



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
*République Algérienne Démocratique et Populaire* N série:.....  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
جامعة الشهيد حمدة لخضر الوادي  
*Université Echahid Hamma Lakhdar - El OUED*  
كلية علوم الطبيعة والحياة  
*Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie*  
قسم البيولوجيا  
*Département de biologie*

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences  
biologiques

Spécialité : BIODIVERSITE et ENVIRONNEMENT

### THEME

*Caractérisation et valorisation des  
DMA de la région d'El-Oued*

**Présentés Par :**

M<sup>elle</sup>: BERROUTI Nessrine

M<sup>elle</sup>: CHEIKHA Achwak

**Devant le jury composé de :**

**Grade :**

**Université :**

**Président:** M<sup>f</sup> KHECHKHOUCHE M.A

M.A.A

Echahid Hama Lakhdar- ElOued

**Examinatrice:** M<sup>elle</sup> MERABET Soumia

M.A.A

Echahid Hama Lakhdar- El'Oued

**Encadreur:** M<sup>me</sup> BOUKHTACHE Naoual

M.A.A

Echahid Hama Lakhdar- El'Oued

**Année universitaire: 2016/2017**

## **REMERCIEMENTS**

*Tout d'abord, nous remercions Dieu « tout puissant » de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce travail.*

*Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et à remercier :*

*M<sup>me</sup> Nawel BOUKHTACHE l'encadreur de notre mémoire pour son aide, ses orientations, ses conseils et ses corrections sérieuses.*

*M<sup>r</sup> Mouhamed Amin KHACHKHOUCHE pour avoir bien voulu présider le jury de notre travail.*

*M<sup>elle</sup> MERABET Soumia pour avoir bien voulu examiner ce travail.*

*M<sup>r</sup> Kamel BOUGHEMARA directeur de l'Entreprise Publique de Wilaya de la Gestion des Centres d'Enfouissement Technique de la wilaya El-Oued et M<sup>r</sup> Ammar HASSI et M<sup>r</sup> Ali El Arbi BAKAKRA et tous les travailleurs de centre pour leurs aides précieuses dans notre travail, notamment pour l'accès aux CET et la fabrication de la table de tri.*

*M<sup>me</sup> Noor El Houda KRIKER directrice de la résidence universitaire Bachir SOUFIA pour son aide précieuse à l'accès au restaurant universitaire pour prendre les données sur les déchets solides. M<sup>r</sup> Abdel Ali MEKAWI et M<sup>r</sup> Salem BELLAMOUCHE et M<sup>r</sup> Abdel Basset MEKAWI pour l'aide pendant le travail au restaurant.*

*M<sup>r</sup> Mohammed Hocine BENAÏSSA directeur de la station du Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides de Touggourt et responsable du laboratoire, pour son aide dans les analyses au labo.*

*Les enseignants, travailleurs et nos collègues de la faculté des sciences de la nature et de la vie qui ont contribué dans notre parcours de formation en Master en Ecologie, spécialité Biodiversité et Environnement.*

*Nous remercions enfin nos familles et toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin dans ce travail.*

## ***Dédicace***

*Avant tout c'est grâce à Dieu que nous sommes là, nous dédions ce  
travail à :*

*A nos mères, de vous des granules ont semé en nous la détermination  
et de résoudre vos conseils constructifs et durables pour vos efforts et  
vous*

*L'amour, la sécurité, l'honnêteté et la paix.*

*A nos pères, cher amour et d'appréciation sur le développement de la  
confiance et nous ont conduits vers le succès, Vous êtes la lumière de  
nos jours, vous rêvez d'une belle vous avez allumé les premières  
bougies de la science dans notre chemin.*

*A mes frères. A mes oncles. A tous les cousins*

*A tous mes amies*

*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce  
travail*

***Achwak et Nessrine.***



## Résumé

L'objectif de notre travail, est axé, d'une part, sur la caractérisation des différentes catégories de déchets, ainsi que sur l'analyse physico-chimique. A cet effet, l'étude a été faite par les quatre secteurs. La collecte était assurée par le centre d'enfouissement technique de la région d'El Oued, et le restaurant universitaire de Bachir Soufia et acheminée au lieu de notre travail.

En basant sur une technique d'échantillonnage quasi aléatoire, les résultats exprimés en termes de pourcentage de différents constituants sont de l'ordre de 69.41% (déchets organique), 20.1 % déchets recyclables (verre, plastique, papier-carton et métaux), Et il effectué en trois fractions granulométrique (>100 mm, <100-20mm>, <20-10 mm>, <10 mm). DMA de cette ville renferment un taux d'humidité assez élevé de l'ordre de 22.3%, le pH 5.1, la conductivité électrique 12.14  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et les solides volatiles est 88.1%.

A partir des données nous avons montré que 89.51% les déchets étaient potentiellement recyclables et que la filière de la valorisation la plus favorable de la ville d'El Oued est le compostage, qui pourrait être réalisé sur la décharge finale.

**Mots clés :** les déchets, El Oued, l'enfouissement, valorisation, échantillonnage

## Sommaire

<b>Résumé</b>	
<b>Liste des Tableaux</b>	
<b>Liste des Figures</b>	
<b>Liste d'Abréviations</b>	
<b>Introduction générale</b>	
<b>CHAPITRE I : Méthodologie de travail</b>	
<b>I- Présentation des déchets solides matériel objet d'étude</b>	
1. Terminologie et différents types de déchets.....	<b>4</b>
1.1. Notion de déchets.....	<b>4</b>
1.2. Classification.....	<b>4</b>
2. Caractérisation des déchets solides ménagers.....	<b>5</b>
2.1. Gisement des déchets solides ménagers.....	<b>5</b>
2.2. Typologie et composition des déchets solides ménagers.....	<b>5</b>
2.3. Production des déchets solides ménagers dans le monde.....	<b>6</b>
3. Caractérisation physique et physico-chimique.....	<b>9</b>
3.1. Masse volumique et humidité des déchets solides ménagers.....	<b>9</b>
3.2. Matières solides volatiles.....	<b>10</b>
3.3. Eléments de traces métalliques.....	<b>10</b>
4. Mode de gestion des déchets solides.....	<b>11</b>
4.1. Filière de gestion des déchets solides ménagers.....	<b>11</b>
4.2. Etapes de la filière de gestion des déchets solides ménagers.....	<b>13</b>
4.2.1. Mode de collecte.....	<b>13</b>
4.2.2. Collecte.....	<b>13</b>
4.2.3. Mode de transfert.....	<b>14</b>
4.2.4. Mode de Traitement et valorisation dans un CET.....	<b>14</b>
5. Filières de gestion des déchets ménagers en Algérie.....	<b>20</b>
5.1. La situation géographique de l'Algérie.....	<b>20</b>
5.2. Flux des déchets en Algérie.....	<b>21</b>
5.3. Gestion des déchets ménagers en Algérie.....	<b>22</b>
5.4. Les acteurs de la gestion des services publics des déchets.....	<b>23</b>
5.4.1. Secteur public.....	<b>23</b>
5.4.2. Secteurs privés.....	<b>24</b>
5.4.3. Secteurs informel.....	<b>25</b>
<b>II- cadre de l'étude</b>	
1. Situation géographique et données socio-économiques d'El Oued.....	<b>26</b>
2. présentation des zones étude.....	<b>28</b>
2.1. Centre d'Enfouissement Technique « C.E.T. ».....	<b>28</b>
2.2. Présentation de la cité de Soufia Bachir et fonctionnement du restaurant universitaire.....	<b>30</b>
2.2.1. La cité Soufia Bachir.....	<b>30</b>
2.2.2. Le restaurant universitaire.....	<b>31</b>
<b>III- Matériel et Méthodes d'étude</b>	
1. Objectif du présent travail.....	<b>32</b>
2. Démarche méthodologique d'échantillonnage.....	<b>32</b>
2.1. Choix des sites.....	<b>32</b>
2.2. Prélèvement des échantillons sur le terrain.....	<b>33</b>

3. Caractérisation physique des échantillons.....	33
3.1. Caractérisation par catégories.....	33
3.2. Caractérisation par taille.....	34
4. Caractérisation physico-chimique des échantillons.....	35
4.1. pH et conductivité électrique.....	35
4.2. Humidité.....	35
4.3. Teneur en matière organique ou solides volatiles.....	36
<b>CHAPITRE II : Résultats et Discussion</b>	
1. Résultats de la caractérisation physique des DMA de la région d'El Oued.....	38
1.1. Tri par catégorie.....	38
1.1.1. Secteur 1.....	38
1.1.2. Secteur 2.....	39
1.1.3. Secteur 3.....	39
1.1.4. Secteur 4.....	40
1.2. Tri par taille.....	42
1.2.1. Fraction >100 mm.....	42
1.2.2. La Fraction <100-20mm>.....	43
1.2.3. Fraction fine.....	44
2. Composition globale des DMA de la région d'El Oued.....	44
2.1. Composition globale par catégorie des DMA de la région d'El Oued.....	44
2.2. Composition granulométrique globale des DMA de la région d'El Oued.....	46
3. Caractérisation physico-chimique des DMA de la région d'El Oued.....	47
3.1. Le pH.....	47
3.2. Conductivité électrique.....	47
3.3. Teneur en humidité.....	47
3.4. Teneur en matières solides volatiles.....	48
4. Distribution des DMA par mode de gestion.....	49
4.1. Déchets compostables.....	49
4.2. Déchets recyclables.....	50
4.3. Déchets combustibles.....	52
4.4. Déchets stockables.....	52
5. Projets et solution recommandées pour le développement du secteur DMA de la région d'El-Oued.....	53
5.1. Proposition d'un plan de gestion des déchets « tri à la source » .....	53
5.2. Solutions recommandées.....	54
<b>Conclusion</b>	
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	
<b>Résumé</b>	

## Liste des tableaux

<b>N<sup>o</sup></b>	<b>Titre</b>	<b>Pages</b>
<b>01</b>	Production des DMA dans différents pays et villes du monde.	<b>06</b>
<b>02</b>	Quelques exemples d'humidité dans quelques pays (villes).	<b>09</b>
<b>03</b>	Concentration moyenne en métaux lourds par catégorie dans les déchets.	<b>11</b>
<b>04</b>	Méthodes de traitement des ordures ménagères.	<b>15</b>
<b>05</b>	Conditions opératoires nécessaires pour une mise en œuvre optimale d'un procédé de compostage.	<b>19</b>
<b>06</b>	Évolution des ratios d'émission des DMA en Algérie.	<b>22</b>
<b>07</b>	Quantités des déchets reçus par CET d'El Oued durant la période allant de 2014 à 2016.	<b>29</b>
<b>08</b>	Pourcentage massique de la fraction >100mm dans l'échantillon en % de chaque secteur.	<b>44</b>
<b>09</b>	Pourcentage massique de la fraction <100-20mm> dans l'échantillon en % de chaque secteur.	<b>45</b>
<b>10</b>	Composition moyenne des déchets de la région d'El Oued	<b>46</b>
<b>11</b>	Composition granulométrique moyenne des déchets de la région d'El Oued.	<b>48</b>
<b>12</b>	Répartition des déchets par mode de gestion.	<b>51</b>
<b>13</b>	Teneur en matériaux potentiellement recyclables dans différentes villes et pays.	<b>54</b>

## Liste des figures

N <sup>o</sup>	Titre	Pages
<b>01</b>	Variation du ratio journalier de plusieurs villes et du PIB des pays correspondants.	<b>08</b>
<b>02</b>	Modes d'élimination des déchets en Algérie.	<b>15</b>
<b>03</b>	Situation géographique de l'Algérie.	<b>20</b>
<b>04</b>	Evolution interannuelle de génération et de collecte de déchets en Algérie.	<b>21</b>
<b>05</b>	Situation géographique de la région d'El-Oued.	<b>26</b>
<b>06</b>	Répartition administratives des chefs-lieux des communes de la vallée d'Oued.	<b>27</b>
<b>07</b>	Centre d'Enfouissements Technique de la wilaya d'El Oued.	<b>28</b>
<b>08</b>	Situation de la résidence universitaire de Bachir SOUFIA.	<b>30</b>
<b>09</b>	Table de tri granulométrique utilisé pour séparer les déchets selon leur taille.	<b>34</b>
<b>10</b>	Répartition des DMA par catégorie dans secteur 1.	<b>40</b>
<b>11</b>	Répartition des DMA par catégorie dans secteur 2.	<b>40</b>
<b>12</b>	Répartition des DMA par catégorie dans secteur 3.	<b>41</b>
<b>13</b>	Répartition des DMA par catégorie dans secteur 4.	<b>42</b>
<b>14</b>	Pourcentage massique de la fraction >100 mm de chaque secteur.	<b>44</b>
<b>15</b>	Pourcentage massique de la fraction 100-20 mm de chaque secteur.	<b>45</b>
<b>16</b>	Répartition moyenne des DMA par catégorie à la région d'El Oued.	<b>47</b>
<b>17</b>	Composition granulométrique moyenne des déchets de la région d'El Oued.	<b>48</b>
<b>18</b>	Taux d'humidité des déchets ménagers à la région d'El Oued.	<b>49</b>
<b>19</b>	Taux moyen des déchets compostables à la région d'El Oued.	<b>52</b>
<b>20</b>	Proportion des matières récupérables pour chaque secteur de la région d'Oued.	<b>53</b>
<b>21</b>	Taux de récupération moyen de chaque constituant valorisables de la région d'Oued.	<b>53</b>

## Liste des abréviations

- ADEME** : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie ;
- AFNOR**: Association Française de Normalisation ;
- AND**: Agence Nationales de déchets ;
- APC** : Assemblée Populaire Communale ;
- C/N**: Rapport Carbone/ Azote ;
- CET**: Centre d'Enfouissement Technique de déchets ;
- CNC** : Combustibles non classés ;
- DPSB**: Direction de la programmation et du suivi budgétaire ;
- DEW** : Direction de l'Environnement de Wilaya ;
- DIB**: Déchets industriel banal ;
- DM** : Déchets Municipaux ;
- DMA**: Déchets Ménagers et Assimilés ;
- DMU**: Déchets Ménagers urbains ;
- DSM**: Déchets Solides Municipaux ;
- EPGW-CET**: Entreprise publique de wilaya de gestion des centres d'enfouissement technique ;
- INC**: Incombustibles non classés ;
- ISDND**: Installation de stockage de déchets non dangereux ;
- Kg**: Kilogrammes ;
- Km**: Kilomètre ;
- MATE** : Ministère de l'Aménagement du Territoire et l'Environnement ;
- MATET** : Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et du Tourisme ;
- MODCOM**: Méthode de Caractérisation des Ordures Ménagères ;
- MSV** : Matières solide volatiles ;
- OM**: Ordures Ménagères ;
- ONG**: Organisation Non Gouvernementale ;
- ONS**: Office National des Statistiques ;
- PAP**: Porte à porte ;
- PED** : Pays en développement ;
- PI** : Pays industrialisés ;
- PIB**: Produit Intérieur Brut ;
- PROGDEM** : Programme national de gestion intégrée des déchets municipaux ;
- RSU**: Résidus solides urbains ;
- SNE** : Stratégie Nationale Environnementale ;

# *Introduction générale*

### **Introduction générale**

La protection de l'environnement devient de plus en plus une préoccupation collective. La question des déchets est quotidienne et touche chaque être humain tant sur le plan professionnel que familial. En qualité de consommateur, producteur, usager du ramassage des ordures et trieur de déchets recyclables, citoyen ou contribuable, chacun peut et doit être acteur d'une meilleure gestion des déchets.

A cet effet, la mondialisation dans la quasi-totalité des secteurs de la vie étant aujourd'hui une donnée évidente, celle des échanges, tant au niveau des produits que des idées, fait que la question des déchets se voit repositionnée, à une échelle plus vaste que celle d'une collectivité publique locale, comme une des préoccupations centrales des civilisations du 3<sup>ème</sup> millénaire et ce bien que la question des déchets soit tributaire des phénomènes de société et culture locales.

En effet, l'histoire de l'évolution des déchets trouve son origine dans l'évolution de nos modes de vie et de nos comportements vis à vis des déchets, des institutions et des systèmes d'élimination (Tini, 2003). D'autres problèmes communs aux villes africaines comme la démographie galopante et l'urbanisation non maîtrisée viennent fragiliser les systèmes de gestion des déchets mis en place. Dans d'autres villes comme Dakar, Cotonou, Douala, et Lomé, la gestion des déchets reste une situation préoccupante. Par ailleurs, de nombreuses études réalisées à partir de 2000 dans les villes africains montrent que les stratégies adoptées par les Etats pour gérer les déchets urbains sont peu efficaces (Tini, 2003; Nagnikam, 2000; Tezanou *et al*, 2001; Nagambi, 2006, 2008; Diawra, 2009; Sotamenou, 2012; Charney, 2005; Allouimine, 2006; Mazouari, 2011; Tahraoui, 2009; Chniti, 2014; Djemaci; Chertouk, 2011).

Les quantités de résidus solides urbains RSU, produites annuellement en Algérie sont estimées à 8,5 millions de tonnes. Un algérien en zone urbanisée génère quotidiennement environ 0,7 kg de déchets. Dans les grandes villes, cette production est proche de 0,9 kg/jour/habitant (Kehila, 2010). Ces chiffres sont alarmants au vu de la gestion actuelle des déchets qui se résume en un seul mot d'ordre « *tous les déchets en décharge* ». On est loin de l'idéal de la gestion intégrée des RSU préconisée pour les PED, dont le but est d'éviter les rues jonchées de détritrus. De plus, la collecte régulière des ordures ménagères n'est pas assurée par les services communaux laissant ce soin aux ONG chargées de la pré-collecte jusqu'au dépotoir le plus proche (Douma, 2000).

## *Introduction*

---

Pour cela, les pouvoirs publics ont décidé de mettre en œuvre un nouveau programme national de gestion intégrée des déchets solides (PROGDEM) qui vise à éliminer les déchets et consiste à mettre en place dans les grandes villes des centres d'enfouissement techniques, dans des conditions saines et écologiquement rationnelles.

El Oued, l'une des régions d'Algérie située au Sud-Est, souffre de ce genre de problème environnemental et rencontre d'énormes obstacles dans la gestion des déchets, par absence de données. La problématique des déchets ne peut pas être traitée comme un objet isolé, ni même se limiter aux seuls aspects de valorisation et d'élimination. Elle doit être placée dans une perspective holistique de gestion des risques et des ressources, qui couvre tout le cycle de vie du déchet, depuis sa génération jusqu'au traitement ultime.

Le problème de la gestion des déchets dans la région d'El Oued, nous a amenés à faire une seule étude sur la caractérisation physique des déchets ménagers et la détermination de leurs quelques paramètres physico- chimiques.

Le présent mémoire est composé de deux chapitres. Dans la première nous avons présenté des déchets solides matériels objet d'étude, l'Etat de lieux en ce qui concerne les enjeux de la gestion des déchets solides ménagers, de façon spécifique, elle s'est intéressée à la problématique des déchets solides ménagers dans la commune d'Oued.

La deuxième partie est consacrée d'abord au cadre d'étude suivi par la présentation matériel, de la méthodologie et des techniques analytiques utilisée pour caractérisation physique et physico- chimique des déchets solides ménagers.

Dans la troisième partie, les différents résultats obtenus sont présentés et discutés. Enfin des propositions de solution envisageables pour une bonne gestion et une valorisation efficace des déchets solides ménagers depuis la pré-collecte jusqu'au traitement finale ont été discutées.

*chapitre I*

*Méthodologie de travail*



## **I- Présentation des déchets solides matériel objet d'étude**

### **1. Terminologie et différents types de déchets**

#### **1.1. Notion de déchets**

Il existe plusieurs définitions du terme déchet, qui correspondent, chacune, à un objectif particulier et est fonction des acteurs impliqués ainsi que du contexte auquel on se réfère.

