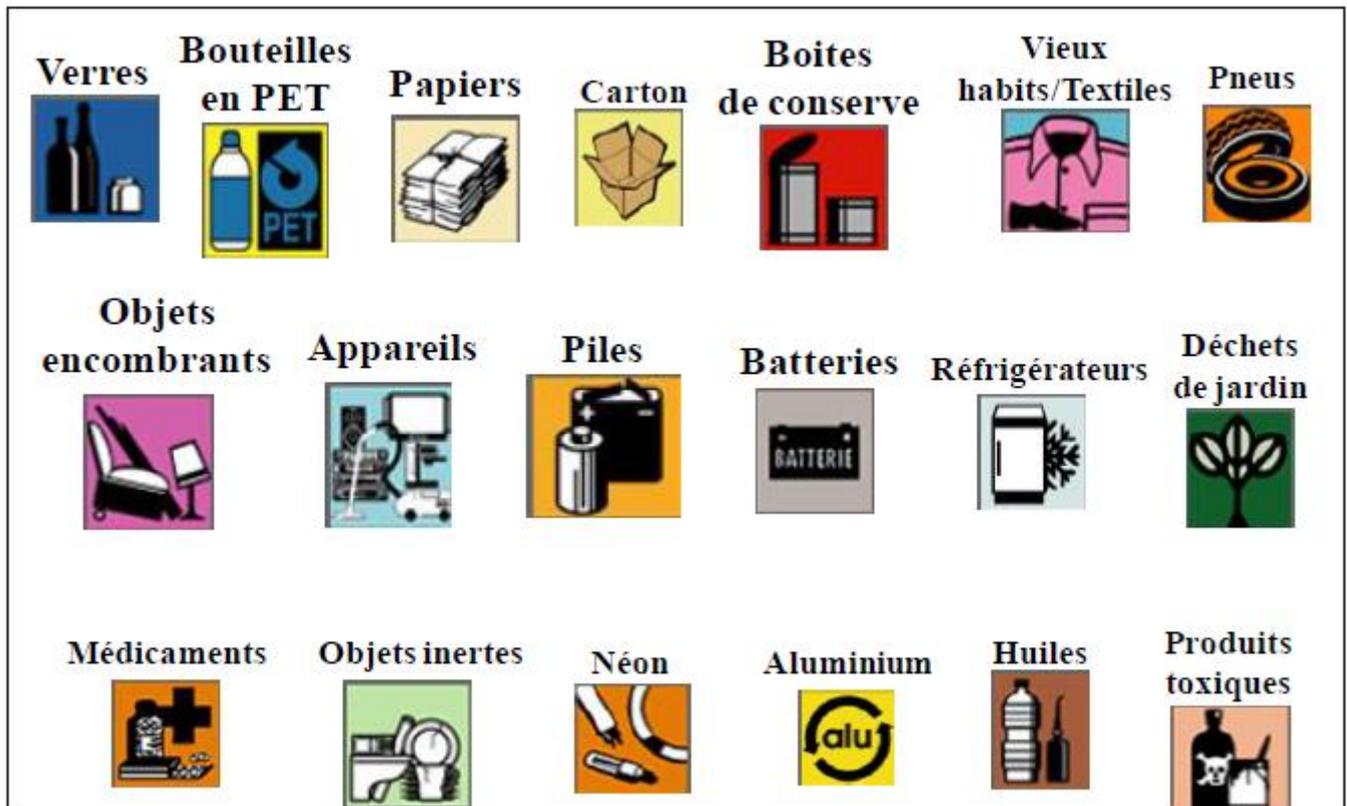


Figure 18 : Types de déchets admis dans une déchetterie.

2.4.4.1. Types de déchetterie

On distingue trois types de déchetterie :

- les « **petites** » déchetteries rurales (750 m², 4 bennes, pour 10.000 habitants) ;
- les déchetteries « **moyennes** » implantées en périphérie de commune urbaine (1750 m², 8 bennes, pour 15.000 habitants) ;
- les « **grandes** » déchetteries urbaines créées pour une population urbaine dense (3500 m², 12 bennes, pour 30.000 habitants).

2.4.4.2. Déchetterie industrielle

Contrairement à une déchetterie habituelle, 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 (Figure 19).

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.



Figure 19 : Répartition des déchets dans une déchetterie industrielle.

Exemple de déchetterie industrielle

La déchetterie industrielle de **Blida** en activité depuis **juillet 2004** et spécialisée dans le recyclage et la valorisation des déchets industriels.

