



- Polycopié de Cours -

Licence L1
Module : Chimie des déchets

Réalisé par : Dr MOHAMMED CHERIF OUIZA

Année Universitaire:2024-2025

GESTION DES DECHETS URBAINS

1. Introduction

Les déchets, produits par les ménages et par les activités économiques, sont générateurs de nuisances et peuvent être dangereux pour l'homme et la nature. Il est donc essentiel d'en contenir la production et d'en maîtriser le devenir. Le code de l'environnement (Article L541-1 du code de l'environnement) définit le déchet comme "tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon" .

Il existe différents types de déchets. De manière générale, on peut distinguer les déchets par leur producteur (déchets ménagers, industriels ou agricoles) ou par la façon dont ils sont collectés (collecte par la commune, apport volontaire dans les déchèteries ou les points de tri sélectif, etc.) ou encore par leur devenir (mise en décharge, incinération, recyclage, etc.).

On peut distinguer 3 types de déchets : inertes, non dangereux et dangereux.

Les centres d'enfouissement technique (CET), anciennement appelés décharges autorisées font partie de ces lieux potentiellement nuisibles. Ce terme est désormais désuet, on parle maintenant d'Installation de Stockage des Déchets (ISD), et d'ISDND (Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux pour les sites dits de classe II composés par les ordures ménagères et les déchets industriels banals.

2. Définition des déchets ménagers et assimilés

a) Définition du terme déchet

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

b) Classification des déchets

La loi algérienne relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, donne la classification suivante des déchets .

- Les déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux,
- Les déchets ménagers et assimilés,
- Les déchets inertes .

c) Ordures Ménagères

Les ordures ménagères sont les déchets ordinaires provenant de la préparation des aliments et des restes de repas, du nettoyage normal des habitations et bureaux, débris de vaisselle, chiffons, balayures, d'emballages non recyclables et résidus divers déposés aux heures de la collecte, dans des bacs normalisés devant des immeubles ou à l'entrée des voies inaccessibles aux camions.

d) Déchets assimilés aux ordures ménagères

Sont déclarés « assimilés aux ordures ménagères » tous les déchets qui peuvent être collectés et traités dans les mêmes conditions que les ordures ménagères provenant des établissements artisanaux et commerciaux, des écoles, des bureaux et de tout bâtiment public ainsi que les produits du nettoyage des voies publiques, parcs, cimetières et leurs dépendances, dépourvus de terre et déchets verts rassemblés, en vue de leur évacuation dans des bacs normalisés. (Les objets à arêtes coupantes doivent être préalablement enveloppés).

3. Production des déchets ménagers et assimilés

La production de déchets subit une constante augmentation depuis 1960. Ceci est dû à la fois à l'évolution démographique, à l'amélioration du niveau de vie et à l'évolution des modes de vie avec notamment une impressionnante augmentation des déchets d'emballage (Biscuits, plats cuisinés ou encore lingettes nettoyantes). D'une production organique, déchets alimentaires, nous sommes passés à une production plus complexe avec des produits en fin de vie et des emballages [04].

4. Composition physico-chimiques des déchets ménagers et assimilés

a) Composition physique

La connaissance de la composition des ordures ménagères est un préalable indispensable à une bonne gestion des déchets ménagers. Elle aide aux choix techniques et d'organisation permettant ainsi des gains d'efficacité et une meilleure maîtrise des coûts. Ces déchets sont répartis selon différentes catégories et sous catégories telles que les plastiques, les papiers-cartons, les putrescibles, les Combustibles Non Classés (CNC), les Incombustibles Non Classés (INC), les textiles, etc (tableau 1.I.1).

Les déchets de taille inférieure à 20 mm représentent 20% de la masse moyenne humide des déchets ménagers. Leur tri a permis de déterminer la présence de 50,5% de déchets putrescibles, de 41,7% d'INC, de 4,5% de verre et de 2,4% de CNC. Ces valeurs ont été prises en compte lors de la détermination de la composition globale des ordures ménagères .

Tableau 1.I.1 : Composition physique moyenne des déchets ménagers et assimilés (ADEME, 2000b) .

Catégories	% masse humide (MH)	% masse sèche (MS)	kg/hab/an
Déchets putrescibles	28,8	15,9	130
Papiers – cartons	25.3	26.9	115
Complexes (Tétra brick)	1.4	1.6	14
Textiles (emballages textiles, autres...)	2.6	3.0	12
Textiles sanitaires (couches, coton hygiénique...)	3.1	1.9	51
Plastiques	11.1	12.7	6
CNC (bois, caoutchouc...)	3.2	3.9	15
Verres	13.1	19.1	60
Métaux	4.1	5.6	19
INC (pierres, gravats...)	6.8	8.9	31
Déchets spéciaux	0.5	0.7	2

Les déchets ménagers sont principalement constitués de putrescibles et de papiers cartons. Ces derniers représentent 55% du poids humide des déchets. Cette composition est variable selon les pays, le site, la période de l'année, le type d'habitat, voire même d'un jour à l'autre sur un même site.

b) Composition chimique

Une caractérisation chimique a également été réalisée. 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) .