L'article 1 de la loi française du 15 juillet en 1975 définit le déchet comme suit : « Est un déchet 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 » (Tini, 2003). Cette loi limite la définition aux déchets présentant « des effets nocifs sur le sol, la flore et la faune », dégradant «les sites ou les paysages», engendrant «des bruits ou des odeurs» et portant atteinte «à la santé de l'homme et à l'environnement». Cette définition est également contenue dans la loi n°01-19 du 12 Décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et l'élimination des déchets (Damien, 2013).

#### **1.2. Classification**

La complexité de la définition de la notion de déchet pose un problème de classification (Nonga, 2007). Une première approche distingue les déchets en fonction de leur nature physique : solides, liquides et gazeux. Une autre classification des déchets s'appuie sur la nature du danger qu'ils représentent pour l'environnement : déchets inertes, banals et spéciaux. Les déchets sont également classés selon leur origine: déchets agricoles, industriels et ménagers (Tapanou, 2012).

Selon Damien (2013), on décline ensuite les différentes catégories de déchets en tenant compte de certains aspects des déchets : caractère dangereux ou non, caractéristiques physiques, chimiques et biologiques (fermentescible, inflammable, etc.), secteur producteur (industries, collectivités, particuliers), composition, usage (emballage, électroménager, véhicule).

On entend par déchets ménagers tous les détritiques générés dans les ménages (Thonart, 2012), ou des activités industrielles, commerciales, artisanales, et autres, qui sont assimilables aux déchets ménagers par leur nature et leur composition (Djemaci, 2012).

## 2. Caractérisation des déchets solides ménagers

### 2.1. Gisement des déchets solides ménagers

L'étude du gisement des déchets est une étape essentielle pour leur bonne gestion ; ces études permettent d'estimer la quantité des déchets produits, de connaître leur typologie, d'identifier leur source de génération, de faciliter le design des équipements ou des procédés de traitement, et de définir les propriétés physico-chimiques des déchets avec pour objectif ultime une stratégie efficace de leur gestion (Topanou, 2012).

### 2.2. Typologie et composition des déchets solides ménagers

Pour une bonne gestion des déchets, la connaissance de leur composition est un préalable indispensable. La connaissance de la composition des déchets permet d'opérer des choix techniques et d'organisation et, une meilleure maîtrise des coûts (Nonga, 2007).

La méthode utilisée pour la caractérisation des ordures ménagères est celle de : Mode De Caractérisation des Ordures Ménagères (MODECOM), élaborée en 1993 par l'Agence pour la Défense de l'Environnement et la Maîtrise de l'Energie (ADEME), et reprise dans la norme NF XP X 30-408 (Morvan, 2000 ; El kadi, 2016).

Les principales familles de déchet sont les suivantes : Putrescibles, Papier-Carton, Complexes tétra bricks, Textiles, Textiles sanitaires, Plastiques, Combustibles non Classés (CNC), Verre, Métaux, Incombustibles non classés (INC) et les Déchets Spéciaux. Ces catégories peuvent être subdivisées en sous catégories. Il est important de savoir par exemple que la fraction putrescible comprend les déchets d'alimentation et les déchets verts, la fraction des complexes représente les emballages essentiellement tétra bric, la fraction des combustibles non classés se compose des emballages telles que cagettes, le bois, le cuir, le caoutchouc. La fraction des incombustibles non classés comprend les matériaux inertes tels que les gravats, pierres et coquillages (Francois, 2014).

Certains auteurs comme Morvan (2000), séparent en sous familles les composés comme les métaux (ferreux et autres), les plastiques (films ou non) et les fines (inférieures à 20 mm ou entre 8 mm et 20 mm). D'autres auteurs comme Chiampo et *al*, (1996). Regroupent certaines familles comme le papier-carton, le textile et le cuir ou encore le verre, les métaux et les inertes. (Barlaz et *al*, 1990 ; Boda, 2002) Séparent les déchets d'alimentation des déchets verts, le cuir du bois et du caoutchouc (Aina, 2006).

Une autre étude détaillée dans ce domaine est celle effectuée en Californie au Etats-Unis sur les déchets urbains solides. Dans cette étude, le tri et la caractérisation ont été faits en identifiant 98 types de matériaux groupés en 10 classes (Aloueimine, 2006) : 11 types de papier, 14 types de verre, 11 types de métaux, 4 types de déchets électroniques, 29 types de plastique, 9 types de déchets organiques, 7 types de déchets de construction et de démolition, 5 types de déchets ménagers dangereux, 7 types de déchets spéciaux et 1 catégorie de mélange de résidus de petites tailles ne pouvant être triée.

### 2.3. Production des déchets solides ménagers dans le monde

Le modernisme et l'accroissement de la population mondiale contribuent à augmenter significativement les quantités et les variétés de déchets solides produits. Très souvent, il existe une disparité dans la production des déchets solides qui varie dans un pays d'une ville à une autre selon qu'on se trouve en zone urbaine ou en zone rurale, et en relation étroite avec les niveaux et modes de vie, le tissu urbain et les climats (Sotamenou, 2010). Les résultats présentés dans le Tableau 01, ci-après, montrent des écarts importants entre différents pays et villes.

**Tableau 01:** Production des DMA dans différents pays et villes du monde.

Pays ou ville	Production	Références
	(kg/habitant/jour)	
<b>Etats-Unis</b>	2,07	Sotamenou, 2010
<b>Australie</b>	1,04	Sotamenou, 2010
<b>Abidjan</b>	0,91	Nagnin et <i>al</i> , 2010
<b>Lomé</b>	0,91	Koledzi et <i>al</i> , 2011
<b>Dakar (Cameroun)</b>	0,88	Diwara, 2010
<b>Yaoundé (Cameroun)</b>	0,8	Lawson et <i>al</i> , 2008
<b>Nairobi (Kinia)</b>	0,6	Nagambi, 2011
<b>Cotonou</b>	0,5	Karanja, 2005
<b>Djumbura</b>	0,31	Citereste, 2008
<b>Nouakchott</b>	0,21	Aloueimine, 2006
<b>Casablanca</b>	0,89	Ghalloudi et <i>al</i> , 2015
<b>Maroc</b>	0,76	Najih et <i>al</i> , 2014
<b>Mostaganem</b>	0,82	Guerroud et <i>al</i> , 2014

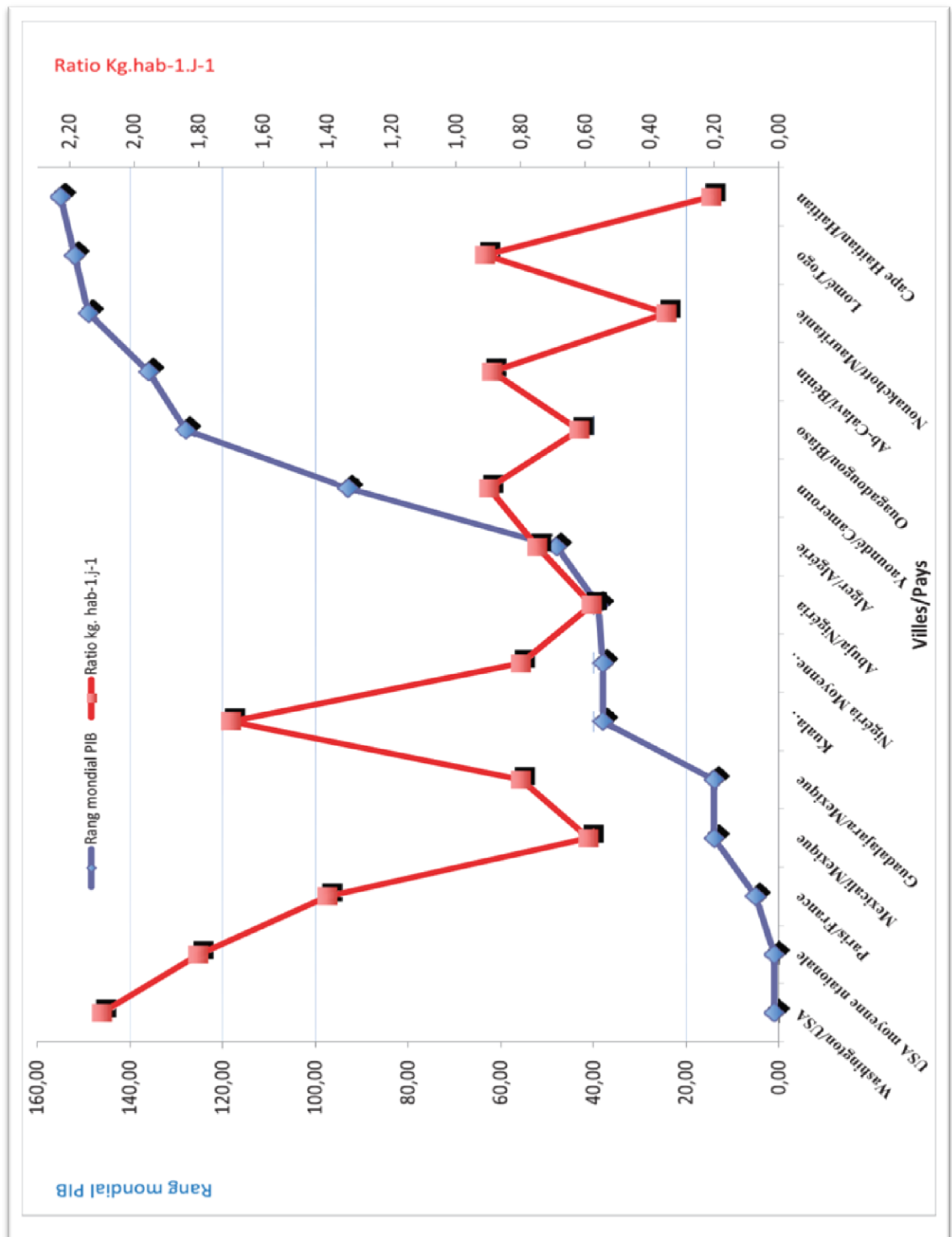
Il est clairement établi, dans presque toute la littérature dédiée à ce sujet, une différence significative entre la génération des déchets par habitant dans les PI et celle des PED. La moyenne de production se situe autour de 1,7 kg/hab/j pour les PI, et autour de 1 kg/hab/j pour les PED. Cette différence s'explique en partie par les niveaux de vie et les modèles de consommation. Les PI abritent des sociétés dites de consommation, avec un niveau de vie élevé. Le modèle de consommation est marqué par la rapidité d'utilisation des produits à courte durée de vie avec des emballages importants (Cheniti, 2014 ; Charney, 2005).

Or, selon Cheniti (2014) et Ben Ammar (2006), les PED, sont l'opposé de ce modèle et le niveau de vie est moins important. Le modèle de consommation est basé sur les produits locaux, bruts ou semi fini, utilisant un emballage minimum. Ces différences dans les modèles de consommation conjuguées aux conditions de développement inhérentes aux PED pausent quelques difficultés méthodologiques et techniques quant à la gestion des déchets. Ainsi les déchets de ces pays sont marqués par leurs très grandes variabilités et hétérogénéités, ce qui rend inopérant l'emploi des méthodes développées dans les contextes des PI.

Comme par exemple, En Malaisie, la moyenne nationale se situe entre 0,5 et 0,8 kg/hab/j alors que, dans les villes à forte densité de population, la production de déchets peut atteindre 1,7 kg/hab/j (Topanou, 2012).

D'autres paramètres comme les variations saisonnières sont souvent très sensibles, et sont très différenciées telles que les saisons sèches (où les pluies sont inférieures à 50 mm/an), et les saisons pluvieuses (où les pluies peuvent dépasser les 4000 mm/an). Ces grandes hétérogénéités entre les saisons impliquent de fortes disparités au niveau des paramètres physico-chimiques des déchets. Par exemple à Douala, au Cameroun, la densité des déchets peut passer de 180 kg/m<sup>3</sup> en saison sèche à 400 kg/m<sup>3</sup> en saison humide (Ben Ammar, 2006). Ainsi à Yaoundé (Cameroun) la production moyenne de 0,6 Kg/hab/j en saison sèche passe à 0,98 Kg/hab/j en saison humide (Charney, 2005).

En considérant la moyenne mondiale de production des déchets ménagers, cette production mondiale devrait tripler dans les prochaines années avec l'augmentation toujours croissante de la population mondiale. Face à cette forte production des déchets ménagers, des stratégies de gestion efficace devront être développées afin de mieux maîtriser les flux. (Sotamenou, 2010).



**Figure 01:** Variation du ratio journalier en fonction de plusieurs villes et du PIB des pays correspondants (Charnay, 2005 ; Aloueimine, 2006 ; Koledzi, 2011 ; Topanou, 2012).

### 3. Caractérisation physique et physico-chimique

La connaissance de la composition physico-chimique des déchets permet d'estimer les pollutions possibles sur l'environnement et sur l'homme. Par la suite, il est donc plus facile d'entreprendre des procédures de contrôle et de réduction des émissions polluantes (Charney, 2005).

#### 3.1. Masse volumique et humidité des déchets solides ménagers

La masse volumique est l'un des paramètres important aussi bien dans le choix et la conception des moyens de transport des déchets urbains que dans la stabilisation des déchets en décharge. Elle dépend de la composition des déchets et en particulier de la fraction organique avec une humidité élevée, et de la fraction des fines inférieure à 8 mm (sable et poussière) (Aloueimine, 2006).

L'humidité est un paramètre déterminant pour fixer les conditions d'exploitation d'une décharge (Aina, 2006), le taux de dégradation d'un déchet ou les modes de traitement des déchets (Topanou, 2012). L'humidité est aussi un paramètre important qui a une influence notable sur le pouvoir calorifique et la matière putrescible. Ce paramètre est variable suivant la nature des DMA, le lieu de production, les saisons et suivants les conditions sociales du producteur. En Europe, le taux de d'humidité des ordures oscille entre 35 et 45 % avec un maximum en été et un minimum en hivers. En milieu tropical humide par contre, le taux d'humidité tourne autour de 65 % avec un minimum situé à plus de 50 % en saison sèche (Ngnikam, 2006), et est supérieure à 50% pour les P.E.D (Charnay, 2005 ; Topanou, 2012).

Le Tableau 02 ci-après donne quelques exemples d'humidité des déchets solides dans quelques pays (villes).

**Tableau 02:** Quelques exemples d'humidité dans quelques pays (villes).

<b>Pays ou ville</b>	<b>Humidité</b>	<b>Références</b>
<b>Alger</b>	50	Khehil et <i>al</i> , 2011
<b>Casablanca</b>	65-70	Ghalloudi et <i>al</i> , 2015
<b>Maroc</b>	70	Najih et <i>al</i> , 2014
<b>Bobo-Dioulasso</b>	68	Compaore, 2010
<b>Mostaganem</b>	57	Guermoud et <i>al</i> , 2014

### **3.2. Matières solides volatiles**

Les Matières Solides Volatiles (MSV), représentent la fraction volatile obtenue par calcination de la matière organique totale : la matière organique biodégradable (putrescible et papiers) et non biodégradable (plastiques). Ce paramètre est utile pour évaluer le potentiel organique polluant ou non des déchets (Topanou, 2012). Aloueimine (2006), définit les matières volatiles solides dans les déchets comme la fraction qui devient volatile en brûlant à 550 °C le déchet, préalablement séché à 105 °C. Le résidu de cette opération ou partie non consommée est appelé substances non volatiles (SNV).

La teneur en solide volatil présente dans un déchet ménager de composition ADEME est de 59 %. Cette valeur est différente selon les catégories de déchets considérées, les putrescibles contiennent 82 % de matière organique, les papier-carton 82 %, les plastiques 92 %, les textiles 90 % et le bois 84 %. Les autres composants de type (INC), verre et métaux, génèrent au contraire de faibles pourcentages (Francois, 2004). Cette teneur est considérée comme un bon indicateur dans le choix de la filière de traitement : incinération ou compostage. Si la teneur en MSV est importante, ceci permettrait de confirmer une valorisation par incinération. Par contre, une valorisation par compostage ou par méthanisation, serait un traitement recommandé face à une valeur faible de MSV (Topanou, 2012).

### **3.3. Eléments de traces métalliques**

Les DMA contiennent 4 à 5 % de métaux en masse, d'après la composition type de 1993 de l'ADEME (Francois, 2004). La présence des métaux lourds dans les déchets est tout d'abord due en grande partie à leur utilisation dans l'industrie pour la fabrication de produits (piles, aérosols, ustensiles de cuisine, peintures, encre, composants électroniques, etc.). Ou comme emballage pour divers produits (boîtes de conserve, briques de lait et de jus, papier, carton, plastiques, etc.) (Aloueimine, 2006). Ces différents métaux peuvent se retrouver sous différentes formes chimiques, allant de la plus bio disponible (dissoute ou soluble dans l'eau) à la plus bio résistante (métal élémentaire) en passant par des formes intermédiaires telles que des métaux complexés avec les matières fermentescibles ou piégés sous forme de sulfures métalliques. Leur toxicité et leur impact sur l'environnement, voire la santé humaine, sont fonction de leurs biodisponibilités, bioaccumulations et/ou

spéciations (forme chimique, état d'oxydation, état acido-basique) dans les déchets puis dans le sol (Topanou, 2012).

Cependant, l'apport de ces métaux lourds dans les ordures ménagères varie en fonction des catégories qui composent le déchet et en fonction du métal considéré. Leurs toxicités varient considérablement d'un métal à l'autre (Aloueimine, 2006).

Le Tableau 03 ci-dessous, montre la concentration moyenne en métaux lourds dans différentes catégories de déchets (Aloueimine, 2006).

**Tableau 03:** Concentration moyenne en métaux lourds par catégorie dans les déchets.

<i>Concentrations en mg/kg de matière sèche</i>													
<i>Catégories</i>	<i>As</i>	<i>B</i>	<i>Cd</i>	<i>Co</i>	<i>Cr</i>	<i>Cu</i>	<i>Mn</i>	<i>Hg</i>	<i>Mo</i>	<i>Ni</i>	<i>Pb</i>	<i>Se</i>	<i>Zn</i>
<b>Déchets putrescibles</b>	0,9	15,1	1,8	62,2	27,7	67,3	112,9	0,2	nd	9,1	153,6	nd	148,0
<b>Papiers</b>	Nd	7,8	1,2	93,5	25,3	61,1	60,6	0,1	nd	10,2	52,9	nd	95,5
<b>Cartons</b>	Nd	31,6	1,4	172,9	23,6	38,1	56,0	0,7	nd	11,8	26,1	nd	112,1
<b>Complexes</b>	Nd	5,9	1,1	399,9	29,1	122,8	132,4	0,4	0,5	16,7	441,4	nd	205,7
<b>Textiles</b>	Nd	12,0	6,8	258,5	118,6	766,3	55,5	0,5	2,7	37,7	99,2	nd	1217,8
<b>Textiles sanitaires</b>	Nd	11,5	1,2	293,2	80,6	38,6	46,8	0,2	0,2	22,1	47,1	nd	1572,2
<b>Plastiques</b>	0,5	21,7	12,1	267,6	96,2	295,8	103,8	1,0	4,3	45,2	160,8	0,1	375,8
<b>Combustibles n.c.</b>	Nd	25,6	14,0	224,3	387,2	497,0	85,4	0,2	nd	19,6	184,4	nd	866,9
<b>Verre</b>	24,0	4,0	1,3	14,1	625,5	14,6	216,3	nd	nd	19,6	373,7	nd	58,0
<b>Métaux</b>	10,8	5,2	7,9	99,6	322,5	15541	2373	0,3	5,4	481,4	9053	0,1	5067
<b>Incombustibles n.c.</b>	5,3	45,7	1,0	18,7	244,0	21,2	444	0,02	nd	23,3	641	nd	558
<b>Piles</b>	Nd	7,2	26,6	nd	nd	73,2	73438	1250	nd	52	77,5	nd	218000
<b>DMS<sup>(*)</sup> Aérosols</b>	Nd	15,8	15,8	118	225	21,7	12,1	0,4	nd	388	412	6,6	2391
<b>Eléments fins</b>	4,3	13,3	4,5	25,6	150,7	464,6	304,7	1,3	0,4	34,1	930,8	nd	552,6

nd : non détecté

(\*) A cause des difficultés d'analyser les déchets ménagers spéciaux (DMS), seuls les piles et les aérosols ont été analysés.