2.4.5. Prétraitement des déchets ménagers et assimilés (broyage et tri)

2.4.5.1. 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, ...).

2.4.5.2. Types de broyeurs

a. Broyeurs à marteaux

Ce type de broyeur, très répandu, utilise l'énergie cinétique de marteaux métalliques montés sur un axe tournant à très grande vitesse (1000 à 2300 tours/min). Les déchets sont introduits au sommet du broyeur par un entonnoir de chargement. L'écrasement produit par l'impact du marteau sur les déchets, provoque la réduction de ceux-ci (Figure 20).

b. Tambours à criblage

L'organe principal de ce type de broyeur est un tambour rotatif cylindrique couché presque horizontalement, tournant à vitesse réduite dans un deuxième cylindre évoluant à vitesse plus faible. Le cylindre intérieur comporte alternativement des zones à parois percées de trous (cribles) et des zones à parois pleines (zones de broyage). L'appareil utilise le caractère abrasif des ordures ménagères et les réduit par frottement (Figure 21).

c. Râpes

Cet appareil, conçu et utilisé aux Pays-Bas est constitué d'un cylindre fixe à double fond (Figure 22). Le fond supérieur est divisé en sections pourvues alternativement soit de trous (cribles), soit de pointes d'acier-manganèse d'environ 5 cm de long (zones de déchiquetage).

Dans l'axe du cylindre est monté un arbre tournant, portant des bras horizontaux en acier. Ces bras entraînent les déchets et les pressent contre les pointes d'acier ou ils seront déchiquetés. Les déchets bruts sont introduits dans la partie supérieure du broyeur. Le broyat passe par les mailles des cribles et tombe sur le fond inférieur d'où il est évacué, de façon continue, par raclage.

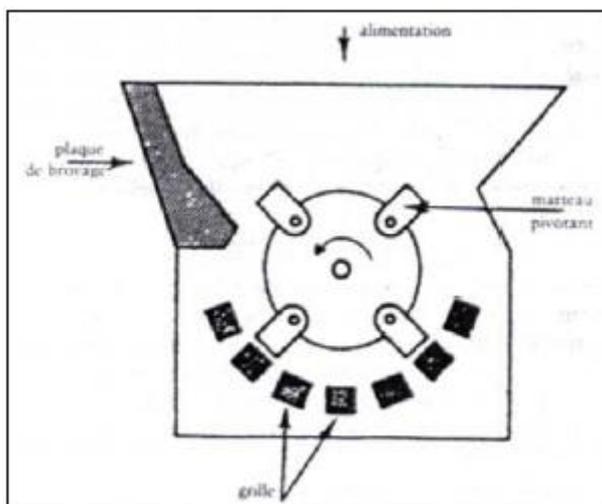


Figure 20 : Broyeur à marteaux.

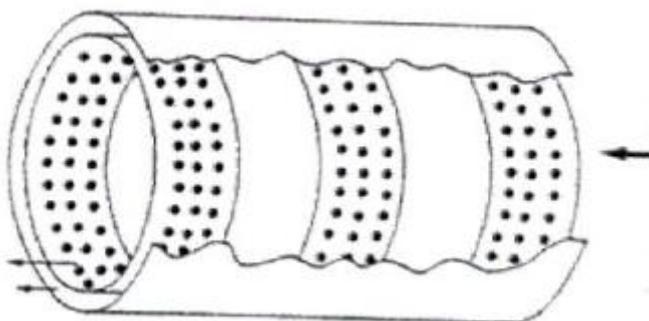


Figure 21 : Tambour à criblage.

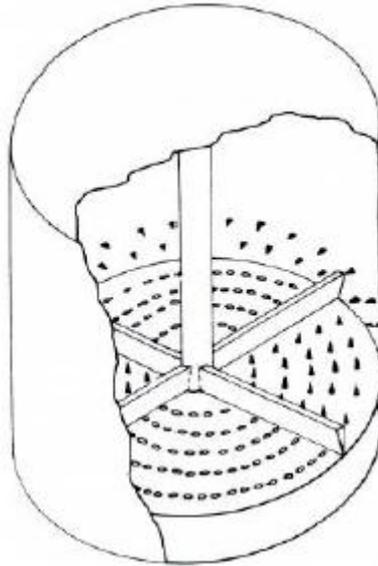


Figure 22 : Râpe de criblage.

2.4.5.3. 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.