5. Paramètres clés de la dégradation des déchets ménagers et assimilés

Le massif de déchets enfouis est un réacteur biologique où se déroule une multitude de réactions chimiques. La dégradation des déchets s'effectue en plusieurs étapes métaboliques, sous l'action de micro-organismes spécifiques, où les produits d'une étape deviennent les substrats de l'étape suivante. La succession de ces étapes aboutit à la minéralisation partielle de la matière organique et à sa transformation en molécules plus complexes. Deux phases majeures sont à distinguer, une première phase courte qui a lieu en aérobiose et une seconde

beaucoup plus longue en anaérobiose. Plusieurs facteurs, présentés dans le Tableau 1.1.2, sont susceptibles d'influencer la dégradation des déchets .

Tableau 1.1.2 : Facteurs d'influence de la biodégradation des déchets en conditions d'enfouissement.

Facteurs favorisant la dégradation	Facteur	Influence	Référence
	Humidité	<u>Optimale</u> -si > 10-20% -si > 25-30% -si = 55% -si > 60% <u>Critique</u> -si = 25% -si saturation : accumulation des AGV	Palmisano&Barlaz, (1996) Noble <i>et al.</i> , (1988) ; Gurijala& Sulfita, (1993) Gachet, (2005) DeWalle <i>et al.</i> , (1978) ; Rees, (1980) ; Yuenet <i>al.</i> , (1995) Reinhart & Townsend, (1998) Barlaz, 1996 ; Purcell <i>et al.</i> , (1997)
	Température	<u>Optimale</u> -entre 30 et 35°C -entre 35 et 40°C <u>Critique</u> -conditions thermophiles = accumulation d'AGV au cours des premières phases de dégradation	Kotze <i>et al.</i> , (1969) Peres <i>et al.</i> , (1992) ; Yuenet <i>al.</i> ,(1995) Mata-Alvarez, (2003)
	pH	<u>Optimal pour acidogénèse</u> - ≤ 6 <u>Optimal pour méthanogénèse</u> -entre 6 et 8 -entre 6,4 et 7,4 -entre 6,8 et 7,5 -entre 6,4 et 7,2	Gourdon, (1987) ; Graindorge, (1990) Ehrig, (1983) ; Yuenet <i>al.</i> , (1995) Barlaz, (1996) ; Farquhar & Rovers, (1997) Williams, (1998) Chughet <i>al.</i> , (1998)
	Teneur en Oxygène	<u>Bactéries méthanogènes</u> - > -100 mV - > - 200 mV - entre - 200 et - 300 mV	Pohland& Al-Yousfi, (1994) Farquhar & Rovers, (1973) François, (2004) ; Yuenet <i>al.</i> , (1995)
	Nutriments	-mal adapté à cause de l'hétérogénéité des déchets	Yuenet <i>al.</i> , (1995)

	Compactage et Broyage	<p>Broyage</p> <ul style="list-style-type: none"> -augmentation surface de contact -homogénéisation du déchet et de l'humidité → augmentation biodégradation mais risque d'inhibition par accumulation d'AGV <p>Compactage</p> <ul style="list-style-type: none"> -baisse de la perméabilité du déchet et augmentation du volume de stockage -meilleur contact entre substrat et micro-organismes 	<p>Williams, (1998) ; Sponza&Agdad, (2005)</p> <p>Palmowski& Müller, (1999)</p> <p>Yuenet al., (1995)</p>
	Aération	<ul style="list-style-type: none"> -diminution de la charge organique facilement hydrolysable → mise en place de la méthanogénèse favorisée -augmentation de la température des Déchets 	<p>Barlazet al., (1990)</p> <p>Aguilar-Juarez, (2000)</p>
Facteurs inhibant la dégradation	Acides Gras Volatils	<p>Concentrations inhibitrices</p> <ul style="list-style-type: none"> -6000 mg/L - > 10000 mg/L 	<p>Kugelmann& Chin, (1971)</p> <p>Chynoweth & Pullammanappallil, (1996) ; Aguilar et al., (1995)</p>
	Dihydrogène	<ul style="list-style-type: none"> -pression partielle > 10⁻⁶ atm -pression partielle = 10⁻⁴ atm 	<p>Yuenet al., (1995)</p> <p>Pohland& Kim, (1999)</p>
	Ions et métaux	<ul style="list-style-type: none"> -Sodium : 3500-5500 mg/L -Potassium : 2500-4500 mg/L -Calcium : 2500-4500 mg/L -Magnesium : 1000-1500 mg/L -<u>Ammonium</u> -1500-3000 mg/L -6000 mg/L : pas d'inhibition -adaptation des micro-organismes aux fortes concentrations en azote ammoniacal 	<p>Yuenet al., (1995)</p> <p>Chen et al., (1997)</p> <p>Burton & Watson-Craik, (1998)</p>

L'humidité, le pH, la température ainsi que les autres paramètres cités précédemment influent sur la croissance des micro-organismes et leur développement dans le milieu. Une carence en eau, des températures trop faibles et un fort compactage sont susceptibles de bloquer les processus biochimiques. La méthanogénèse est sensible à différents inhibiteurs comprenant les cations, les métaux lourds, les sulfates, l'ammoniacale et les acides gras volatils pour lesquels les effets inhibiteurs sont encore très controversés. Selon certains auteurs, il faudrait 10 g/L de chaque acide pour avoir une inhibition significative alors que pour d'autres auteurs, une concentration totale d'AGV supérieure à 3 g/L pourrait suffire à inhiber la méthanogénèse. Le suivi de ce paramètre est essentiel lors de la dégradation anaérobie pour la détection d'un problème de stabilité du processus. De nombreux auteurs ont montré que lors d'une inhibition du système, les AGV s'accumulaient.