## 4. Mode de gestion des déchets solides

### 4.1. Filière de gestion des déchets solides ménagers

La filière de gestion des déchets solides ménagers est l'ensemble des opérations comprenant la collecte, le transport, le stockage et le traitement nécessaires à la récupération des matériaux utiles ou de l'énergie, à leur recyclage, pour la réduction du volume des déchets et éviter les nuisances et la dégradation de l'environnement (Nagambi, 2015), prenant en compte les considérations d'ordre sanitaire (santé publique), technique, scientifique,

esthétique, économique, social (attitudes des populations) et environnemental (Amegran, 2009). Cette filière devrait respecter quatre principes, cités par Aloueimine et al, (2006):

- La prise en compte de technologies appropriées en vue de l'optimisation du procédé de fabrication et la production de moins de polluant ;
- La mise en œuvre de filière de réutilisation, de recyclage et de compostage des déchets est l'aspect le plus important dans la gestion des déchets ;
- Le rejet des déchets en respect de l'environnement, notion fondamentale lorsqu'aucune des autres stratégies ne peut être appliquée ;
- L'enfouissement des déchets qui n'ont pu être réduits, réutilisés, recyclés ou compostés.

En effet, la législation internationale en matière de gestion des déchets s'intéresse aux déchets dangereux (Convention de Bale sur les déchets dangereux, ratifiée le 5 décembre 2011) et à leur transport (Convention de Bamako sur l'interdiction de transfert de déchets dangereux en Afrique, signé en 1999) ou aux polluants organiques persistants (Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants signé le 23 Mai 2001) (Charnay, 2005).

La gestion des déchets n'est pas seulement une affaire de l'Etat. De nombreux acteurs privés comme publics interviennent dans la gestion des déchets urbains à différents niveaux. Qu'elle permet d'une part, de sensibiliser les ménages sur le tri sélectif, de recueillir le maximum d'informations utiles pour l'orientation de la stratégie à adopter pour une bonne conduite de l'étude. D'autre part, d'avoir une idée sur les perspectives en matière de gestion des déchets éventuellement exprimées par les ménages concernés. Il s'agit notamment de connaître la taille des ménages, la pratique de gestion de ses déchets, la valorisation opérée des déchets s'il y a lieu, leur vision pour la gestion globale des déchets etc.

Bien souvent, la responsabilité en matière de gestion quotidienne incombe aux communes. Cinq types d'acteurs se répartissent la lourde tâche de la gestion des déchets des villes (Koledzi, 2011) :

- i) le secteur public représenté par les autorités locales (commune, préfecture, mairie,...) ;
- ii) le secteur privé formé des petites et grandes entreprises qui relient les activités des ONG et des autorités ;
- iii) le secteur informel composé soit des particuliers rassemblés en associations dans des quartiers soit des petites entreprises non officielles qui s'occupent de la pré-collecte porte à porte (P.A.P) soit des matières recyclables ;

iv) la population, premier producteur des DM, qui contribue soit directe par le recouvrement des redevances, soit indirecte par le biais des impôts et taxes locales ;

v) les ONG et les associations, très nombreuses dans les PED, qui contribuent à la collecte des déchets, au transport et stockage à l'extérieur de la ville (Charnay, 2005 ; Koledzi, 2011).

## **4.2. Etapes de la filière de gestion des déchets solides ménagers**

### **4.2.1. Mode de collecte**

La collecte a un poids important dans les coûts de traitement, un mode de collecte adapté aux besoins est donc fondamental (Balet, 2014). Il y a Deux étapes sont essentielles dans le service des déchets : l'enlèvement et l'élimination. L'enlèvement des déchets compte la pré-collecte et la collecte elle-même. L'élimination fait référence à la mise en décharge, enfouissement, compostage, et incinération (MATE, 2003).

#### **i. Pré-collecte**

Le concept de pré-collecte sous-entend toutes les opérations qui précèdent la collecte effective des déchets. Elle vise le recueil, le rassemblement et le stockage des déchets par les habitants d'un foyer, d'un immeuble, d'une cité ou par les personnels d'un organisme ou d'une entreprise, puis le dépôt en des lieux dédiés aux déchets (MATE, 2003).

### **4.2.2. Collecte**

La collecte est une opération qui consiste en l'enlèvement des déchets chez le producteur (les ménages pour les DMA) ou aux points de regroupement alors que la pré-collecte est définie comme étant l'ensemble des opérations d'évacuation des déchets depuis leur lieu de production, jusqu'au lieu de prise en charge par le service de collecte public (ADEME, 1994). À l'heure actuelle, il existe en Algérie deux méthodes d'enlèvement:

**i. le porte à porte :** dans lequel le service de la collecte assure un passage régulier pour l'évacuation des DSM.

**ii. l'apport volontaire :** dans lequel le générateur assure le transfert des DSM vers un point de regroupement afin qu'ils soient transportés par le service chargé de l'opération vers un lieu d'élimination ou de traitement. Ce mode d'apport est très adapté à l'opération de tri sélectif (MATE, 2003).

### 4.2.3. Mode de transfert

Après la collecte, pour acheminer les déchets (DMA, recyclables, DIB, etc.) des lieux de production (habitants, commerces, industries) vers les sites de traitement (incinérateur ou une ISDND), il y a deux possibilités :

- Les camions de déchets se rendent directement sur le site de traitement parce qu'il est relativement proche (20 km). C'est généralement le cas des villes qui possèdent un site de traitement : les convois s'y rendent directement avec les véhicules de collecte
- Les camions se rendent vers un quai ou plateforme de transfert qui sert à une localité ou zone géographique étendue (Turlan, 2013).

### 4.2.4. Mode de Traitement et valorisation dans un CET

On a longtemps considéré les déchets comme des matériaux qui ne servent plus et qu'il faut jeter. Il existe quatre façons de se débarrasser des déchets : les jeter, les enterrer, les brûler ou les composter (Berg et al, 2009).

#### a. Définition du traitement des déchets

La loi 01-19 du 12 décembre 2001, définit le traitement des déchets comme toute mesure pratique permettant d'assurer que les déchets sont valorisés, stockés et éliminés d'une manière garantissant la protection de la santé publique et/ou de l'environnement contre les effets nuisibles que peuvent avoir ces déchets.

Selon Leroy (1997), traiter un déchet c'est lui permettre soit d'être valorisé : cas de tous les tris, récupération, transformations qui permettront de lui trouver une utilisation, soit d'être rejeté dans le milieu extérieur dans des conditions acceptables.

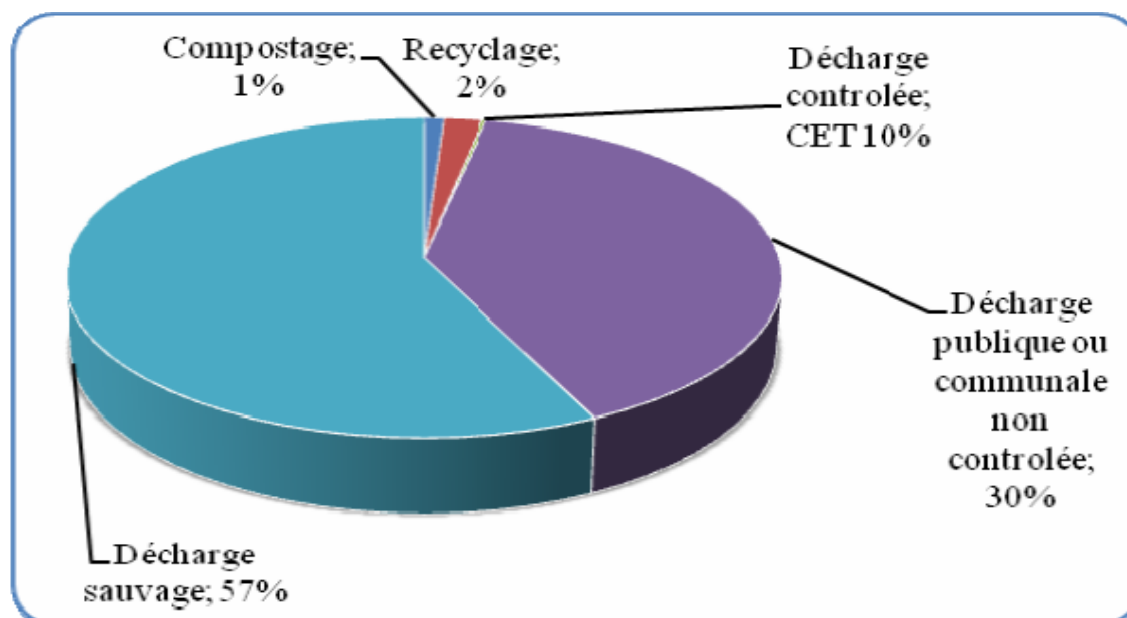
#### b. Définition de la valorisation des déchets

Selon la loi 01-19 la valorisation des déchets est toutes les opérations de réutilisation, de recyclage ou de compostage des déchets.

#### c. Traitement par élimination

Avant de présenter les différents modes d'élimination et de traitement des déchets existant en Algérie, nous présenterons les deux approches adoptées pour la collecte. En général, l'élimination reste la solution appliquée à 97 % des déchets produits en Algérie

(Figure 2). Les déchets destinés à l'élimination sont mis en décharges sauvages à 57 %, brûlés à l'air libre dans des décharges publiques ou communales non contrôlées (à raison de 30 %), en décharge contrôlée et dans les CET (10 %). Le nombre de décharges sauvages est passé de 2000 en 1980 à 3 130 en 2007. Par contre, les quantités destinées à être valorisées sont trop faibles : seulement 2 % par recyclage et 1 % par compostage (MATE, 2004).



**Figure 2** : Modes d'élimination des déchets en Algérie (Source : MATE 2004)

L'objectif pour 2020 est d'augmenter le taux de recyclage global et par matière, d'éradiquer les décharges sauvages. Depuis 2001, le gouvernement a opté pour l'enfouissement comme mode le plus adéquat à l'élimination des déchets municipaux. Ces derniers aspects seront traités avec plus de détails un peu plus loin.

Selon l'ADEME in Faurie et *al*, (2006). 98% des ordures sont collectées et traitées de la façon suivante :

**Tableau 4** : méthodes de traitement des ordures ménagères (ADEME in Faurie et *al*, 2006).

Mise en décharge	51%
Incinération avec récupération d'énergie	27%
Incinération sans récupération d'énergie	11%
Tri compostage	7%
Recyclage matière	4%

#### d. La mise en décharge

En Algérie, l'élimination des déchets ménagers et assimilés par la voie de la mise en décharges sauvages est le mode le plus utilisé avec un taux de 87 %. Selon une enquête menée par les services du MATE, plus de 3 130 décharges sauvages ont été recensées sur les 48 wilayas avec une superficie de l'ordre de 4 552.5 ha. La majorité de ces décharges est caractérisée par une localisation géographique quasi-similaire. Aucun contrôle n'est effectué sur la composition des déchets au sein des décharges (Djamaci et Chertouk, 2011).

Les décharges à ciel ouvert ont été remplacées par les décharges contrôlées, encore appelées centres d'enfouissement technique CET (Berg et al, 2009).

La mise en décharge contrôlée des déchets urbains est une méthode de gestion des déchets dans toutes les situations concernant d'importants tonnages car elle est choisie pour sa facilité et son faible coût (Miquel, 1998).

Les CET diffèrent des décharges à ciel ouvert car les déchets sont compactés dans un trou et recouverts d'une fine couche de terre chaque jour.

Aux USA, les décharges contrôlées font payer des « frais de service » pour accepter les déchets (Berg et al, 2009).

Selon Faurie et al, (2006). On distingue 3 types de décharges ou de centres d'enfouissement technique (CET) :

Les CET de **classe 1** ou centres de stockage pour résidus ultimes sont capables d'accueillir les déchets les plus toxiques tels que mâchefers, poussières d'épuration des usines d'incinération, déchets industriels spéciaux.

Les CET de **classe 2**, un peu moins étanches que les précédents, sont habilités à recevoir les ordures ménagères et assimilés.

Les CET de **classe 3** ne peuvent accueillir que les déchets, gravats et mâchefers non toxiques.

Selon Turlan (2013), Le principe du stockage consiste à enfouir les déchets dans des casiers isolés hydrauliquement les uns des autres, dans lesquels une combinaison de réactions physiques, chimiques et biologiques s'opère au cours de la dégradation des déchets pour aboutir principalement à la formation de liquides pollués (lixiviats) et de gaz.

Le fond des casiers équipé d'un réseau de drainage des lixiviat qui sont envoyés vers des bassins de stockage en vue de traitement ultérieures.

### **i. disposition des déchets dans les alvéoles**

Les déchets sont déposés dans l'alvéole en cours d'exploitation depuis le quai de déchargement. Déchargés en pied de quai, le compacteur se charge ensuite de les amener en les poussant vers la zone où ils seront disposés. Après, le compacteur, par des passages successifs, permet de tasser l'ensemble du massif.

### **ii. compactage des déchets**

Il est assuré par un compacteur, engin lourd dont les vas et viens incessants permettent de tasser le massif de déchets afin d'en réduire le volume.

Cette opération est très importante et doit être homogène afin de créer un massif de déchets compact, stable de cependant perméable aux lixiviat et gaz.

### **iii. Déchets produits par les installations de stockage « lixiviat »**

Qui connut par lixiviat « jus de décharge » et est le liquide résiduel qui provient de la percolation de l'eau à travers un matériau, ici le massif de déchets. On le retrouve en fond d'alvéole de stockage (ou casier) ou il est récupéré et envoyer vers un réseau de collecte propre à la décharge.

Riches en matière organique et en éléments de traces, ils ne peuvent être rejeté directement dans le milieu naturel ; ils doivent être soigneusement collectés et traité ; soit traités sur place s'il existe une structure adaptée (station d'épuration) ; soit exportés vers une station d'épuration ou une installation industrielle de traitement de produits chimiques.

### **e. L'incinération pour valorisation énergétique**

L'incinération cette technique ancienne de traitement des déchets (Damien, 2013). Cette technique choisie par de nombreux syndicats intercommunaux en raison d'avantages majeurs. L'usine d'incinération occupe moins d'espace que la décharge et elle permet la valorisation des ordures, en produisant de la chaleur, transformée en eau chaude alimentant le réseau de chauffage urbain ou en électricité (Faurie et al, 2006).

Elle a deux effets positifs, d'une part, la quantité de déchets est réduite de 90%, les cendres et les mâchefers sont, bien sûr, beaucoup plus compacts que les déchets avant

incinération. Et d'autre part, l'incinération permet de valoriser la chaleur produite en chauffage et en électricité.

Le papier, les plastiques et le caoutchouc sont les meilleurs combustibles (Berg et al, 2009).

En France, il a longtemps été le deuxième mode de traitement des déchets ménagers (40% en 1995) après la mise en décharge (Balet, 2014).

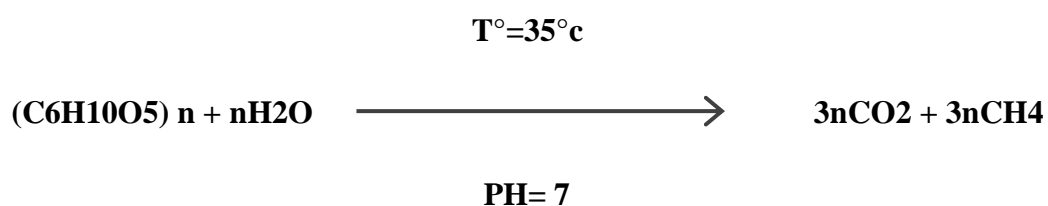
Selon Turlan (2013), En France la valorisation énergétique des ordures ménagères se place aux 2 rangs pour la production de chaleur ou d'électricité à partir d'énergies renouvelables. Ceci aux 2 rangs de production d'électricité à partir de source renouvelable après l'hydraulique, et également au 2 rang après la chaleur renouvelable issus du bois.

#### **f. valorisation de la biomasse par compostage et méthanisation**

La matière organique présente la propriété d'être une substance biodégradable, c'est-à-dire qu'une action bactérienne, naturelle ou induite, la décompose assez rapidement en molécules simples utilisables par les plantes. Cette dégradation peut se dérouler en milieu aérobie (présence d'oxygène) ou anaérobie (absence d'oxygène), la mise à disposition d'air lors de cette dégradation induit une réaction de fermentation aérobie : c'est le principe du compostage (Lopez, 2002).

#### **i. La méthanisation (Les ordures source de biogaz)**

Américains, Danois, Hollandais, Anglais et Allemands utilisent depuis longtemps le gaz libéré par fermentation anaérobie de la matière organique selon la réaction suivant:



Le méthane (CH<sub>4</sub>) récupéré peut être transformé en électricité, en vapeur ou en carburant utilisable par les véhicules du transport urbain ou par les bennes à ordures.

Une tonne de fermentescibles après transformation, fournit 100 m<sup>3</sup> de biogaz et 250 Kg de compost. Les résultats sont d'autant plus importants que le gisement de matière organique est pur, c'est-à-dire que le tri a été efficace (Faurie et al, 2006).

## ii. Le compostage

Le compostage est un procédé biologique aérobie de dégradation et de valorisation de Matière organique en un produit stabilisé et hygiéniste disposant des caractéristiques d'un terreau enrichi en composés humiques (Damien, 2013).

Plusieurs études (Aoun et Bouaoun, 2008; Bayard et Gourdon, 2007) suggèrent que Le compostage est un traitement biologique de déchets organiques permettant de poursuivre un ou plusieurs des objectifs suivants :

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

Le processus de compostage est réalisé en deux étapes successives :

- Une étape de fermentation aérobie
- Une étape de maturation du compost (Humeau et Lecloirec, 2006).
  - **La fermentation aérobie** : via des bactéries qui est une dégradation intense de la matière organique fraîche à haute température (50 à 70 °C), créant un compost frais; (Turlan, 2013).
  - **La Maturation**: la maturation qui va transformer le compost frais en un compost mûr, riche en humus. la température de ce phénomène, plus basse, de 35 à 45 °C, conduit à la biosynthèse de composés humique par des champignons (Turlan, 2013).

Solen Humeau et Lecloirec (2006), Ces processus d'humification sont lents et peuvent durer plusieurs mois.

**Tableau 5:** Conditions opératoires nécessaires pour une mise en œuvre optimale d'un procédé de compostage (Humeau et Lecloirec, 2006).

Conditions opératoires	Fermentation aérobie	Maturation
Température	60 à 70 °C	20 à 30°C
Teneur en eau	60 à 80 % de la masse brute	40 à 60% de la masse brute

<b>Ph initial de la matière</b>	6 à 8	7 à 8
<b>C/N</b>	20 à 30	-
<b>Temps de biodégradation</b>	4 à 6 semaines	1 à 3 mois
<b>Besoins en air</b>	0.1 à 1 Nm <sup>3</sup> /min	< 0.1 N m <sup>3</sup> / min

## 5. Filières de gestion des déchets ménagers en Algérie

### 5.1. La situation géographique de l'Algérie

L'Algérie est un grand pays situé au Nord du continent africain entre le Maroc et la Tunisie. Son vaste territoire dépassant 2 381 000 km<sup>2</sup> est réparti en trois ensembles biogéographiques distincts ; le Sahara (zone aride), les hauts plateaux (zone semi-aride) et l'ensemble Tellien au nord. Selon l'Office national des statistiques (ONS), le nombre d'habitants est estimé au 1er janvier 2015 à 39,5 millions avec un taux de croissance démographique supérieur à 1,5 %. La population est majoritairement concentrée dans le Nord, avec environ 65 % de la population globale d'où un très fort taux d'urbanisation dans cette région et une densité d'occupation dépassant 270 h/km<sup>2</sup>.