2.4.5.3.1. Centres de tri

Un centre de tri comporte quatre parties :

- ✓ une zone de réception des déchets et de chargement sur les chaînes de tri ;
- ✓ une zone de tri mécanisé ;
- ✓ une zone de tri manuel ;
- ✓ une zone de conditionnement des produits à valoriser.

2.4.5.3.2. Principaux procédés de séparation

Les procédés de triage mettent à profit les différences d'une propriété, généralement physique, caractérisant les composants des déchets : taille, densité, susceptibilité magnétique, conductivité électrique... Dans la quasi-totalité des cas, les déchets bruts sont d'abord broyés grossièrement avant de subir les diverses étapes du triage en catégories.

On distingue deux types de procédés :

I. Procédés de séparation par voie sèche (cribles, éjecteurs balistiques, séparateurs pneumatiques, cyclones, séparateurs électrostatiques et séparateurs optiques).

II. Procédés de séparation par voie humide (pulpeurs, séparateurs par liqueur dense et séparateurs par flottation).

I. Procédés de séparation par voie sèche

I.1. Cribles

Ce procédé utilise les différences existant dans la taille des composants. Les appareils comportent des tamis dont les mailles sont choisies en fonction des dimensions des matières à séparer. Il existe des cribles rotatifs ou les trommels (Figure 23) et des cribles vibrants ou les tamis (Figure 24).

I.2. Éjecteurs balistiques (par jet d'air)

L'éjection balistique des constituants lourds de grande inertie (métaux, verre) est réalisée en appliquant aux déchets, un mouvement rotatif de vitesse suffisante (Figure 25). Cette séparation est mise en pratique dans de nombreux broyeurs (broyeurs à marteaux).

Le principe de son fonctionnement se base sur de multiples secousses et projections :

- ✓ Les matériaux plats et lourds (cartons) restent collés et remontent progressivement dans la partie supérieure de l'équipement.
- ✓ Les matériaux creux et légers (emballages plastiques (PEHD, PET) et emballages métalliques) rebondissent et chutent progressivement au fur et à mesure des secousses dans la partie inférieure de l'équipement, Les fines sont séparées par la suite du flux.

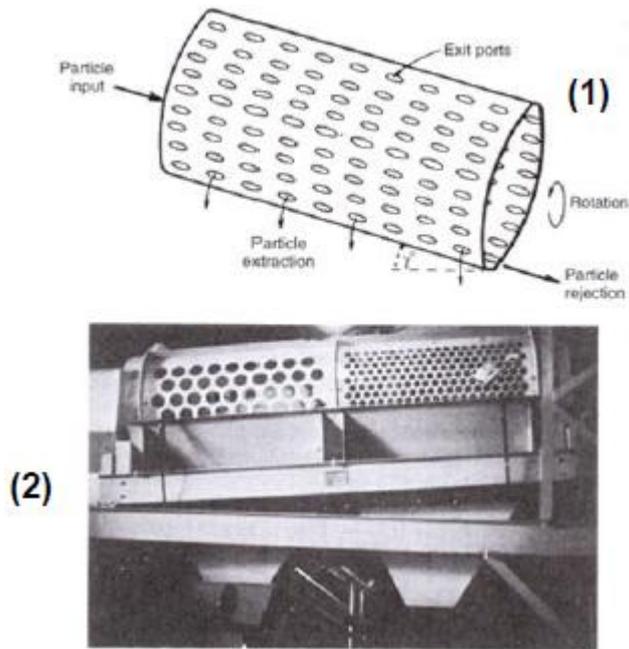


Figure 23 : (1), (2) Crible rotatif « Trommel ».

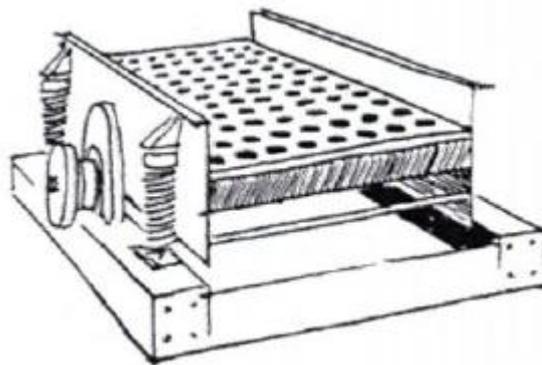


Figure 24 : Crible vibrant « tamis ».

