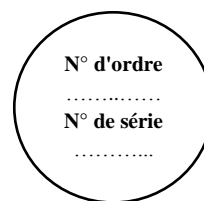


République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE DE GHARDAIA

**Faculté des Sciences et Technologie
Département des Sciences et Technologie**



**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de
MASTER**

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Analyse et Contrôle de qualité

**Présenté par :
REZZAG Khaled**

Thème

**Diagnostic de traitement et valorisation
des déchets solides urbains à la wilaya
de Ghardaïa
(Cas de la vallée du M'Zab)**

Soutenu publiquement le : 17/09/2017

Devant le jury :

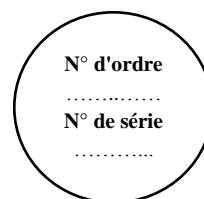
| | | | |
|--------------------------|--------------------|----------------|------------------|
| Mr. M. Arif | Maître Assistant A | Univ. Ghardaïa | Président |
| Mme. K. Moulay | Maître Assistant A | Univ. Ghardaïa | Examineur |
| Mme. K. Bouameur | Maître Assistant A | Univ. Ghardaïa | Examineur |
| Mr. M. S. AGGOUNE | Maître Assistant A | Univ. Ghardaïa | Encadreur |

Année universitaire : 2016-2017



UNIVERSITE DE GHARDAIA

**Faculté des Sciences et Technologie
Département des Sciences et Technologie**



**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de
MASTER**

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Analyse et Contrôle de qualité

**Présenté par :
REZZAG Khaled**

Thème

**Diagnostic de traitement et valorisation
des déchets solides urbains à la wilaya
de Ghardaïa
(Cas de la vallée du M'Zab)**

Soutenu publiquement le : 17/09/2017

Devant le jury :

| | | | |
|--------------------------|--------------------|----------------|------------------|
| Mr. M. Arif | Maître Assistant A | Univ. Ghardaïa | Président |
| Mme. K. Moulay | Maître Assistant A | Univ. Ghardaïa | Examineur |
| Mme. K. Bouameur | Maître Assistant A | Univ. Ghardaïa | Examineur |
| Mr. M. S. AGGOUNE | Maître Assistant A | Univ. Ghardaïa | Encadreur |

Année universitaire : 2016-2017



Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à ceux qui ont tout sacrifié
pour moi et ceux qui, sans eux je n'aurais pu en arriver
là aujourd'hui : mes très chers parents.*

*A mes frères et à mes sœurs chacun à son nom à qui je
souhaite beaucoup de réussite dans la vie.*

*A ma femme et sa famille qui m'a soutenu lors de
l'élaboration de ce travail.*

*A mes enfants OTHMANE et SOHYEB
et ma petite fille INES*

sans oublier mes chers OMAR et TESNIM.

*A tous les membres des deux familles REZZAG et
ZAHOUANI.*

*A tous mes enseignants et à mes collègues de travail à
l'université de Ghardaïa.*

A tous mes amis sans exception

A ceux qui ont été là pour moi et que j'ai oublié de citer

*A ceux qui travaillent silencieusement pour protéger
l'environnement et le patrimoine de Ghardaïa.*

Khaled



Remerciements

Avant tout nous devons remercier Allah le tout puissant de nous avoir accordé la patience et la force pour arriver au terme de ce modeste travail.

Tous mes gratitudes pour mon promoteur

Mr. Mohammed Saleh AGOUNNE

qui m'aide par ses conseils et ses orientations.

Je tiens à remercier tous les enseignants de l'université de Ghardaïa.

Mes vifs remerciements vont à l'égard du personnel de :

- La direction de l'environnement*
- L'EPWG-CET*
- L'ADE.*

Ainsi qu'à tous mes collègues de laboratoire de l'université de Ghardaïa qui m'ont facilité le travail.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou loin, trouvent ici l'expression de nos remerciements les plus cordiaux.

REZZAG Khaled

Résumé :

Dans notre étude, l'objectif était de caractériser des déchets solides urbains au niveau de la vallée du M'Zab, est de fournir le maximum d'informations et de données de référence pouvant aider nous dans la prise de décision relativement aux types de déchets solides enfouis, et permettre éventuellement une récupération des déchets.

Ainsi, nous nous sommes assignés deux objectifs :

1. Une enquête sur la quantité et les catégories de déchets solides urbains générés par les quatre communes (Daya, Ghardaïa, Bounoura et El Atteuf). Ainsi la quantité des déchets solides urbains rejetés est de plusieurs tonnes par jour, les déchets solides collectés sont acheminés vers le CET et seulement une petite quantité de déchets récupérés. Nous avons répertorié sept catégories de déchets : les putrescibles, le papier-carton, le plastique, les métaux, le bois, le verre et les textiles.
2. Une estimation de production de biogaz générés par les déchets solides mis en décharge dans le CET. Ainsi presque la moitié des déchets enfouis dans les casiers sont des putrescibles. La teneur en matière organique est plus grand, avec un taux d'humidité considérable. La pluviométrie et l'évapotranspiration ne constitue pas une entrave pour la production de biogaz. Le modèle prédit la production entre des millions de mètres cubes de méthane d'ici la fin du projet.