Selon le dernier découpage de 1984 (J.O. n°6 du 7 février 1984), l'organisation territoriale du pays a fixé à 48 le nombre de wilayas, et 1 541 communes parmi lesquelles, 24 grandes villes (chefs-lieux de wilayas) sont de plus de 100 000 habitants et environ 300 chefs-lieux de communes de plus de 20 000 habitants. Le PIB par habitant a été évalué pour l'année 2014 à 7 534 USD et un taux de croissance d'environ 3,3 % (Banque Mondiale, 14 janvier 2015) (And, 2014).

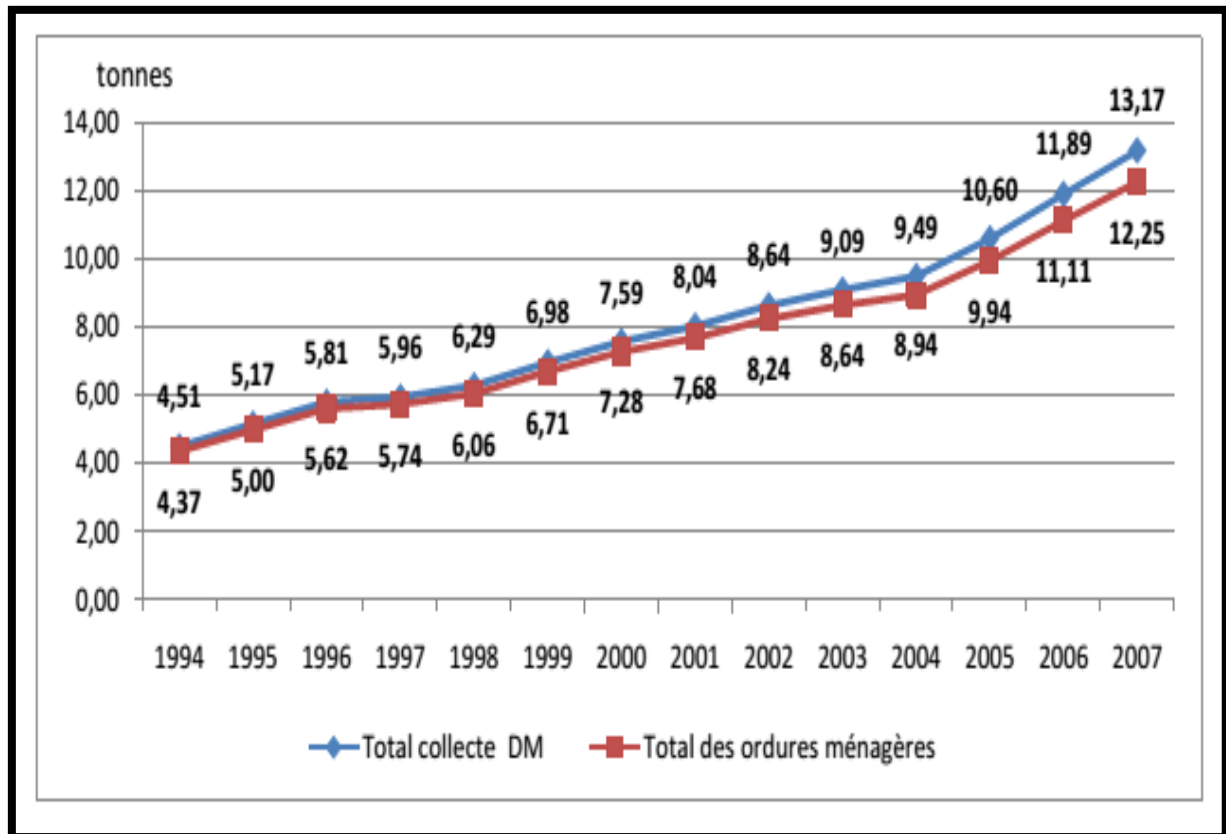


Figure 3 : Situation géographique de l'Algérie.

## 5.2. Flux des déchets en Algérie

Le développement urbain rapide dans les pays en développement est devenu parmi les sérieux défis environnementaux dans la mesure où il est synonyme de production accrue de déchets urbains, en quantité et en composition, en raison de la croissance démographique et la hausse du niveau de vie. Parallèlement à cette croissance se pose la question de la gestion des déchets qui ne représente pas une priorité pour la plupart de ces pays, par rapport à d'autres problèmes (Cheniti, 2014).

La production des déchets DMA est passée de 2,25 millions de tonnes en 1980 à 7,27 millions de tonnes en 2000, pour dépasser le seuil des 12 millions de tonnes en 2007 (Figure 4). Parallèlement à ce volume de production, une augmentation du volume de collecte des déchets ménagers générés est noté comme indique la (Figure 4) ci-dessous.



**Figure 4:** Evolution interannuelle de génération et de collecte de déchets en Algérie

Source données: AND, MATE, METAP, CNES, Presses, cité par (Djemaci, 2012)

La forte progression des déchets collectés s'explique, en grande partie, par l'amélioration des moyens affectés par l'État de cette opération. Le ratio annuel par habitant est passé de 130 kg/hab en 1980 à 239 kg/hab en 2000, pour atteindre 356 kg/hab en 2007.

Le Tableau suivant montre une évolution moyenne annuelle des ratios des OM de 6,07 % (Djemaci, 2012).

**Tableau 6:** Évolution des ratios d'émission des DMA.

	Population en Millions selon ONS	Ordures ménagères en kg/hab	Émission totale des DMA en kg/hab
1994	27,49	159	204
1995	28,06	178	228
1996	28,56	197	252
1997	29,04	201	257
1998	29,50	208	265
1999	29,95	225	285
2000	30,46	242	306
2001	30,91	252	317
2002	31,38	265	333
2003	31,86	277	350
2004	32,35	286	369
2005	32,85	308	391
2006	33,69	338	431
2007	34,40	363	465
variation annuel moyenne	+1,61%	6,07%	6,06%

Source: AND, MATE, Metap, CNES, Presses, cité par Brahim (2012)

### 5.3. Gestion des déchets ménagers en Algérie

La croissance démographique, le développement des activités socio-économiques et les mutations du mode de vie et de consommation, favorisent grandement la production des déchets en milieu urbain (And, 2014). Pour cette raison le gouvernement algérien a envisagé une stratégie nationale environnementale (SNE) qui devra permettre de poser les premiers jalons du développement durable. Cette stratégie est une approche programmatique décennale pour la période 2001-2011, les objectifs nationaux algériens sont la réduction des quantités de déchets produites et l'atténuation de l'impact de leur élimination sur l'environnement (Djemaci et Chertouk, 2011).

En général, la politique de déchets est fondée sur trois types d'instruments: les instruments législatifs ou réglementaires, les instruments économiques et les autres instruments (sensibilisation, formation, etc.) (Cheniti, 2014 ; Djemaci, 2012).

En mai 1998, l'Algérie adhère avec réserve à la convention de Bâle qui vise à réduire le volume des déchets dangereux ainsi que le contrôle de leurs mouvements transfrontières. Le 29 avril 1998, l'Algérie a signé le protocole de Kyoto approuvé le 21 mai 2002, puis ratifié le 28 avril 2004, et entré en vigueur le 16 février 2005 qui incite à la réduction des émissions de

gaz à effet de serre. En matière de déchets, ces gaz peuvent être émis par le brûlage à l'air libre des déchets au niveau des décharges (Djemaci, 2012).

S'agissant de la gestion des déchets municipaux, le programme national pour la gestion intégrée des déchets ménagers (PROGDEM), a été mis en œuvre par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement en 2001 (Cheniti, 2012 ; Djemaci, 2012 ; Djemaci et Malika, 2011). L'objectif de ce programme réside dans l'éradication de la pratique des décharges sauvages, l'organisation de la collecte, le transport, et l'élimination des déchets solides municipaux dans des conditions garantissant la protection de l'environnement et ce, par l'introduction de nouvelles techniques de gestion, notamment la réalisation et l'équipement des centres d'enfouissement technique (CET) à travers le territoire national (Anonyme, 2011). Les objectifs de ce programme sont :

- la préservation de l'hygiène publique et la propreté des agglomérations ;
- l'amélioration du cadre de vie du citoyen et la protection de sa santé ;
- l'élimination saine et écologiquement rationnelle des déchets ;
- la valorisation des déchets recyclables et la création d'emplois verts (AND, 2014).

## **5.4. Les acteurs de la gestion des services publics des déchets**

### **5.4.1. Secteur public**

#### **a. Au niveau national**

Actuellement, le Ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et du Tourisme (MATET) est le premier responsable de la politique nationale de l'environnement. Il a été créé à la fin des années 1980 avec une dénomination variable dans le temps, il portait avant 2007 le nom du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE), il est responsable de la stratégie nationale de gestion des déchets solides, élabore les schémas communaux, conçoit les programmes de formation et de sensibilisation, et réalise les centres d'enfouissement techniques.

#### **b. Au niveau régional**

Au niveau régional, le service public de gestion des déchets est représenté par les Inspections Régionales de l'Environnement, créées le 5 novembre 1988 par le décret n° 88-

227. Elles représentent des organes décentralisés de l'État qui veillent au respect de la législation et de la réglementation dans le domaine de la protection de l'environnement. Par la suite, les Directions de l'Environnement de Wilaya (DEW) sont venues succéder aux inspections de l'environnement de wilaya. Créées par le décret exécutif n° 96-60 du 27 janvier 1996, complété par le décret exécutif n° 03-494 du 17 décembre 2003. Les Directions de l'Environnement de Wilaya (DEW) ont pour missions :

- La coordination entre les organes de l'État, de la wilaya et de la commune, afin d'établir un programme de protection de l'environnement sur l'ensemble du territoire de la wilaya.

- Le contrôle et la délivrance des permis, des autorisations et des visas dans le domaine de l'environnement prévus par la législation.

- L'information, l'éducation et la sensibilisation en matière d'environnement.

### **c. Au niveau local**

Au niveau local, le service des déchets est régi par une commune ou un groupement de communes. La réglementation en vigueur rend les communes et les groupements de communes responsables de l'ensemble des déchets produits sur leurs territoires. L'Article 123 du Chapitre 4 du code communal (2012) consacre la responsabilité de la commune dans la préservation de l'hygiène et de la salubrité publique et notamment en matière de collecte, de transport et de traitement des déchets solides urbains.

Afin qu'elles assument pleinement cette responsabilité, les communes doivent organiser sur leur territoire un service public permettant de satisfaire les besoins collectifs des habitants en matière de collecte, de transport et de traitement des déchets. La réglementation impose également au secteur des déchets un contrôle important par la puissance publique. Les APC ont la compétence de la délivrance des autorisations de toute installation de traitement des déchets inertes.

Dans le cas où une commune ne peut pour des raisons financières ou organisationnelle prendre en charge ce service, une possibilité est donnée par la loi à des communes de se constituer en groupement afin de conjuguer leurs moyens en vue de gérer la totalité des déchets ménagers du groupement communal, article 3 décret 84-378 (Cheniti, 2012).

### 5.4.2. Secteurs privés

La participation du secteur privé dans la gestion des déchets solides en Algérie est très limitée. Afin de promouvoir cette participation, la loi de 2001 prévoit l'ouverture du service public de gestion des déchets urbains à l'investissement privé et à la concession. Étant donné l'insuffisance de leurs moyens en matière d'équipements appropriés, quelques communes ont été amenées à déléguer la collecte des déchets de certains de leurs quartiers. Deux communes de la wilaya d'Alger [Bordj El Kiffan et Kouba] ont procédé à la concession d'une partie de la collecte des déchets ménagers et assimilés (DMA) à des opérateurs privés. Il en est de même pour la commune de Tizi Ouzou (Djemaci, 2012).

Dans le domaine du recyclage et de la récupération des déchets, quelques opérateurs privés agissent actuellement, et des petites entreprises ont été créées dans le cadre de l'ANSEJ16 (plus de 50 entreprises en 2005), de l'ANGEM17 et de l'ADS.18. Par ailleurs, des entreprises participent dans la réutilisation des déchets triés dans le processus de production comme matière première. En 2008, plus de 873 récupérateurs agréés et répartis sur l'ensemble du territoire national ont été recensés (Djemaci, 2012).

### 5.4.3. Secteurs informel

Troisième secteur intervenant dans la récupération des déchets en Algérie, le secteur informel constitue une importante activité économique. Il est relativement structuré dans deux dimensions : la première verticale allant de la récupération dans les poubelles et décharges jusqu'à l'industrie de recyclage ; la seconde horizontale basée sur des filières par type de déchets récupérés (papier, plastique, métaux). Ce secteur permet de :

- valoriser un grand nombre de déchets ;
- réduire les coûts de transport et de collecte pour les collectivités ;
- donner un revenu à de nombreuses personnes ;
- augmenter la capacité des décharges ;
- assurer la matière première pour certaines entreprises (Chertouk et Djemaci, 2011).

## II- cadre de l'étude

### 1. Situation géographique et données socio-économiques d'El Oued

La wilaya d'El Oued est située au Sud-est de l'Algérie et au Nord-est du Sahara septentrional. Elle est limitée au Nord par la wilaya de Biskra, au Sud par la wilaya d'Ouargla, à l'Est par les wilayas de Khenchela et Tébessa et par la république Tunisienne, et à l'Ouest par les wilayas de Biskra, Djelfa et Ouargla.

Géographiquement El Oued est limitée par les coordonnées suivantes :

- Longitudes X1 = 05°30' et X2 = 07°00' Est.
- Latitudes Y1 = 35°30' et Y2 = 37°00' Nord



**Figure 5 :** Situation géographique de la région d'El-Oued (google Earth).

La wilaya d'El Oued couvre une superficie de 5 457 300 ha, abrite une population estimée en 2014 à 771 900 maille d'habitants avec un taux d'accroissement annuel de 2,58 % Distribué sur 30 communes (D.P.S.B, 2014). La wilaya d'El Oued est située dans la région géographique comprenant la vallée du Souf et la vallée d'Oued Righ.

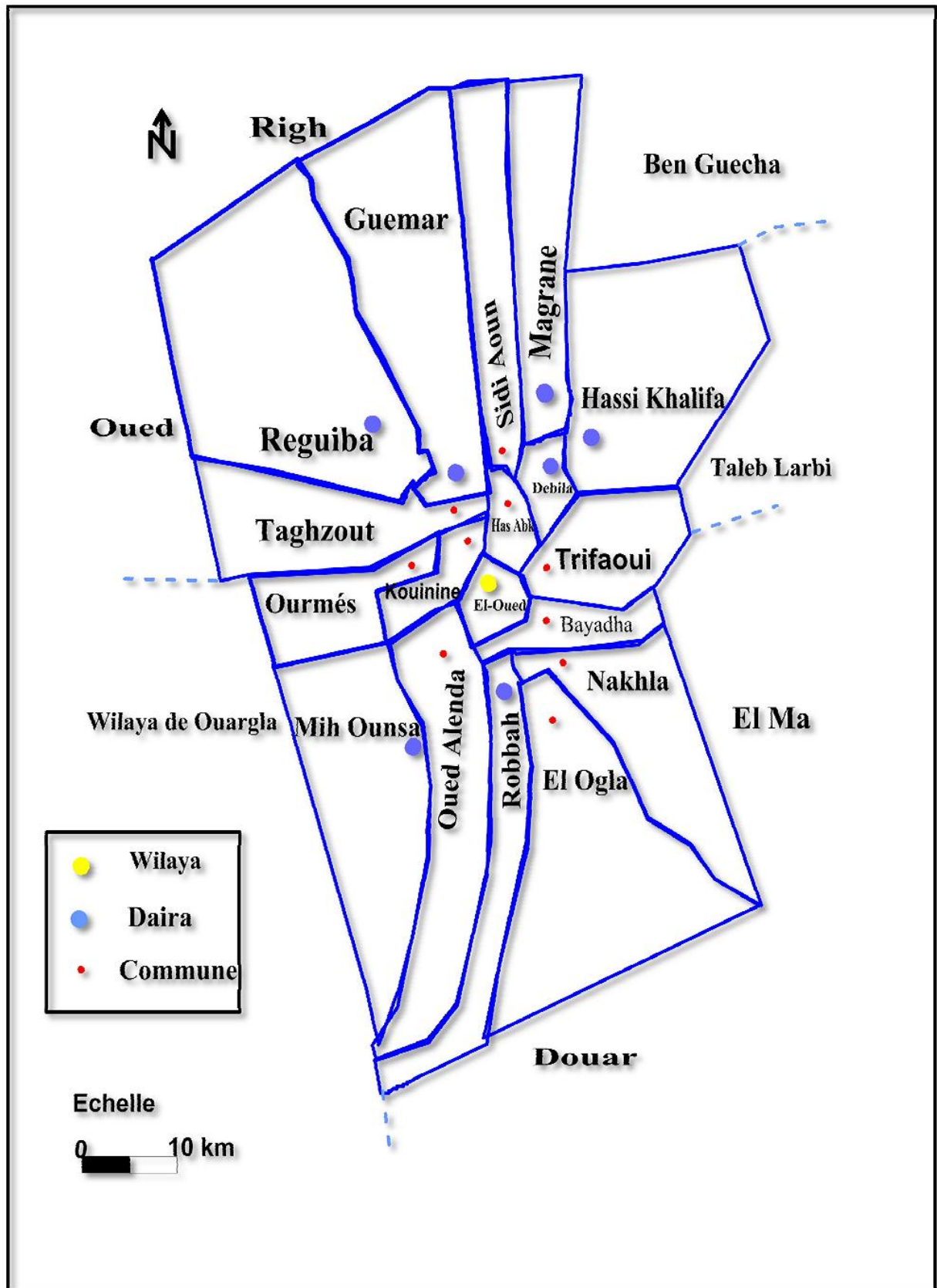


Figure 6: Répartition administratives des chefs-lieux des communes de la région d’El Oued (DPSB, 2014).

Pour cette raison, nous avons décidé d'appliquer cette étude directement sur le centre d'enfouissement technique de la wilaya, et sur un restaurant d'une résidence d'universitaire (Soufia Bachir).

## 2. présentation des zones étude

### 2.1. Centre d'Enfouissement Technique « C.E.T. »

Le C.E.T. est situé à Oum Sahaouine au niveau de la commune d'Oued Alenda. Au début c'était une décharge publique qui a été créée en 11/10/2013 sur une superficie initiale de 12 ha (Figure 7).



**Figure 7 :** Centre d'Enfouissements Technique de la wilaya d'El Oued (Google Earth).

Le CET est constitué de :

- Quatre Blocs administratifs ;
- Deux Postes de garde et de contrôle ;
- Pont bascule ;
- Atelier de maintenance ;
- Station de lessivage et graissage des engins ;
- Deux casiers d'enfouissement chacun caractérisé par une superficie de 01 ha ;

- Unité de récupération et de tri ;
- L'unité de l'encodeur ;
- Station du carburant.

L'effectif du personnel destiné à la gestion du CET est de nombre de 24 travailleurs. Sachant que ce nombre n'inclut pas les agents du tri ; puisque le CET est conventionné avec un entrepreneur pour assurer le tri, il reçoit annuellement plus de 17 216 camions arrivant de 5 communes : El Oued, Bayadha, Kouinine, Oued Alenda, et Ourmès. Pour une population de 272 295 habitants (selon les statistiques de 2014) et tonnage annuelle estimé à 46 046 060 tonne/an. En plus de certaine petite et moyenne d'établissement et artisanal. L'essentiel des déchets provient des ménages, des commerçants et qui résultant de balayage des rues, de nettoyage de jardins, des marchés et des magasins, Déchets non toxiques issus des écoles et des hôpitaux, Déchets non dangereux de toutes les autres sources.