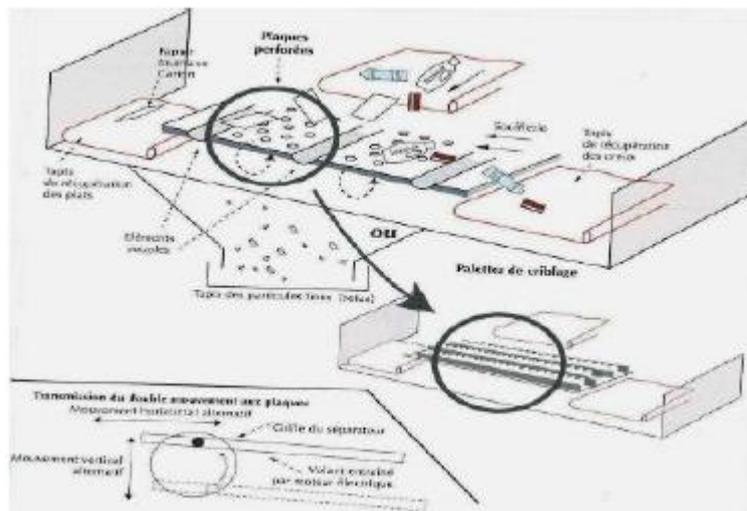


Figure 25 : Schéma de principe du séparateur balistique.

I.3. Séparateurs pneumatiques

Dans ce procédé très utilisé, les déchets sont déversés au sommet d'une tour où circule un flux d'air à contre-courant. Les matériaux denses et/ou dont la forme présente le moins de résistance à l'écoulement de l'air arrivent les premiers au bas de la tour. Les matières plus légères sont évacuées par des canalisations latérales placées à diverses hauteurs de la colonne.

I.4. Cyclones

Cet appareil ne s'applique pas directement aux déchets bruts mais à des fractions légères déjà séparées. L'effluent est mis en rotation dans un cylindre, les poussières et les particules fines de verre, sable, etc. s'écoulent dans l'espace annulaire et sont ainsi séparées des autres constituants légers (papiers, matières plastiques, ...) de plus grandes dimensions.

I.5. Séparateurs magnétiques

Ces appareils permettent la séparation des métaux ferreux en mettant à profit la susceptibilité magnétique de ceux-ci. Le champ magnétique est obtenu par un électroaimant ou un aimant magnétique.

I.6. Séparateurs électrostatiques

Destinés à séparer les fractions lourdes minérales, ces trieurs créent une charge électrostatique à la surface des matériaux cristallins placés dans leur champ : métaux, roches, pierres, etc.

I.7. Séparateurs optiques

La technologie de tri optique se base sur le principe de détection des couleurs dans le domaine du visible où la longueur d'onde λ est située entre 400 et 800 nm.

La spectrométrie dans le visible est bien adaptée au tri des matières plastiques par couleur, par exemple le tri du PET clair/azuré et coloré, des papiers cartons (détection des couleurs brunes fortement présentes dans les emballages et des couleurs grises plutôt présentes dans les journaux) et des métaux.

II. Procédés de séparation par voie humide

II.1. Pulpeurs

Les déchets sont introduits dans une cuve remplie d'eau dont le fond est garni d'une grille perforée. Sous l'action de l'eau et de l'agitation à grande vitesse, tous les matériaux friables et pulpables sont réduits à des dimensions très faibles, le refus (verre, métaux, ...) retenu sur le crible est éliminé. La pâte obtenue traverse le tamis, elle est pompable, elle contient presque toute la matière organique (papier, textiles, matières plastiques, caoutchouc, bois, déchets alimentaires et végétaux). Ce procédé particulièrement bien adapté aux déchets ménagers très riches en papiers est d'origine américaine (procédé Black-Clawson).

II.2. Séparateurs par liqueur dense

Ces procédés sont adaptés non aux déchets bruts mais à des fractions déjà séparées : verre, céramique, métaux non ferreux. Ils consistent à immerger la fraction de déchets dans une solution dont le poids spécifique se situe entre ceux des constituants à séparer : les matériaux plus légers (verre) dans ce milieu, flottent et sont récupérés par raclage ou débordement; les lourds tombent au fond de la cuve.

II.3. Séparateurs par flottation

La flottation convient pour la séparation des verres, céramiques, pierres, matières inertes de petites dimensions. En milieu aqueux, un traitement chimique superficiel rend certains composés (verre) hydrofuges et favorise leur accrochage à des bulles d'air. Celles-ci se rassemblent à la surface de l'eau et forment une mousse aisément récupérable. L'appareillage consiste en une grande cuve munie d'un agitateur destiné à maintenir les matières en suspension. Les bulles de gaz sont créées par injection d'air.