Mots-clés : traitement, valorisation, déchets solides, Vallée du M'Zab, CET, biogaz.

Summary:

In our study, the objective was to characterize urban solid waste in the M'Zab valley, to provide the maximum amount of information and baseline data that can help us in decision-making about the types of waste buried solids, and eventually allow waste to be recovered.

Thus, we set ourselves two objectives:

1. A survey of the quantity and categories of solid urban waste generated by the four communes (Daya, Ghardaïa, Bounoura and El Atteuf). Thus, the quantity of urban solid waste discharged is several tons per day, the collected solid waste is sent to the landfill and only a small amount of recovered waste. We have identified seven categories of waste: putrescible, paper-board, plastic, metals, wood, glass and textiles.
2. An estimate of biogas production from solid waste landfilled. Thus, almost half of the waste buried in the traps is putrescible. The organic matter content is greater, with a high humidity level. Rainfall and evapotranspiration do not constitute an obstacle to the production of biogas. The model predicts production between millions of cubic meters of methane by the end of the project.

Keywords: treatment, valorization, solid waste, M'Zab valley, landfill, biogas.

ملخص:

في دراستنا هذه، كان الهدف هو التعرف على خصائص النفايات الصلبة الحضرية في منطقة وادي ميزاب، وهذا لغرض توفير أقصى قدر من المعلومات والبيانات الأساسية التي يمكن أن تساعدنا في اتخاذ القرارات بشأن أنواع النفايات التي ينبغي دفيها، وتسمح في نهاية المطاف على معرفة أنواع النفايات التي سيتم استرجاعها.

وعلى هذا الأساس، وضعنا هدفين:

1. التحقق من كمية وأصناف النفايات الناتجة عن البلديات الأربع (ضاية، غرداية، بنورة، العطف). حيث أن كمية النفايات

الصلبة الحضرية التي يتم تصريفها تقدر بالأطنان يوميا، حيث يتم جمعها ونقلها إلى مركز الردم التقني، لكن نسبة قليلة جدا يتم استرجاعها. قمنا بتصنيف سبع أصناف من النفايات هي المواد القابلة للتحلل، الورق والكرتون، البلاستيك، المعادن، الخشب، الزجاج والمنسوجات.

2. تقدير إنتاج الغاز الحيوي من النفايات الصلبة التي يتم ردمها في المركز. وبالتالي، حيث إن كمية كبيرة من النفايات الصلبة

المدفونة في الحفر هي مواد قابلة للتحلل. ومحتواها العضوي كبير نسبيا، مع نسبة رطوبة معتبرة. كما أن هطول الأمطار والتبخر لا يشكلان عائقا أمام إنتاج الغاز الحيوي. وحسب النموذج يتوقع إنتاج ملايين الأمتار المكعبة من الميثان بنهاية المشروع.

كلمات مفتاحية: معالجة، ترمين، نفايات صلبة، وادي ميزاب، مركز ردم تقني، نفايات صلبة، غاز حيوي.

SOMMAIRE

| | |
|--|------------|
| Dédicace | II |
| Remerciement | III |
| Résumé | IV |
| Liste des tableaux | IX |
| Liste des figures | X |
| Liste des photos | XI |
| Liste des annexes | XI |
| Liste des sigles et abréviations | XII |
| Introduction générale | 1 |
| Chapitre 01 : Notions essentielles sur la gestion des déchets | 3 |
| 1.1. Définition des déchets | 3 |
| 1.2. Classification des déchets | 4 |
| 1.2.1. Selon la nature | 4 |
| 1.2.2. Selon leur origine | 4 |
| 1.2.3. Selon leur danger | 5 |
| 1.2.4. Selon la législation Algérienne | 6 |
| 1.3. Caractérisation des déchets solides urbains | 7 |
| 1.3.1. Composition des déchets | 7 |
| 1.3.2. Propriétés physico-chimiques des déchets solides urbains | 8 |
| 1.4. Généralités sur la collecte et le transport des déchets solides urbains | 9 |
| 1.4.1. Modes de collecte | 9 |
| 1.4.2. Types de collecte | 9 |
| 1.4.3. Aperçu sur les moyens de collecte et transport | 10 |
| 1.4.4. Centre de collecte | 11 |
| 1.4.5. Déchetterie | 11 |
| 1.4.6. Stations de transfert | 11 |
| 1.5. Méthodes de traitement et valorisation et d'élimination des déchets solides urbains | 12 |
| 1.5.1. Tri et recyclage | 13 |
| 1.5.2. Incinération | 14 |