### **i. Objectif de la mise en exploitation :**

Le CET est destiné pour accueillir les déchets ménagers et assimilés vue de leur enfouissement pour :

- Eradiquer les lieux de dépôt sauvage ;
- Atténuer l'impact des déchets sur l'environnement ;
- Récupérer et évaluer les matériaux recyclables tout en réduisant les pertes de la matière première ;
- Réduire le volume et la quantité de déchet ;
- Fournir de nouvelles opportunités industrielles et des postes d'emplois.

### **ii. Bilan quantitatif annuelle des déchets entrants**

Au début de son fonctionnement, le 10 octobre 2013, le C.E.T a reçu les DMA de 04 communes seulement (El Oued, Bayadha, Ouermés et Oued Alanda), ainsi que ceux des autres sources notamment (les établissements privés, gendarmerie nationale, la police, les services militaires de la wilaya). La commune de Kouinine la rejoint en 2015 et celle de Guemar en 2016. Le Tableau 7 représente les quantités des déchets reçus au C.E.T. pendant différentes compagnes.

**Tableau 7:** Quantités des déchets reçus par la décharge d'El Oued entre 2014 et 2016(EPWG-CET, 2017).

Année	2014	2015	2016
El Oued	28 122 184	3 384 760	35 145 240
Bayadha	2 717 091	3 220 860	5 058 540
Ouermés	792 100	91 562	937 780
Oued Alenda	419 172	115 992	1 378 000
Kouinine	-	160 039	2 267 240
Guemar	-	-	1 259 260
Quantité totale par Kg	32 717 091	3 844 807	46 046 060

## 2.2. Présentation de la cité de Soufia Bachir et fonctionnement du restaurant universitaire

### 2.2.1. La cité Soufia Bachir

La résidence universitaire Soufia Bachir (1000 lits) est située sur une colline à côté de l'Université d'El Oued, à la Cité de Chatte (Fig 8).



**Figure 8 :** Situation de la résidence universitaire de Soufia Bachir (google earth).

**❖ Architecture**

Elle a été construite en 2009, sur une superficie 50 m<sup>2</sup>. Elle est composée d'une administration, un poste contrôle, un restaurant, une cuisine, un magasin, une salle d'internet, une bibliothèque, un terrain de volley-ball, une infirmerie et une salle de détente.

**❖ Effectif**

La cité de Bachir SOUFIA contient 114 travailleurs et comprend 450 chambres, et couvre les besoins en matière d'hébergement pour 1000 étudiantes.

**2.2.2. Le restaurant universitaire**

Le restaurant de l'université compte 40 tables pour chaque table avec 8 chaises par jour, le petit déjeuner par jour 2200 et 1000 plats par repas sous la supervision de 12 travailleurs pendant la journée et 10 de nuit. Il est effectué en trois repas par jour :

- Le petit déjeuner (6h 30 - 7h 30) ;
- Le déjeuner (11h 30 - 14h) ;
- Le dîner (19h 30 – 20h30).

### III- Matériel et Méthodes d'étude

#### 1. Objectif du présent travail

L'étude de la caractérisation des DMA de la région d'El Oued a pour objectif, comme dans d'autres pays et villes, de fournir le maximum d'informations et de données de référence pouvant aider les pouvoirs locaux dans la prise de décision relative à la gestion et au traitement des déchets.

En effet, l'accessibilité de cet outil va permettre aux décideurs de pouvoir conduire des études périodiques afin de suivre les changements et les évolutions de la situation de la gestion des déchets. Ceci leur permettra également d'optimiser les choix dans les programmes susceptibles de contribuer à résoudre la problématique des déchets (valorisation, recyclage, traitement, etc.) et la prise en compte des modes suivants, selon Richmond (1999) :

- ❖ Techniques de détermination de la taille des échantillons pour assurer la collecte d'un nombre suffisant d'échantillons pour obtenir le degré de précision souhaité ;
- ❖ Uniformisation des catégories de déchets pour permettre de combiner les données ou de les comparer avec celles d'autres études ;
- ❖ Sélection des échantillons au hasard pour réduire le biais au minimum ;
- ❖ Présentation des résultats sous forme de taux de production de déchets (par ex. kg/personne/jour) pour chaque type de déchet plutôt que sous forme de composition en pourcentage.

#### 2. Démarche méthodologique d'échantillonnage

##### 2.1. Choix des sites

Le choix des sites est une étape clé quant à la représentativité et la fiabilité des résultats de l'étude, étant donné que le choix basé sur une approche par stratification nécessite une bonne connaissance des déchets du lot (les ménages dans notre étude) à échantillonner, et une mauvaise stratification peut induire une dispersion importante des valeurs, tandis qu'un échantillonnage aléatoire simple (choix aléatoire des prises), correctement effectué, se justifie toujours statistiquement (AFNOR XPX 30-411, 1996 ; Cheniti, 2004).

C'est pour cette raison que nous avons tirés les sites d'échantillonnage au hasard. Un échantillonnage aléatoire simple dans chaque site (type de producteur) a été effectué pour le choix des quartiers qui sont les suivants :

- Centre d'Enfouissements Technique : les secteurs comme suit :
  - **secteur 1** : Ouermès (zone rurale) ;
  - **secteur 2** : El Oued (centre de ville) ;
  - **Secteur 3** : Kouinine (zone urbaine) ;
- Un restaurant public (cité universitaire), considéré comme secteur 4.

## **2.2. Prélèvement des échantillons sur le terrain**

Le prélèvement des échantillons des DMA est effectué dans deux lieux, le CET et le restaurant universitaire.

Au niveau du CET, nous avons travaillé sur les déchets concernant les secteurs d'El Oued, Kouinine et Ouermès. Pour chaque secteur nous avons pris un échantillon de 100kg de DMA frais pour étudier leurs catégories et tailles. Après triage des DMA par catégorie ou par tailles nous procédons à les pesés.

Au niveau du restaurant universitaire, nous travaillé à la cuisine et à la salle de restauration. Dans la cuisine nous avons demandé aux cuisiniers de séparer les déchets selon leurs catégories dans des sachets : les matières putrescible, métaux, plastique, carton.

A la salle de restauration, avons placé des bacs à la sortie du restaurant. Au début du repas, nous dirigeons les étudiantes à rejeter les déchets selon leur catégorie : le pain, les putrescible (reste du repas), les métaux (boîtes de ton), le complexe tétra bricks, les boîtes de yaourt. Le nombre de bacs placés varie de 3 à 4 selon la composition du repas.

A la fin du repas, nous procédons aux pesées des déchets de chaque sachet et de chaque bac. Nous avons réalisé le prélèvement des déchets du diner pendant 5 jours.

## **3. Caractérisation physique des échantillons**

La caractérisation des déchets consiste à déterminer la composition d'un gisement de déchets donné.

Nous avons réalisé deux types de caractérisations des DMA, par catégorie puis par taille.

### **3.1. Caractérisation par catégories**

La classification la plus répandue, à ce jour, est le mode de caractérisation des déchets ménagers (MODECOM), élaboré en France par l'ADEME en 1993, reprise dans la norme française XP X 30-408 (AFNOR) et validée au niveau européen.

MODECOM vise à déterminer la composition des déchets ménagers brute en termes de catégories et sous catégories, pour estimer directement le pourcentage des composés. Le tri par catégorie est réalisé sur les fractions les plus importantes ( $> 20$  mm).

Cette méthode de caractérisation recommande également de trier un échantillon en 13 catégories au minimum : déchets putrescibles, papier-carton, composites, textiles, textiles sanitaires, plastiques, combustibles non-classés (CNC), verres, métaux, incombustibles non-classés (INC), déchets ménagers spéciaux et éléments fins ( $< 20$  mm) (Dahman, 2012).

### 3.2. Caractérisation par taille

Le tri peut être réalisé soit sur déchets humides, soit sur déchets séchés à  $80^{\circ}\text{C}$  [Norme AFNOR NFX 30-466, 2005]. Une table de tri est utilisée afin de séparer les déchets. Elle se présente sur trois niveaux respectant des diamètres de maille ronde de 100 mm et de 20 mm qui permettent de distinguer trois fractions de matériaux hétéroclites : gros  $> 100$  mm ; moyen :  $20 < X < 100$  mm ; fins :  $< 20$  mm. La fraction fine est ensuite séparés en deux sous fractions : fine :  $10 < X < 20$  mm et extra fine :  $< 10$  mm (Koledzi, 2011).

La Figure 9 ci-après permet de visualiser la table utilisée dans le présent travail.



**Figure 9** : Table de tri granulométrique utilisé pour séparer les déchets selon leur taille (photo personnelle, 11-04-2017).

## 4. Caractérisation physico-chimique des échantillons

Pour envisager certaines filières de valorisation des déchets ménagers de la région d'El Oued, quelques paramètres globaux ont été analysés. Il s'agit du pH et la conductivité électrique, l'humidité et la teneur en putrescibles.

Dans notre étude, nous avons prélevé un échantillon de 2 kg de DMA frais au niveau du CET, puis nous les avons séché à l'étuve à 105°C pendant 24 heures selon la norme NF M03-002 (MODECOM, 1993) (François, 2004). La matière sèche obtenue est utilisée dans les analyses de tout d'abord de l'humidité, puis le pH, la conductivité électrique, et les matières solides volatiles.

### 4.1. pH et conductivité électrique

La détermination du potentiel hydrogène, pH, est effectuée sur des suspensions aqueuses selon la norme AFNOR NF ISO 10-390 de novembre 1994.

Nous avons procédé par la méthode suivie par Koledzi (2011). Une masse de 20 g de matière sèche est mise en solution dans 100 ml d'eau distillée. La suspension est homogénéisée par agitation magnétique pendant 15 minutes. La mesure de pH ( $\pm 0,1$  unité pH) se fait directement par lecture sur un pH-mètre à électrode combinée. De même pour la conductivité électrique, la mesure se fait directement par lecture sur l'appareil de conductimètre à électrode combinée.

### 4.2. Humidité

L'humidité est mesurée le plus rapidement possible pour un échantillon de 2 kg de DMA frais. Dans notre travail, elle est réalisée pour trois échantillons prélevés selon leur taille (granulométrie) : Gros >100mm, < 100-20mm >, <20 mm.

Nous avons calculés les résultats suivant les relations suivantes :

$$\%MS = \frac{[M_0 - M_1] \times 100}{M_0}$$

$$H\% = 100 - \%MS$$

**M0** : masse de l'échantillon brute (g) ;

**M1** : masse de l'échantillon après passage à l'étuve (g) ;

**MS%** : pourcentage de matière sèche contenu dans l'échantillon ;

**H%** : pourcentage d'humidité contenu dans l'échantillon (Mezouari, 2011).

### 4.3. Teneur en matière organique ou solides volatiles

L'objectif de cette analyse visé par la mesure de la putrescibles est la connaissance des apports en putrescibles des différentes catégories de déchets (putrescibles, papier-carton et fines) valorisables par compostage. L'aptitude à la biodégradation d'un déchet est fonction de sa teneur en MO biodégradable qui peut en première approximation être approchée par la perte au feu (ou %MSV).

Selon Aloueimine (2006), il existe plusieurs méthodes et techniques pour mesurer le putrescible ou solide volatile.

Dans notre étude nous avons choisi d'évaluer la teneur de la putrescibles par calcination à 550 °C de la matière sèche. Ainsi, 10 g de matières organiques (putrescibles, bois et papier-carton) préalablement séchée et broyée sont calcinés à 550°C pendant 4 heures au four. La teneur en putrescibles ou solides volatiles est obtenue par différence de poids entre la masse du déchet sec (m) et la masse du déchet calciné (mo) :

$$\text{Taux de MO (\%)} = \frac{\text{masse de l'échantillon sec} - \text{masse de l'échantillon calciné}}{\text{masse de l'échantillon sec}} \times 100$$

La majorité des protocoles fixe la calcination à une température de 550 °C, cependant la durée du chauffage est variable. Elle peut être de 20 minutes (Boda, 2002), de 2 heures (Kelly, 2002), ou de 60 heures (Chiampo et al, 1996). Ces variations dans la méthode peuvent générer des différences importantes sur la valeur de la teneur en matière organique. Il est donc préférable de comparer des valeurs déterminées avec des protocoles identiques (François, 2004).

*Chapitre II*  
*Résultats et Discussion*

## 1. Résultats de la caractérisation physique des DMA de la région d'El Oued

La caractérisation physique est effectuée sur les déchets à enfouir au niveau du centre d'enfouissement technique et sur les déchets sortant du restaurant universitaire. Elle est effectuée suivant les tailles et les catégories décrites dans le premier chapitre.

### 1.1. Tri par catégorie

La composition des DMA est basée sur une opération de tri manuel d'une quantité globale de 100 kg pour chaque secteur.

Le tri des déchets par catégorie est effectuée dans les deux fractions des gros >100mm et des moyens <100-20mm>. La fraction des fines (<20mm) n'a pas fait objet de tri en raison des difficultés de trier les petits morceaux.

La composition des déchets ménagers varie d'un secteur à l'autre. Les résultats de tri par catégories des différents secteurs sont comme suit :

#### 1.1.1. Secteur 1 : Ouermès

Le tri des déchets de ce secteur montre clairement que les principaux composants des déchets ménagers sont : putrescible avec 57,46 % de la masse globale, suivi par le plastique avec un taux de 9,55 %, le papier-carton avec 8% et le textile avec 6,47 % (Fig. 10). La fraction des métaux (4,7 %) et le reste des composants comme CNC, INC, le verre, etc. sont représenté par un pourcentage non négligeables (Fig. 10).

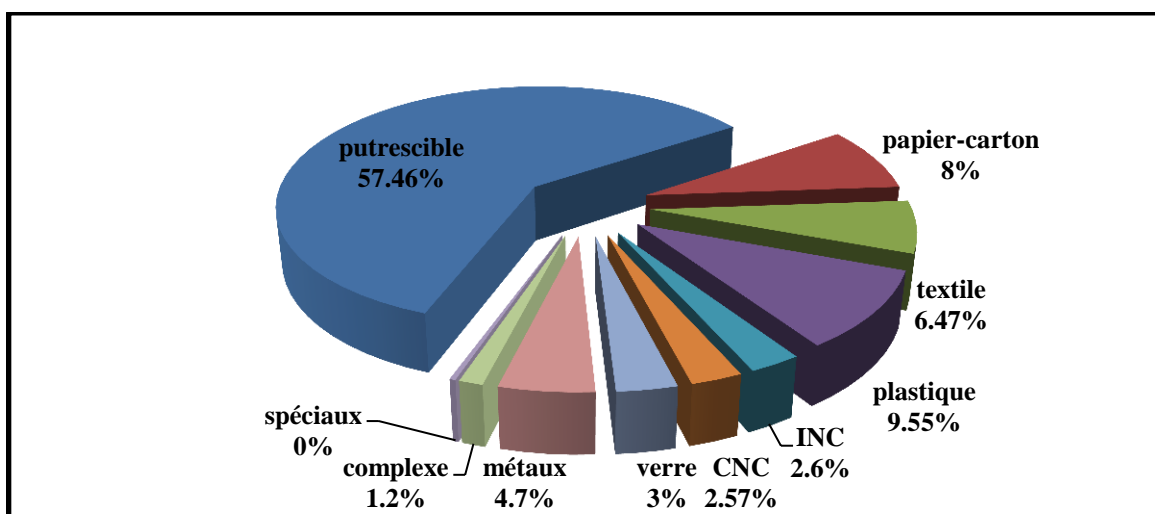


Figure 10 : Répartition des DMA par catégorie dans le secteur 1.

### 1.1.2. Secteur 2 : El Oued

Les résultats du tri du secteur d'El Oued indiquent un taux remarquable de la putrescible avec 59,73 %, suivi par le plastique (11,15 %), le papier-carton (9,13 %) et le textile (7,25 %) (Fig. 11). Les autres composants tels les verres, métaux, etc. chacun ne dépassent pas 4 % (Fig. 11).

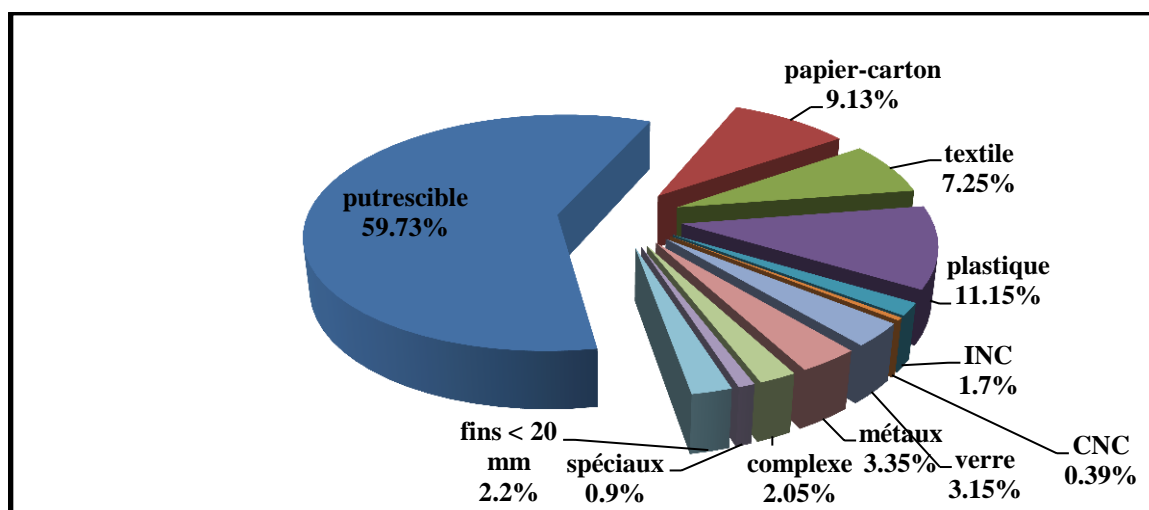


Figure 11 : Répartition des DMA par catégorie dans le secteur 2.

### 1.1.3. Secteur 3 : Kouinine

La composition des DMA du secteur 3 est, par ordre décroissant, comme suit : matière putrescible, plastiques, carton-papier et textile, avec des pourcentages respectivement de 56,71 %, 11,02 %, 9,32 % et 8,3 % (Fig. 12). Le taux des métaux dépasse 5 %, alors que le reste des composants sont relativement faibles (Fig. 12).

