

## COURS II

### *Déchets ménagers et assimilés :*

#### *Composition, Caractérisation physico-chimique & Gestion*

### MESURE DE LA PRODUCTION DES DECHETS MENAGERSET 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-basculé. 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.

#### 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 où on collecte 42 tonnes de déchets par jour : **R = 42.000 kg / 100.000 habitants = 0,42 kg/habitant/jour.**

### 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.

#### 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).

### *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	Verr e	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

<b>Mostaganem</b>	78,0	12,0	2,8	2,2	3,9	1,1	/	/	/
<b>Oran</b>	69,6	14,0	7,2	3,4	3,0	2,8	/	/	/

/ : Non identifiée.

### **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.).

### **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 santé 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.

<b>Paramètre analysé</b>	<b>Teneur moyenne</b>
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)
Mercur	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.

## 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.

### 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.

### 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.

$\rho_d$  : poids volumique des déchets ( $\text{kg/m}^3$ ).

$\rho_e$  : poids volumique de l'eau ( $\text{kg/m}^3$ ).

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.

#### Taux d'humidité ou teneur en eau (Hu)

La teneur en eau pondérale (Hu) d'un échantillon de déchets donné 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.

#### 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 :

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

où,

PCI et PCS sont en kJ/kg.

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

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

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 :

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

avec,

Hu : 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  $Hu \geq 50\%$ , alors l'incinération des ordures est non recommandable.
- ❖ Si  $45\% < Hu < 70\%$ , alors le compostage des ordures est recommandable (cas des ordures ménagères Algériennes).

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

### 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

### 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 volatiles (**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 :

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

### **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, Cuir, 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.

**Dr mohammed cherif ouiza**