Caractères physico-chimiques des déchets ménagers

Densité

La densité met en évidence la relation qui existe entre la masse des déchets ménagers et le volume qu'ils occupent, leur densité varie au cours des différentes manipulations auxquelles elles sont soumises. La densité des ordures ménagères en poubelles sans tassement est comprise entre 0.1 et 0.30 (Dorfmann, 1985). Dans le tableau 1.5 figure quelques exemples de densités des déchets ménagers.

Tableau: Densité moyenne des déchets solides urbains dans les villes africaines Comparée à celles d'Asie, d'Amérique, et d'Europe. (Ben Ammar, 2006).

Pays		Densité (T/M ³)	
Afrique Du Nord			
Algérie	0,3-0,5	Mauritanie	0,41
Libye	0,2	Tunisie	0,2-0,5
Maroc	0,4-0,6	Tanzanie	0,39
Asie Du Sud-est			
Indonésie	0,25-0,3	Thaïlande	0,25
Asie Du Nord-est			
Taiwan	0,3		
Amérique Centrale			
Mexique	0,3	République Dominicaine	0,3
Amérique Du Sud			
Brésil	0,17		
Europe Du Sud			
Turquie	0,33		

L'humidité (H %) :

Les déchets ménagers renferment une quantité d'eau, qui est celle contenue dans leur composants, la teneur globale en eau est essentiellement fonction des proportions respectives des composants, ainsi que des saisons, l'altitude et de l'origine géographique et sociale des populations qui en sont la source. Elle peut varier de 25 et 60 % (Dorfmann, 1985).

Le pouvoir calorifique :

Le pouvoir calorifique des ordures ménagères considérées comme combustibles, s'exprime soit par leur pouvoir calorifique supérieur (P.C.S.) qui prend en compte la chaleur de vaporisation de l'eau contenue dans les ordures, soit par leur pouvoir calorifique inférieur (P.C.I.) qui n'inclue pas cette dernière. Le pouvoir calorifique s'exprime en millithermies par kilogramme d'ordure (ou en kJ/kg, 1 kJ=0.239 millithermie). Les PCI tendent généralement à augmenter, ce qui est du principalement à l'augmentation de la proportion de cellulose et de matières plastiques dont les pouvoirs calorifiques sont très élevés : de l'ordre de 4000 mth/kg pour la cellulose et de 8000 à 10000 mth/kg pour les matières plastiques (Dorfmann, 1985).

Rapport carbone/azote (C/N)

Les ordures ménagères renferment plusieurs milliards de germes de microorganismes thermophiles par gramme. Abandonnées à elles-mêmes, elles entrent rapidement en fermentation. La température s'élève et se maintient entre 60 et 70 °C, ce qui a pour effet de détruire les germes pathogènes. Cette évolution des ordures en fermentation peut être suivie notamment par la détermination du rapport C/N, des teneurs en carbone et en azote qui reflète le mieux la richesse et le stade d'évolution des ordures. Cette donnée a d'ailleurs été choisie comme un critère de la qualité du traitement des ordures par compostage. L'expérience a montré que le rapport C/N dans les ordures fraîches se situait généralement entre 35 et 20. Il évolue après compostage de 25 à 10. En principe dans un bon compost, le rapport C/N se situe entre 15 et 18. Il est très voisin de 10 dans un bon sol de culture (Dorfmann, 1985).

6. Conclusion

Le problème des déchets est devenue le souci majeur de tous les pays dont la gestion reste complexe : les installations de traitement arrivent à saturation, leur incinération, leur stockage ou leur traitement participent à la pollution atmosphérique, des sols et de l'eau et émettent des gaz à effet de serre.

En Algérie ce problème se pose encore avec acuité. Les pouvoirs publics, conscients que cette activité recèle de nombreuses opportunités socio-économiques, ont montré leur volonté de doter le pays d'un système de gestion sain et performant.

Pour améliorer la gestion des déchets ménagers les autorités, notamment le ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du territoire, ont initié un programme national de gestion des déchets solides municipaux (PROGDEM). Cette démarche s'inscrit dans le cadre de la mise en œuvre de la politique environnementale.

Ce programme national, selon ses initiateurs, vise à éradiquer les pratiques de décharges sauvages, à organiser la collecte, le transport et l'élimination des déchets solides municipaux dans des conditions garantissant la protection de l'environnement et la préservation de l'hygiène du milieu par notamment la réalisation, l'aménagement et l'équipement de centres d'enfouissement technique (CET) dans l'ensemble des wilayas.