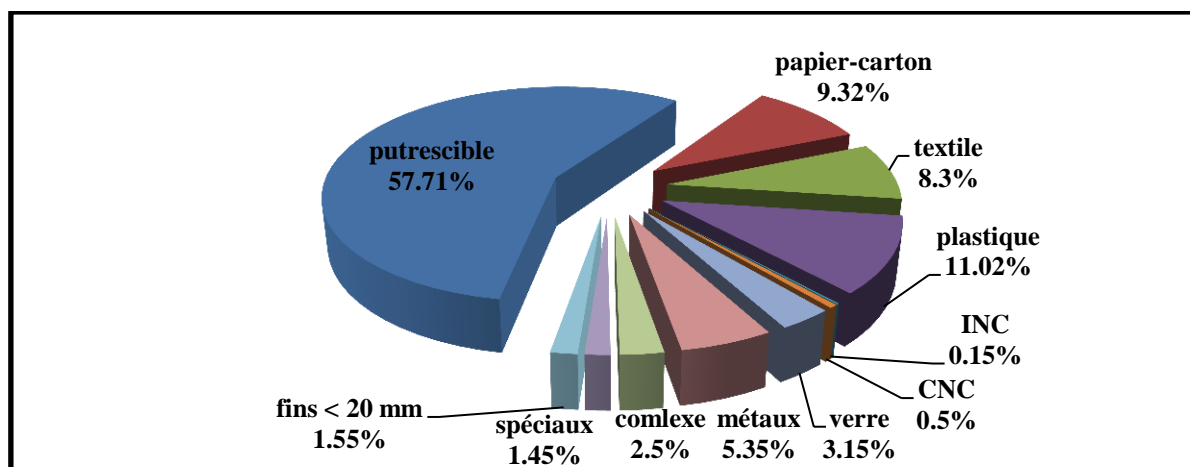
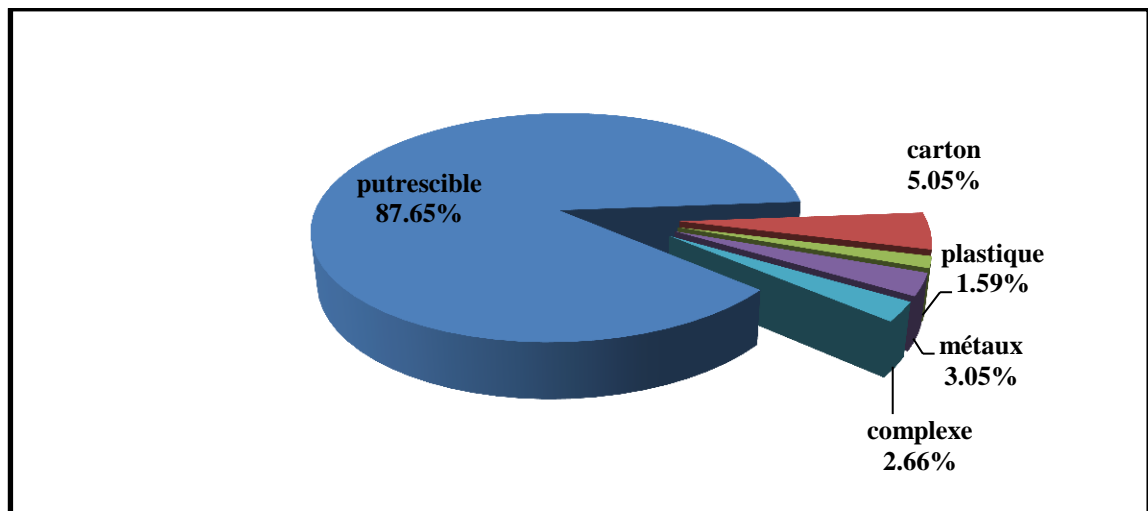


Figure12 : Répartition des DMA par catégorie dans le secteur 3.

#### 1.1.4. Secteur 4 : Restaurant universitaire

Au niveau du restaurant universitaire, les putrescibles représentent un pourcentage de 87,65 % (Fig. 13). Le reste des classes sont présentes avec des taux moins importants tels les cartons, plastiques, métaux, complexe tétra bricks, avec des pourcentages respectivement de 5,05. 1,59. 3,05. 2,66 % (Fig. 13).

Dans ce quatrième secteur, restaurant de la résidence universitaire, nous remarquons qu'il ne contient que 4 catégories : les putrescibles, les cartons, les plastiques et les métaux.



**Figure 13** : Répartition des DMA par catégorie dans le secteur 4.

### Discussion

Dans le secteur d'Ouermès, la fraction de la matière organique est la plus dominante par rapport aux autres catégories. Ce taux important du putrescible est expliqué par la consommation exigeante des légumes et des fruits par les habitants de cette zone rurale. Les proportions de plastique et de carton sont représentées par les emballages, les bouteilles de plastiques des boissons, etc. Le textile est représenté par les vêtements et les couches, etc. Les métaux, le verre, sont présentes dans les ordures en pourcentage non négligeables. Par ailleurs, les CNC et INC sont non négligeables par rapport aux déchets spéciaux qui représentent 0,30 % dans ce secteur.

A El Oued la matière putrescible occupe une portion très large par rapport aux autres classes. Ceci reflète la consommation accrue des habitats des matières végétales. En tenant compte des différentes catégories des déchets, nous constatons que la fraction du papier-

carton reste inférieure à celle du plastique. Le pourcentage des autres classes de déchets est faible, alors que celle des déchets spéciaux est très faible.

Au niveau du restaurant universitaire, le déchet alimentaire reste toujours la classe prépondérante. L'ordure ménagère du restaurant universitaire contiennent une quantité moins importante des métaux, des plastiques qui résultent des produits emballés notamment les bouteilles d'huiles, les sachets en plastiques, les pots de yaourt, barquettes pour margarine, les cartons d'emballages en gros et demi gros. Les autres catégories (verre, papiers... etc.) sont nulles.

Conformément au protocole MODECOM (1993), de la caractérisation physique des déchets, ces derniers ont été triés en 13 catégories : putrescibles, papier-carton, composites, textiles et textiles sanitaires, plastiques, combustibles non classés CNC, verres, métaux, incombustibles non classés INC, déchets dangereux et les fractions fines. Les résultats de tri par catégorie des DMA des différents secteurs montrent que les déchets échantillonnés sont constitués essentiellement de putrescibles avec un pourcentage limité entre 57,46 % à 87,65%. Ces résultats indiquent une variation de mode de vie et de comportement de population dans les différentes zones d'étude. Ceci s'expliquerait également par le comportement nutritionnel des habitants qui favorisent la consommation des légumes et des fruits en raison de leur pouvoir d'achat qui correspond à un revenu plus ou moins moyen. Cette fraction des putrescibles dans la région d'El Oued est comparable avec celles d'autres villes où le pourcentage est de 72% à Chlef (Mezouari, 2011), de 56,84% à Batna (Sefouhi, 2009), de 65,5% à Mostaganem (Germoud, 2014).

Dans tous les secteurs le tri a montré que les plastiques et papiers-cartons occupent par ordre d'importance la deuxième catégorie après les putrescibles. Le taux de ces catégories varie de 5,05% à 9,32% pour le plastique, et de 1,59% à 11,15% pour le papier-carton. Ces variations sont dues à l'hétérogénéité des espaces urbains dans les différentes communes.

Le pourcentage de textiles varie de 6,47% à 8,3%. Ce déchet est composé généralement de vêtements, des couches bébés et couches adultes gorgées de liquide.

Les résultats du tri des verres de différentes origines (bouteilles de boissons gazeuses, débris de verre, etc.) ont montré qu'il est de l'ordre de 3% pour les trois premiers secteurs. Ce taux de verre est considérable malgré qu'une proportion importante ne soit pas prise en

compte dans les déchets et fait partie des fines (petits morceaux), ainsi que les bouteilles sont réutilisables par la population.

La composition des DMA en métaux varie dans les quatre secteurs. Le taux en métaux est limité entre 3,05% à 5,35%. Ils sont faibles, ce qui est logique compte tenu de leur tri à la source et de leur collecte par le secteur informel.

## 1.2. Tri par taille

Le tri par taille est réalisé suivant trois fractions granulométriques décrites dans le chapitre I (matériels et méthodes), à savoir : les gros (>100 mm), les moyens (<100-20 mm>) et les fins (<20 mm). Les résultats de ce tri sont comme suit :

### 1.2.1. Fraction >100 mm

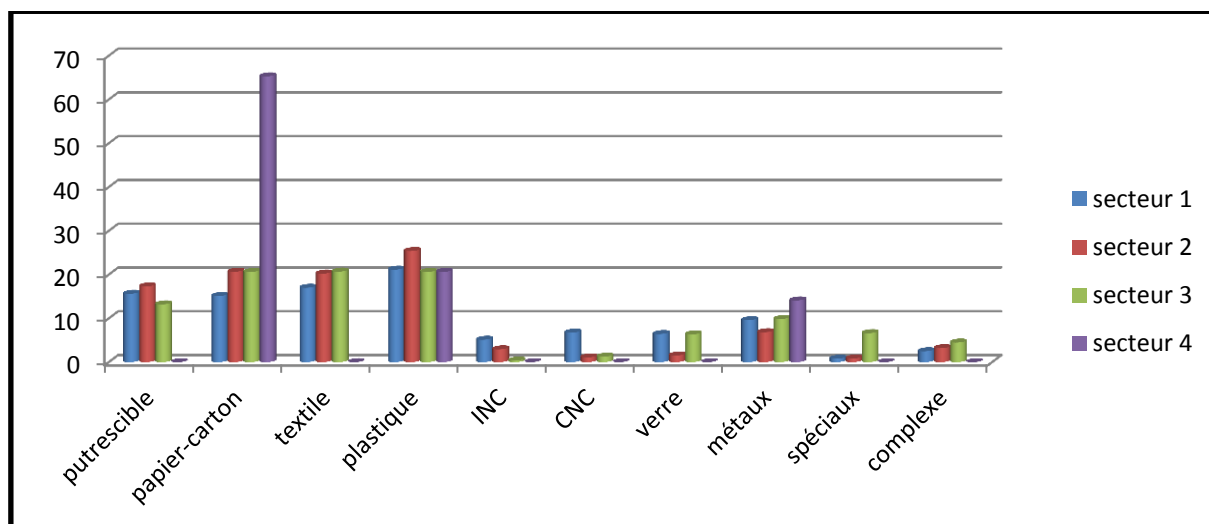
Dans le Tableau 8, ci-dessous sont consignés les résultats obtenus pour la fraction >100 mm, pour chaque secteur :

**Tableau 8** : Pourcentage massique de la fraction >100 mm pour chaque secteur.

>100 mm	S 1	S 2	S 3	S 4	Pourcentage %
Putrescibles	15,62	17,3	13,20	-	11,53
Papier-Carton	15,1	20,65	20,60	65,29	30,41
Textiles	16,99	20,23	20,68	-	14,48
Plastique	21,13	25,39	20,61	20,62	21,93
INC	5,12	2,93	0,37	-	2,11
CNC	6,75	1,09	1,25	-	2,27
Verre	6,43	1,53	6,35	-	3,58
Métaux	9,58	6,84	9,84	14,09	10,09
Spéciaux	0,79	0,84	2,62	-	1,06
Complexe tétra bricks	2,49	3,20	4,48	-	2,54

- Absence de données ;

Le graphe représentant les résultats dans le Tableau ci-dessus est le suivant :



**Figure 14:** Pourcentage massique de la fraction >100 mm pour chaque secteur.

La figure 14 ci-dessus indique que les papier-carton représentent 65,29% de la fraction >100mm dans le secteur 4. Pour les autres catégories, nous ne remarquons pas une grande variation entre les différents secteurs, avec des proportions prépondérantes des plastiques qui varient de 20,61 à 25,39%, des textiles de 16,99 à 20,68%, des putrescible de 13,2 à 17,3%, et des métaux de 6,84 à 14,09%.

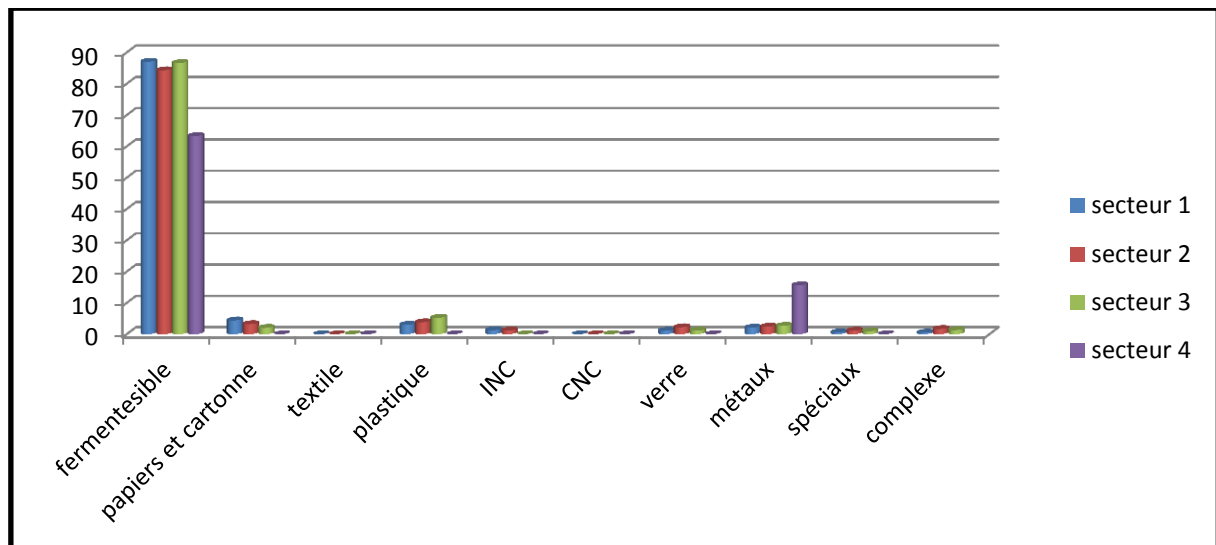
### 1.2.2. La Fraction <100-20mm>

Dans le Tableau 9, ci-dessous sont insérés les résultats obtenus pour la fraction <100-20mm> pour chaque secteur :

**Tableau 9 :** Pourcentage massique de la fraction <100-20mm> pour chaque secteur.

<100-20mm>	S 1	S 2	S 3	S 4	Pourcentage %
<b>Putrescibles</b>	87,03	84,3	86,63	63,29	80,31
<b>Papier-Carton</b>	4,4	3,22	2,01	-	2,41
<b>Textiles</b>	-	-	-	-	-
<b>Plastique</b>	3	3,82	5,25	-	3,02
<b>INC</b>	1,3	1,21	-	-	0,63
<b>CNC</b>	-	-	-	-	-
<b>Verre</b>	1,1	2,23	1,15	-	1,12
<b>Métaux</b>	2,09	2,42	2,67	15,61	5,7
<b>Spéciaux</b>	0,59	1,12	0,96	-	0,66
<b>Complexes</b>	0,49	1,68	1,33	21,1	6,15

Le graphe représentant les résultats de ce Tableau 9 est le suivant :



**Figure 15 :** Pourcentage massique de la fraction <100-20 mm> pour chaque secteur.

Pour la fraction comprise entre <100-20 mm> mm, les putrescibles représentent en moyenne entre 84,3 à 86,63 % au niveau des trois secteurs 1, 2 et 3 (Fig. 15). Mais pour le quatrième secteur, nous constatons qu'il y a une légère baisse de la teneur de putrescibles par rapport aux autres secteurs avec 63,29%.

Les composants comme les métaux, les verres et les déchets spéciaux...etc. sont moins présents dans cette fraction moyenne (<100-20 mm>) par rapport aux gros (>100). Ils varient de 0,49 à 5,25 % environ dans tous les secteurs. Par contre les proportions des textiles et CNC sont nuls.

### 1.2.3. Fraction fine

Les résultats de caractérisation montrent que les éléments des fines sont composées de petits cailloux, de graviers, de bois et de déchets verts conséquence du dépôt des déchets de voirie municipale dans les bacs réservés aux déchets ménagers.

## 2. Composition globale des DMA de la région d'El Oued

### 2.1. Composition globale par catégorie des DMA de la région d'El Oued

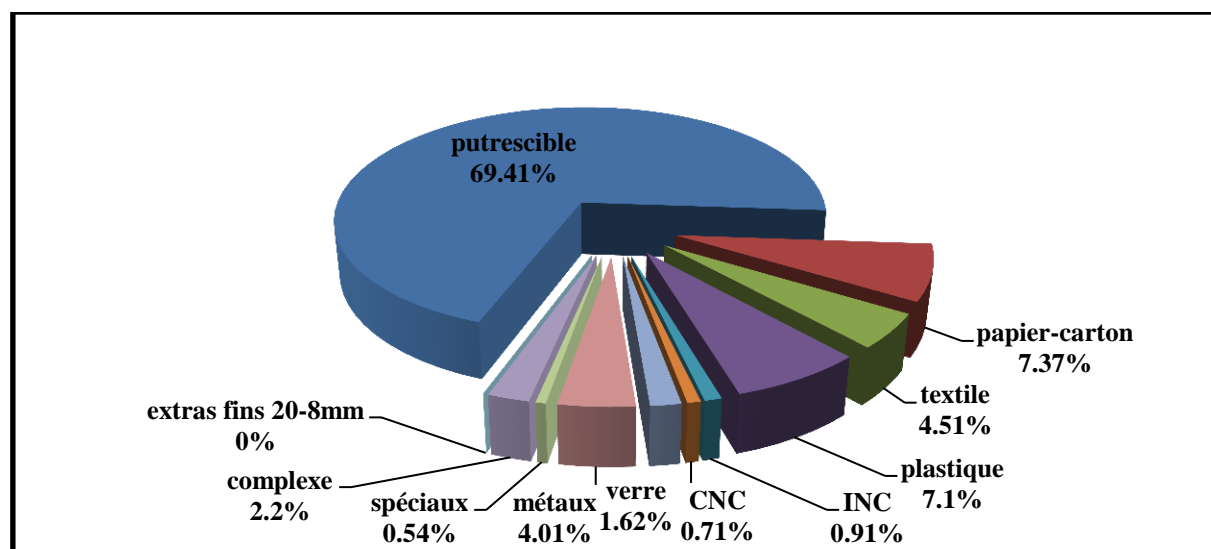
Afin de faire une caractérisation détaillée des déchets ménagers de la région d'El Oued, nous avons procédé par l'analyse quantitative et qualitative des déchets selon le mode de vie.

Le Tableau 10 présente la composition moyenne des déchets dans les différents secteurs étudiés.

**Tableau 10 :** Composition moyenne des déchets dans différents secteurs étudiés.

Catégories	S (1)	S (2)	S (3)	S (4)	Totale par catégories (kg)	Pourcentage
putrescibles	57,46	59,73	56,71	165	338,9	69,41
Papier-Carton	8	9,13	9,32	9,5	35,95	7,37
Textiles	6,47	7,25	8,30	-	22,02	4,51
Plastique	9,55	11,15	11,02	3	34,72	7,1
INC	2,60	1,70	0,15	-	4,45	0,91
CNC	2,57	0,39	0,50	-	3,46	0,71
Verre	3	1,75	3,15	-	7,9	1,62
Métaux	4,70	3,75	5,35	5,75	19,55	4,01
Spéciaux	0,30	0,90	1,45	-	2,65	0,54
Complexes tétra bricks	1,20	2,05	2,50	5	10,75	2,20
Extras fins 20-8 mm	4,15	2,20	1,55	-	7,9	1,62
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>188,25</b>	<b>488,25</b>	<b>100</b>

Le graphe représentant les résultats de ce tableau ci-dessus est le suivant :



**Figure 16:** Répartition moyenne DMA par catégorie dans la région d'El Oued.

Cet inventaire sur la caractérisation des DMA de la région d'El Oued, montre que les déchets sont répartis dans 13 catégories. La figure 16 montre clairement que les déchets de la région d'El Oued sont riches en matières biodégradables avec une moyenne majoritaire 69,41%. Ceci indique une consommation permanente croissante des matières végétales par les habitants.

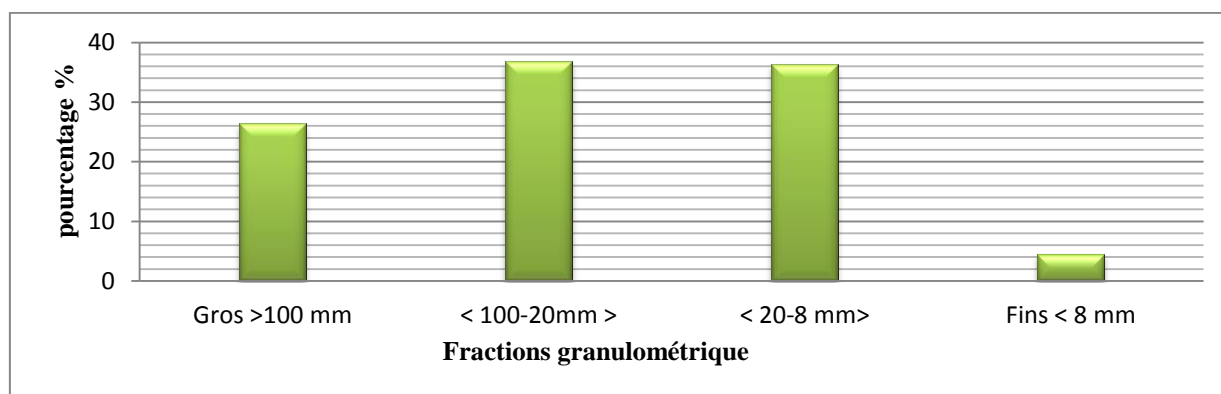
Par ailleurs, les déchets sont riches en matières valorisables, en particulier le plastique, le papier-carton, les métaux et le verre avec des taux respectivement de 7,01%, 7,37%, 4,01% et 1,62%. Le reste, tels textile, bois et autres sont moins importants et représentent des pourcentages négligeables.

## 2.2. Composition granulométrique globale des DMA de la région d'El Oued

Pour arriver à la composition granulométrique globale des déchets de la région d'El Oued, nous avons calculé la valeur moyenne des granulats et nous avons obtenues les résultats consignés dans le Tableau et le graphe suivants :

**Tableau 11** : Composition granulométrique globale des DMA de la région d'El Oued.

Fraction	Gros >100mm	Moyens <100-20mm >	Moyens <20-8 mm>	Fins < 8 mm
Masse par granulométrie en kg	128,62	179,53	177,15	2,95
Pourcentage %	26,34	36,77	36,28	0,61



**Figure 17** : Composition granulométrique globale des DMA de la région d'El Oued.

Les résultats de l'étude granulométrique montrent que les DMA de la région d'étude sont majoritairement de taille moyenne. Les fractions moyennes varient entre 36,28% et 36,77%.

Ces résultats mettent en évidence l'origine ménagère des DMA des zones d'étude. Alors que, généralement les gros déchets concernent les déchets d'emballages (papiers, cartons et plastique).

Cette répartition granulométrique permet toutefois d'avoir une idée précise sur le mode et le type de tri à instaurer en aval de la collecte et du transport des déchets de la région d'El Oued.

### 3. Caractérisation physico-chimique des DMA de la région d'El Oued

Les résultats de la caractérisation physico-chimique concernent le pH, conductivité électrique, teneur en humidité et matière solide volatile.

#### 3.1. Le pH

La valeur de pH des DMA de la région d'El Oued que nous avons enregistrée est de 5,1.

#### 3.2. Conductivité électrique

Quant à la conductivité électrique (CE) la valeur enregistrée est égale à 12,14  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

#### 3.3. Teneur en humidité

Les mesures de l'humidité sont faites pour trois fractions par taille. La figure 18 souligne les résultats des analyses obtenues :

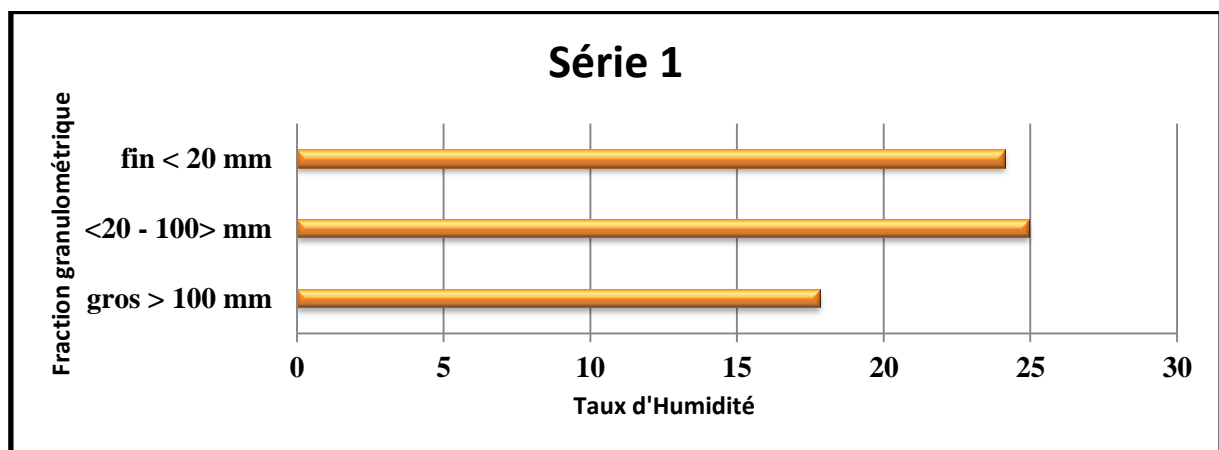


Figure 18 : Taux d'humidité des DMA de la région d'El Oued.

Observation de cette figure montrent que la fraction moyenne est fine contiennent plus d'humidité (24%) que la fraction gros.

L'humidité moyenne des DMA de la région d'El Oued est de 22,3%.

### 3.4. Teneur en matières solides volatiles

Les résultats des analyses sur des échantillons d'DMA reconstitués ont montré que les solides volatiles sont de l'ordre de 88,1%. Cette valeur est un indicateur important sur l'aptitude des DMA à l'incinération.

#### Discussion

Le pH est un bon indicateur des différentes phases de dégradation des déchets, soit sur le degré de décomposition biologique ou biochimique. La valeur de pH obtenue pourrait être liée à la concentration des composés organiques volatiles.

En effet, selon Debril et *al.* (2005) in Belaïb (2012), le pH (équilibre acide/base) influe sur le processus de compostage par l'intermédiaire des conditions de développement des micro-organismes de la fermentation.

Les valeurs de la conductivité électrique pourraient s'expliquer par le phénomène de dilution, qui entraînant une dilution considérable des éléments chimiques en présence.

Pour la teneur en humidité, la fraction moyenne <100-20mm > qui contient plus d'humidité (24%) est constituée majoritairement par des putrescibles provenant des ménages. Leur taux important influe sur le taux d'humidité de cette fraction.

La fraction supérieure à >100mm, est composé plutôt des plastiques et les papier-carton et leur teneur faible en humidité influe sur l'humidité de cette fraction.

Les déchets ménagers arrivant au CET de la région d'El Oued se caractérisent par une faible humidité (23.3%), par rapport à la plupart des déchets des PED, à cause du faible taux de putrescibles qu'ils contiennent et un fort taux de sable (Abbase, 1996; Charnay, 2005; Guibbert, 1998; Henry et *al.*, 2006; Tezanou et *al.*, 2001).

La teneur en matière organique (MO) ou solide volatile représente en moyenne 88.1% dans la région d'El Oued. Nos résultats sont comparables avec ceux d'Allouimine (2006), qui a enregistré 50,2 % en Mauritanie. Germoud (2014) note 62% à Mostaganem.

#### 4. Distribution des DMA par mode de gestion

Les résultats exposés précédemment, montrent que les DMA de la région d'El Oued, sont riches en diverses matières, parmi celles-ci, une partie est récupérable et d'autres peuvent être transformées en fabriquant des produits utilisables qui contribueraient largement au développement de l'économie et à la protection de l'environnement.

Aloueimine (2006), en se reposant sur l'hypothèse, donne un tableau sur la composition des déchets d'une décharge, qui se composent comme suit :

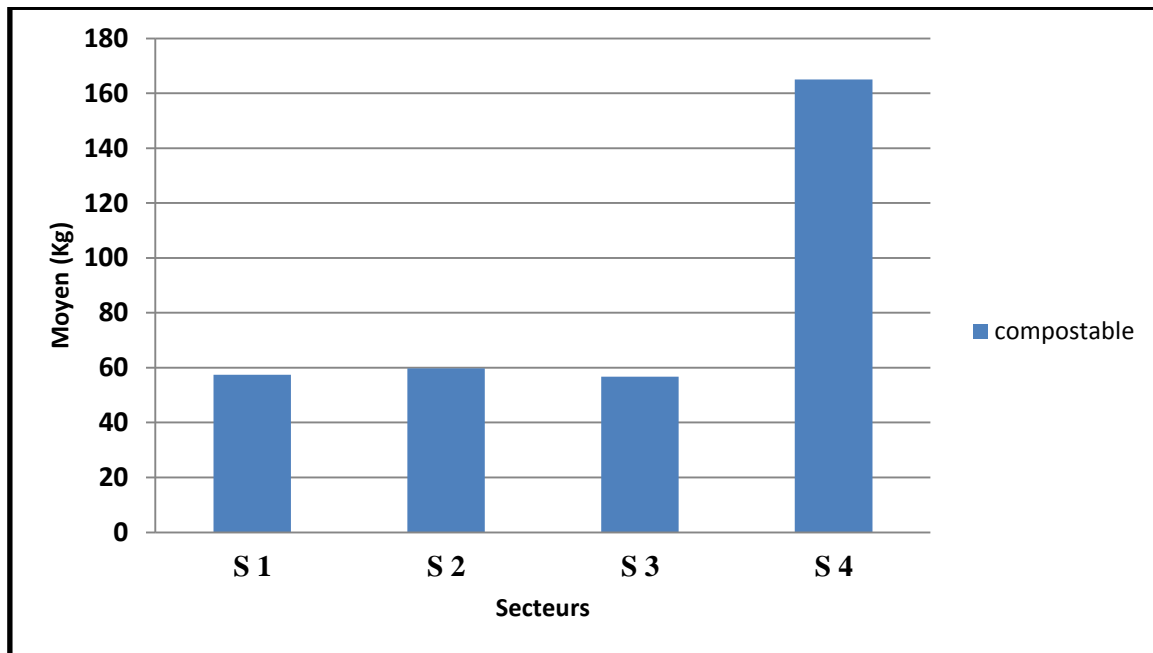
**Tableau 12** : Répartition des déchets d'une décharge par mode de gestion.

Compostables	valorisables	Combustibles	Stockables
putrescibles Papier Carton	putrescibles Papier Carton Plastique Verre	putrescible Papier Carton Composites Textiles Textiles sanitaires Plastique Combustibles n. c	A part les spéciaux qui font moins de 1 %, les 14 catégories peuvent être stockées

L'analyse des DMA de la région d'El Oued nous permet de constater les résultats suivants : Les déchets valorisables sont constitué de déchets compostables, et déchets recyclables.

##### 4.1. Déchets compostables

Les résultats du tri pour la caractérisation par catégories des DMA de la région d'El Oued (Tableau 12), montre qu'elle contient un taux important de déchets organiques et qui varie d'un secteur à un autre. La Figure 20 représente le taux de ces matériaux pour chaque secteur.



**La Figure 19 :** Taux moyen des déchets compostables par secteur dans la région d'El Oued.

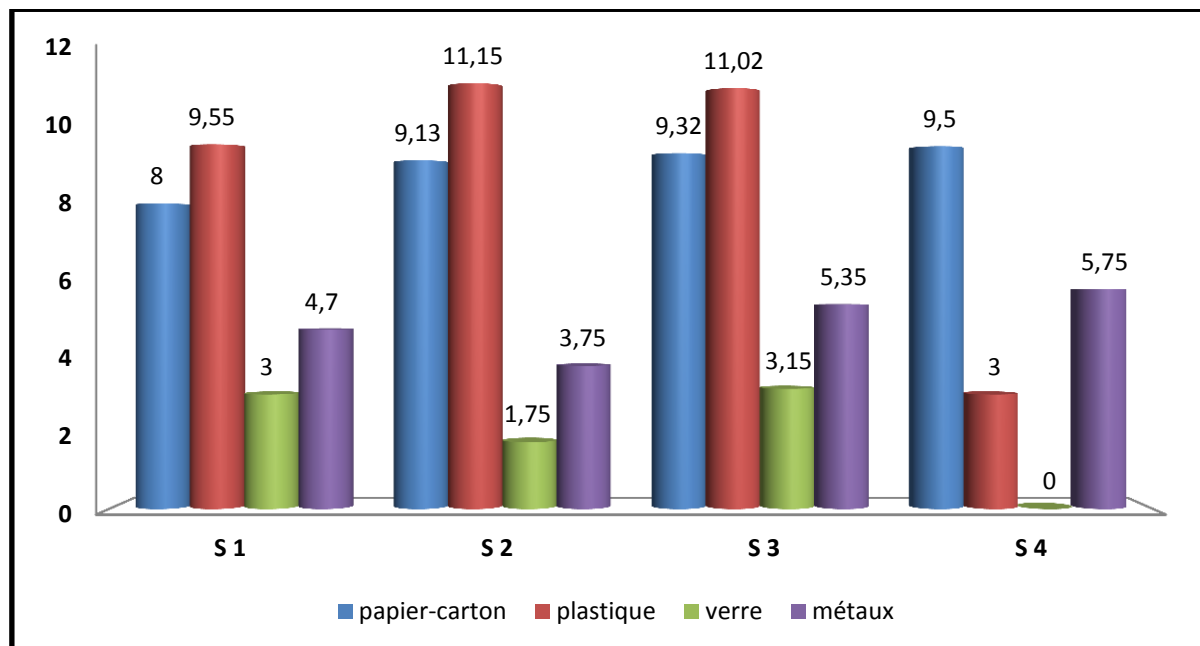
La Figure 19 indique que la proportion des déchets biodégradables occupe une partie plus importante pour tous les secteurs, notamment dans le quatrième secteur, qui génère environ 165 kg/J pour un repas. Cela signifie l'équivalent de 9900 kg/mois.

Le procédé de gestion par compostage permet également d'éliminer une partie importante des résidus destinés aux sites d'enfouissement. Par ailleurs, un programme de compostage réussi permet de fabriquer un amendement de sol de haute qualité pouvant être utilisé pour l'agriculture et le jardinage.

Enfin l'élimination des résidus des décharges par le compostage contribue de plus à la conservation des espaces utilisés pour l'enfouissement. Ceci réduit également la production de produits de lixiviation (lessivage des décharges par les eaux pluviales qui entraîne un risque de pollution des nappes phréatiques) et la méthanisation (produite par la décomposition non contrôlée des déchets dans les décharges à l'air libre).

## 4.2. Déchets recyclables

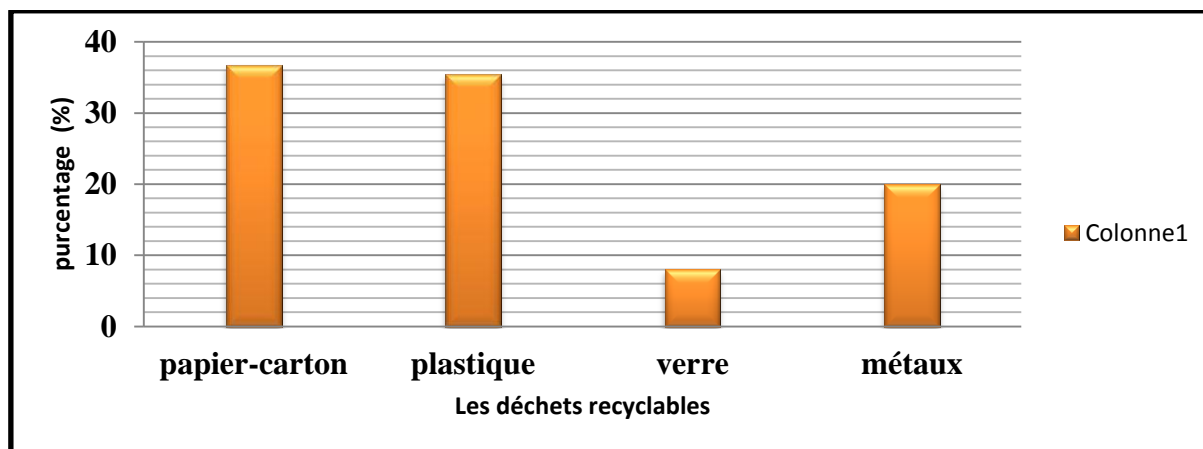
Les résultats de la caractérisation des DMA de la région d'El Oued ont montré que les matériaux recyclables en général à savoir le plastique, le papier-carton, les métaux et le verre constituent une part très importante de la masse totale. La variation des proportions des matières recyclables en fonction des secteurs est illustrée dans la figure 20 ci-dessous.



**Figure 20:** Proportion des matières récupérables pour chaque secteur dans la région d’El Oued.

Cette figure indique que dans tous les secteurs les papier-carton et les plastiques constituent les proportions les plus importantes, à l’exception du secteur (4), la résidence d’universitaire, qui est pauvre en plastique.

Pour évaluer le taux global des produits recyclables des déchets de la région d’El Oued, nous avons pris le pourcentage moyen des déchets recyclables générés au niveau de cette ville. Les résultats obtenus sont présentés sous forme d’histogrammes comme le montre la figure 22 ci-dessous.



**Figure 21:** Taux de récupération moyen de chaque constituant des DMA pour la région d’El Oued.

Cette Figure indique que les taux de récupération des déchets valorisables les plus importants se concentrent sur les papier-carton et les plastiques avec respectivement 36,64 % et 35,38 %. Suivis ensuite par le taux des métaux avec 19,93.

Ce taux représente presque 1/5 de la masse globale des DMA de la région d'El Oued. Une étude comparative a été faite dans certaines villes algériennes et autres du monde (Tableau 13), elle montre que le taux moyen de déchets recyclables de l'Algérie est de l'ordre de 27,2%. Cette valeur est moins importante par rapport à celle de la Jordanie, la Turquie et la France (Tableau 13).

**Tableau 13 :** Teneur en matériaux potentiellement recyclables dans différentes villes et pays (Guermoud, 2014).

Taux de récupération %	Algérie (MATE et PROGDEM, 2003)				Jordanie (Abu-Qudais, 2000)	Turquie (Metin, 2003)	France (Aina, 2006)
	Mostaganem	Bejaia	Annaba	Tlemcen			
	27,5	26,8	28,6	26			
	27,2				31,8	34	53,6

### 4.3. Déchets combustibles

Les composant combustibles représentent plus de la moitié des DMA produites dans la région d'El Oued, sans oublier les autres composants (plastique, papier-carton ....etc.).

Les combustibles constituent à la fois une solution de traitement de déchets et une véritable ressource énergétique, mais il n'est toujours pas appliqué dans cette ville en raison des coûts de traitement et de la gestion. En plus de cette première raison, les exigences relatives à la préservation de la santé publique et de l'environnement sont d'autant de facteurs limitant pour le choix de l'incinération comme technique de traitement des déchets à El Oued.

### 4.4. Déchets stockables

Théoriquement, tous les déchets peuvent être stockés à 99%, ceci exige la pratique de décharge à une plus grande échelle dans les villes au détriment des zones urbaines et agricoles (Allouimine, 2006 ; Koldzi, 2011). Pour la région d'El Oued, l'augmentation des déchets stockés dans les années à venir, pose un risque important pour l'environnement en raison du

flux de lixiviat et de la libéralisation du biogaz, qui résulte de la fermentation de matières biodégradables, à cause des températures relativement élevées de cette zone désertique.

## **5. Projets et solution recommandées pour le développement du secteur DMA de la région d'El Oued**

### **5.1. Proposition d'un plan de gestion des déchets « tri à la source »**

La région d'El Oued, caractérisé par des problèmes majeurs relatifs à la gestion des DMA qui constituent 90 % environ des DUS, par le manque cruel de données de caractérisation de ces rejets.

Les données ainsi obtenues soit au niveau des décharges finales (CET) soit au niveau des ménages représentent la base même de toute politique de gestion. Ce sont ces données de référence à partir desquelles les projections de l'évolution des déchets peuvent être établies car elles reflètent la réalité des quantités générées et potentiellement évacuées et enfouies.

Afin de lutter contre la prolifération des déchets dans les zones urbaines de la région d'El Oued, et de réduire la décharge sauvage, nous proposons de procéder au tri à la source en matière biodégradable et non biodégradables. A notre avis le tri à la source en deux fractions seulement sera relativement facile (biodégradable et non biodégradables), et c'est la bonne solution pour favoriser la valorisation des déchets, ce qui un nouvel mode de gestion les DMA dans la région d'El Oued.

La valorisation par tri à la source considéré comme un processus de séparation des différents flux de déchets par les producteurs, au moment de leur production, a pour objectif la séparation de la fraction des matières organique biodégradable et les matières non biodégradables, cette opération présente un ensemble d'avantages dont on peut citer :

- maximiser le recyclage et diminuer le volume de déchets résiduels ;
- L'implication de la population dans le système de gestion des déchets ;
- Toutefois, la mise en place d'un système de tri à la source exige la réorganisation des circuits de collecte et la mobilisation d'équipements et de matériels spéciaux (sites d'apport volontaire, bennes compartimentées ...) ainsi qu'une participation effective des habitants et un grand effort de sensibilisation ;

- composter la partie putrescible pour minimiser le stockage des déchets dans les décharges, éviter l'émission de biogaz et réduire les volumes de lixiviat produits ;
- apporter des amendements organiques pour la fertilisation des sols puisque la wilaya a une vocation agricole ;
- La réduction du taux d'éléments contaminants présents dans les déchets.

## **5.2. Solutions recommandées**

Les lignes directrices proposées pour une bonne gestion des déchets sont les suivantes :

- ❖ Création et renforcement des canaux de sensibilisation des citoyens ;
- ❖ Accorder plus d'importance à l'aspect socio-économique dans le projet de la gestion des déchets ;
- ❖ Optimiser les moyens humains et matériels de gestion des déchets ;
- ❖ Traitement des déchets dans cadre du respect de la protection de l'environnement.

Enfin, il est souhaitable que l'amélioration de la gestion des déchets trouvera son incitation dans les actions menées, soit au niveau réglementaires, de communication et sensibilisation soit au niveau technique.

*conclusion*

### **Conclusion**

Le travail de thèse présenté dans ce mémoire consiste à détermination les caractérisations qualitatives et quantitatives les déchets solide ménagers de la région d'El Oued, pour une meilleure filière de valorisation, à cet effet nous avons exploitées le restaurant de la résidence universitaire Soufia Bachir. Et le centre d'enfouissements technique afin de limité ce traitement aux urbains les plus importants de la ville. Les secteurs choisis sont comme suite :

**Secteur 1 :** Ouermés

**Secteur 2 :** El Oued

**Secteur 3 :** Kouinine

Les résultats montrent que chaque secteur a sa propre répartition en matière de composition de déchets ménagers. Nous avons évalué la composition moyenne DMA de la région d'El Oued. Ces déchets contiennent 69,41% de matière putrescible, 7,1% de plastique, 7,37% de papier-carton, 4,51% de textile, 4,01% des métaux, 1,62% de verre, 0,71% d'INC, 0,91% CNC, 2,2% le complexe tétra bricks, et enfin 0,54% des déchets spéciaux.

Nous avons enregistré que le taux du putrescible est plus élevé que les autres composants. Cela s'explique par la nutritionnel des habitants qui favorisent la consommation des légumes et des fruits en raison de leurs pouvoir d'achat qui corresponde à un revenu ou moins moyen. En plus l'utilisation des emballages et des bouteilles de boisson durant cette dernière décennie à augmenter le pourcentage du plastique et du papier-carton. Les autres catégories constituent une proportion non négligeable de la masse totale de déchets.

Les DMA de cette ville renferment un taux d'humidité assez élevé de l'ordre de 22,3%.

A partir de ces résultats, nous pouvons déduire que les déchets ménagers de la région d'El Oued se répartissent en quatre classes principales :

- Les déchets compostables représentés par la putrescible, qui constitue une proportion plus importante de les OM de cette ville.
- les déchets valorisables comme le plastique, papier-carton, les métaux et le verre, le taux de la matière recyclable est de 20,01%. il est nécessaire de prendre en considération cette filière de valorisation.

- Les déchets combustibles comme le Composites, Textiles, Textiles sanitaires, Combustibles NC, sans oublier les autres composants (plastique, papier-carton ....etc.).
- Les déchets stockables représentent ensemble des déchets ménagers, qui destin un traitement par l'enfouissement.

Les résultats obtenus lors de la composition montrent la richesse des déchets ménagers, à favoriser le nouvelle mode de gestion son objectif le tri à la source, qui permet de collecter de plus grand volume des déchets en séparées, qui nous a permis de choisir les technique de valorisation appropriées. Et en particulier suggèrent que la filière de compostage, qui serait bien adaptée comme mode de traitement de ces déchets de la région d'El Oued.

# *Références bibliographiques*

## Références bibliographique

- 1- **ADEME., 1994.** Les déchets en chiffres, Données et références. 146 p.
- 2- **ADN., 2014.**Caractérisation des déchets ménagers et assimilés dans les zones nord, semi-aride et aride d'Algérie 2014, 8-13 p.
- 3- **AINA M., MATEJKA G., HILLIGASMAN S., THRONAT P., 2006.**Caractérisation physico- chimique de l'état de dégradation de déchets stokes dans une décharge sèche (zone semi-aride) : Site expérimental de Saba (Burkina – Faso). Université Limoges (France), 35-37 p.
- 4- **ALOUEIMINE S., 2006.** Méthodologie de caractérisation des déchets ménagers Nouakchott (Mauritanie) : Contribution à la gestion des déchets et outils d'aide à la décision. Thèse de doctorat Université de Limoges, 195 p.
- 5- **ALOUEIMINE S., MATEJKA G., ZURBRUGG C., SIDI MOHAMED M.E., 2006.** Caractérisation des Ordures ménagères à Nouakchott: Partie II: Résultats en Saison Sèche et en Saison Humide, Déchets-Revue Francophone d'Ecologie Industrielle N°. 44. 12-96 p.
- 6- **ALOUEIMINE S., MATEJKA G., ZURBRUGG C., SIDI MOHAMED M.E., 2006.**"Caractérisation des ordures ménagères à Nouakchott Partie 1: Méthode d'échantillonnage". Déchets sciences et techniques (2006), N° 44. pp 4-8.
- 7- **AMEGNRAN Y.C., 2009.** problématique de la gestion des déchets solides en Afrique centre international de formation des autorités acteurs locaux, 07 p.
- 8- **ANONYME.,** Evaluation des conditions de mise en œuvre de la politique Environnementale initiée par le Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, 12 p.
- 9- **BALET J. M., 2014.** Gestion des déchets. 4ème édition. Dunod, Paris, 52 p.
- 10- **BAYARD R., et GOURDON R., 2007.** Traitement biologique des déchets. Edition : Techniques de l'ingénieur, 1-23 P.
- 11- **BELAÏB A., 2012.** Etude de la gestion et de la valorisation par compostage des déchets organique genres par le restaurant universitaire Aicha Oum El mouminine willaya de Constantine, thèse de magister. Université Mantouri, Constantine, 52 p.
- 12- **BEN AMMAR S., 2006.** Les enjeux de la caractérisation des déchets ménagers pour le choix de traitement adoptés dans les pays en développement : Résultats de la caractérisation dans le grand Tunis mise au point d'une méthode adoptés, thèse doctorat. Université Lorraine, 43 p.

- 13- BERG L.R., RAVEN P.H., et HASSENZAHN D.M., 2009.** Environnement. Edition : De Boeck, Bruxelles, 605-619 P.
- 14- CHARNAY F., 2005.** Compostage des déchets urbains dans les PED: Elaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost. Thèse de Doctorat N° 56. Université de Limoges, 12-19 p.
- 15- CHENITI H., 2014.** Gestion des déchets urbains solides cas de la ville d'Annaba, thèse doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba, 38-50 p.
- 16- COMPAORE E., NANEMA L.S., 2010.** Compostage et qualité du compost de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, Tropicultura, 232 p.
- 17- COUPLAN F., et MARMY F., 2009.** Jardinez au naturel : jardin bio facile. Edition : Sang de la terre et groupe Eyrolles, 314 p.
- 18- DAMIEN A., 2013.** Guide du traitement des déchets réglementation et choix des procédés, 6<sup>ème</sup> édition. Dunod. Paris, 03-45 p.
- 19- DJEMACI B., 2012.** la gestion des déchets municipaux en Algérie : Analyse prospective et éléments d'efficacité, thèse doctorat. Université Rouen, 05-27 p.
- 20- DJEMACI B., CHERTOUK M., 2011.** La gestion intégrée des déchets solides en Algérie. Contraintes et limites de sa mise en œuvre, CIRIEC n° 2011/04, 19 p.
- 21- EL KADI A., MAATOUK M., RAISSOUNI M., CHAFIK T ET MOUHSSINE A., 2016,** Caractérisation des déchets ménagers et assimilés de la ville de Tanger. Université Abdelmalek Essaâdi, Tanger, Maroc, 514 p.
- 22- FAURIE C., FERRA C., MEDORI P., DEREAX J. et HEMPTINNE J., 2006.** Ecologie : Approche scientifique et pratique. 5<sup>ème</sup> Ed. Paris, 343-356 p.
- 23- FRANÇOIS V., 2004.** Détermination d'indicateurs d'accélération et de stabilisation de déchets ménagers enfouis. Etude de l'impact de la recirculation de lixiviats sur colonnes de déchets. thèse de doctorat n°8-2004, Université de Limoges, 21-52 p.
- 24- GHALLOUDI J., TALBI M., ZAHOUR G., 2015.** Evaluation de la première expérience de gestion déléguée des déchets ménagers à Casablanca, Maroc, édition vol.11, n°2, Maroc, 239-241 pages.
- 25- GUERMOUD N., ADDOU A., 2014.** Etude et caractérisation des déchets ménagers de la ville de Mostaganem (Ouest-Algérie). Université de Mostaganem, Algérie, 45 p.
- 26- GUET G., 2003.** Mémento d'agriculture biologique. Edition : Agri décisions, 2<sup>ème</sup> Ed. Paris, 45-67p.

- 27- HUMEAU P.H. et LECLOIREC P., 2010.** Emissions gazeuses et traitement de l'air en compostage. Edition. Techniques Ingénieur.
- 28- KHEHIL Y., MEZOUARI F., MATEJKA G., 2011.** Intérêt des matériaux geosynthétiques dans la conception des centres d'enfouissement technique (CET) en Algérie, *Studia Geotechnica et Mechanica*, 53 p.
- 29- KOLEDZI E.K.,2011.**Valorisation des déchets solides urbains dans les quartiers de Lomé (TOGO): approche méthodologique pour une production durable de compost. Thèse de doctorat Université de Lomé, n°04-2011, 8-13 p.
- 30- LEROY J.B., 1997.** Les déchets et leurs traitement : les déchets solides industriels et ménagers. Edition : Presse Universitaires de France, 3ème Ed. Paris, 127 p.
- 31- LOPEZ J., 2002.** Les composts. Le courrier de l'environnement INRA. Document INRAMELS. 18p. [www.inra.fr](http://www.inra.fr).
- 32- MATE., 2003.** Manuel d'information sur la gestion et l'élimination des déchets solides urbains.
- 33- MATE., 2004.** Atelier international sur le nouveau mode de gestion des déchets
- 34- MEZOUARI S.F., 2011.** conception et exploitation des centres de stockage des déchets en Algérie et limitations des impacts environnementaux. thèse doctorat, Université Limoges, 125- 132 p.
- 35- MIQUEL G., 1998.** Recyclage et valorisation des déchets ménagers « rapport 451 office parlementaire d'évolution choix scientifiques et technologiques »,245p.
- 36- MORVAN B., 2000.** Méthode de caractérisation des déchets ménagers : analyse sur produit sec. *Déchets Sciences et Techniques*, 09 p.
- 37- NAJIH A., HABBARI K., AMIR S., AGBALOU A., 2014.** Gestion des déchets ménagers dans la ville de Khouribga (Maroc) : étude du comportement du citoyen, édition Mersenne vol 06 n° 140607, 01 p.
- 38- NGAMBI J.R., 2015.** déchets solides ménagers dans la ville de Yaoundé (Cameroun) de la gestion linéaire vers une économie circulaire, thèse doctorat. Université Maine, 41 p.
- 39- NGNIKAM E., TNAWRA E., 2006.**les villes d'Afrique face à leurs déchets. Université de technologie de Belfort- Montbéliard, 13-24 p.
- 40- NONGA Z., 2007.** les déchets urbains solides (dus) : Quantités, mode d'utilisation, agricole et effets sur les cultures maraichères et les sols urbains de la ville d'Ouagadougou, thèse ingénieur. Université Bobo-Dioulasso, 05-10 p.

- 41- RICHMOND H., 1999.** Méthodologie recommandée pour la caractérisation des déchets dans le cadre des études d'analyse directe des déchets au Canada. Ontario 20 p.
- 42- SOTAMENOU J., 2010.** le compostage : Une alternative soutenable de gestions publiques des déchets solide au Cameroun, thèse doctorat. Université Yaoundé, 28 p.
- 43- TAHRAOUI D., 2009.** Valorisation par compostage des résidus solides urbains de la commune de Chlef, Algérie, thèse doctorat, université Limgos, 50p.
- 44- TAPANOU K.A.N., 2012.** gestion des déchets solides ménagers dans la ville d'Abomey- Calavi (Bénin) : caractérisation et valorisation par compostage, thèse doctorat, n°25-2012. Université d'Abomey-Calavi ; Université Aix Marseille, 06-34 p.
- 45- THONART P., SORY D., 2005.** Guide pratique sur la gestion des déchets ménagers et des sites d'enfouissement techniques dans les pays du sud. Collection points de repère, OIF, 02 p.
- 46- TINI A., 2003.** La gestion des déchets solides ménagers au Niger : Essai pour une stratégie de gestion durable, Thèse de doctorat, Institut National de Lyon, 82 p.
- 47- TURLAN T., 2013.** Les déchets (Collecte, Traitement, Tri, Recyclage ). Ed. Dunod. Paris, 52 p.

# *Les Annexes*

Annexe1: photo personnel pour :



Centre Enfouissement Technique d'El Oued (CET)



Table de tri



Caractérisation des déchets par catégories



caractérisation des déchets par taille



Poids de plastique



poids de métaux

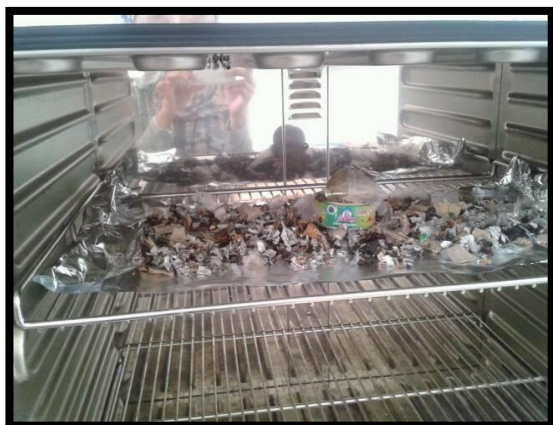


Poids de putrescible

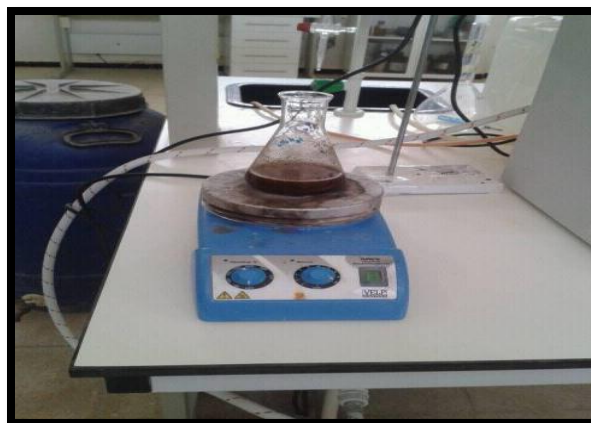


caractérisation des déchets de restaurants  
universitaire

Les Annexe 2: photo personnel au laboratoire présente :



Séchage des déchets



Préparation de solution de pH  
(Agitation magnétique)



Estimation la mesure de pH



Estimation la valeur de conductivité électrique

## Résumé

L'objectif de notre travail, est axé, d'une part, sur la caractérisation des différentes catégories des déchets solides ménagers de la région d'El Oued, ainsi que sur l'analyse physico-chimique. A cet effet, l'étude a été faite par les secteurs. La collecte était assurée par le centre d'enfouissement technique de la ville d'El Oued, et le restaurant universitaire de Bachir Soufia et acheminée au lieu de notre travail.

En basant sur une technique d'échantillonnage quasi aléatoire, les résultats exprimés en termes de pourcentage de différents constituants sont de l'ordre de 69,41% (déchets organique), 20,19 % déchets recyclables (verre, plastique, papiers et carton et métaux), Et il a été effectué en trois fractions granulométrique (>100 mm, <100-20mm>, <20-10 mm>, <10 mm). Les ordures ménagères de cette ville renferment un taux d'humidité assez élevé de l'ordre de 22.3%, le pH 5,1. La conductivité électrique 12,14  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et les matières solides volatiles est 88.1%.

A partir des données nous avons montré que 89.51% les déchets étaient potentiellement recyclables et que la filière de la valorisation la plus favorable de la ville d'El Oued est le compostage, qui pourrait être réalisé sur la décharge finale.

## الملخص :

الهدف من دراستنا هو توصيف مختلف فئات النفايات الصلبة المنزلية في منطقة الوادي، مع بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية. وتحقيقاً لهذه الغاية، نفذت الدراسة من قبل القطاعات. التي قد تم جمعها من قبل المكب التقني لمدينة الوادي، ومطعم الجامعي سوفية بشير. واستناداً إلى تقنية أخذ العينات عشوائياً، فإن النتائج التي تم التعبير عنها من حيث النسبة المئوية للمكونات المختلفة حيث تبلغ النفايات العضوية 69.41٪، ومن النفايات القابلة لإعادة التدوير 20.19٪ (الزجاج والبلاستيك والورق والكرتون والمعادن) ويتم ذلك في ثلاثة أجزاء حجم الجسيمات (< 100 مم، < 20-100 ملم، < 10-20 مم، > 10 مم). تحتوي نفايات هذه المدينة على نسبة رطوبة عالية نسبياً تبلغ 22.3٪، والتوصيل الكهربائي 12.14  $\mu\text{S}/\text{cm}$  والمواد الصلبة المتطايرة هي 88.1٪. ودرجة الحموضة 5.1. واستناداً إلى البيانات التي جمعناها، فإن 89.51٪ من النفايات يمكن إعادة تدويرها، وأن التثمين الأكثر ملاءمة لمدينة الوادي هو التسميد، والذي يمكن تنفيذه في التفريغ النهائي.

**الكلمات المفتاحية:** النفايات، الوادي، المكب، التثمين، أخذ العينات.

## Abstract

The aim of the work-based evaluation is, on the one hand, on the characterization of the different categories of, as well as on physico-chemical analysis. For this purpose, the study was made by the companions. The collection was carried out by the technical landfill of the town of El Oued, and the university restaurant of Bachir Soufia was brought to the site of our work.

Based on a quasi-random sampling technique, the results expressed in terms of percentage of different constituents are of the order of 69.41% (organic waste), 20.19% recyclable waste (glass, plastic, paper and cardboard and metals) It is carried out in three particle size fractions (> 100 mm, <100-20 mm, <20-10 mm, <10 mm). The municipal waste of this city contains a relatively high humidity level of 22.3%, pH 5.1, electrical conductivity 12.14  $\mu\text{S} / \text{cm}$  and volatile solids is 88.1%.

On the basis of the data we have shown that waste 89.51% is potentially recyclable and that the most favorable recovery in the town of El Oued is composting, which could be carried out on the final landfill.

**Keywords:** waste, El Oued, landfill, recovery, sampling.