| | |
|---|-----------|
| 1.5.3. Thermolyse (Pyrolyse) | 14 |
| 1.5.4. Compostage | 14 |
| 1.5.5. Décharge contrôlée | 15 |
| 1.5.6. Enfouissement | 15 |
| 1.5.6.1. Production du Lixiviat (Jus des poubelles) | 16 |
| 1.5.6.2. Production du gaz de décharge | 17 |
| Chapitre 02 : Généralité sur la région d'étude | 21 |
| 2.1. Présentation générale de la wilaya de Ghardaïa | 21 |
| 2.2. Climatologie | 24 |
| 2.2.1. Température | 24 |
| 2.2.2. Pluviométrie | 24 |
| 2.2.3. Humidité relative de l'aire | 25 |
| 2.2.4. Vents | 25 |
| 2.2.5. Hydrologie | 26 |
| 2.3. Synthèse des données climatiques | 26 |
| 2.3.1. Digramme Ombrothermique de Gaussen | 26 |
| 2.3.2. Climagramme d'Emberger | 27 |
| 2.4. Cadre physique | 28 |
| 2.5. Vallée du M'Zab | 29 |
| 2.6. Description du mode de gestion des déchets solides et du CET | 30 |
| 2.2.1. Gestion des déchets solides | 30 |
| 2.2.2. Présentation du CET de la vallée du M'Zab | 34 |
| Chapitre 03 : Problématique et méthodologie d'approche | 37 |
| 3.1. Contexte et justification de l'étude | 37 |
| 3.2. Aspects environnementaux et économiques liés à la mise en décharge des déchets | 38 |
| 3.2.1. Incidences environnementales | 38 |
| 3.2.2. Incidences économiques | 39 |
| 3.3. Objectif de l'étude | 39 |
| 3.3.1. Objectif général de l'étude | 39 |
| 3.3.2. Objectifs spécifiques | 39 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3.3. Résultats attendus | 40 |
| 3.4. Approche méthodologique de l'étude | 41 |
| 3.4.1. Phase préliminaire | 41 |
| 3.4.2. Phase de terrain | 41 |
| 3.4.3. Méthode de caractérisation des déchets solides urbains | 42 |
| 3.4.4. Méthode d'évaluation quantitative des déchets solides urbains | 46 |
| 3.4.5. Méthode d'estimation de la quantité de biogaz des déchets..... | 46 |
| Chapitre 04 : Résultats et discussion | 48 |
| 4.1. Etat des lieux sur la gestion des déchets solide urbains | 48 |
| 4.1.1. Gestion des déchets dans les communes de la vallée du M'Zab | 48 |
| 4.1.2. Gestion des déchets de la vallée du M'Zab au niveau du CET | 49 |
| 4.1.2.1. Tri et récupération des déchets | 49 |
| 4.1.2.2. Enfouissement des déchets | 51 |
| 4.1.2.3. Gestion du Lixiviat et du biogaz | 52 |
| 4.2. Résultats et discussion | 55 |
| 4.2.1. Caractérisation des déchets solides urbains | 55 |
| 4.2.1.1. Composition des déchets par catégories | 55 |
| 4.2.1.2. Paramètres physiques et chimiques | 59 |
| 4.2.2. Evaluation quantitative des déchets solides urbains | 61 |
| 4.2.2.1. Estimation de la production moyenne de déchets par habitant | 61 |
| 4.2.2.2. Détermination de la quantité des déchets valorisables | 63 |
| 4.2.3. Estimation de la quantité de biogaz des déchets enfouis | 67 |
| Conclusion et recommandations | 69 |
| Références bibliographiques | 71 |
| Annexes | 74 |

Liste des tableaux

| | | |
|---------------------|--|----|
| Tableau 1 : | Composition des déchets en Algérie | 7 |
| Tableau 2 : | Durée de décomposition de quelques déchets ménagers | 12 |
| Tableau 3 : | Exemple de comparaison entre l'incinération et la thermolyse | 14 |
| Tableau 4 : | Principales nuisances sur l'environnement | 15 |
| Tableau 5 : | Composition du biogaz | 17 |
| Tableau 6 : | Densité de peuplement de la wilaya de Ghardaïa | 22 |
| Tableau 7 : | Moyennes des températures mensuelles de la région de Ghardaïa (2007-2016) | 24 |
| Tableau 8 : | Précipitations mensuelles de la région de Ghardaïa (2007-2016) | 25 |
| Tableau 9 : | Humidité relative mensuelles de la région de Ghardaïa (2007-2016) | 25 |
| Tableau 10 : | Vitesse de vent mensuelles de la région de Ghardaïa (2007-2016) ... | 25 |
| Tableau 11 : | Valeurs moyennes des différentes variables du modèle EPA | 47 |
| Tableau 12 : | Composition moyenne des déchets urbains de la vallée du M'Zab ... | 55 |
| Tableau 13 : | Teneur en matière organique des différents composants des déchets | 60 |
| Tableau 14 : | Humidité des différents composants des déchets urbains de la vallée du M'Zab | 60 |
| Tableau 15 : | Estimation des déchets solides valorisables | 64 |
| Tableau 16 : | Récapitulatif des résultats de la quantité des déchets urbains du CET - v. M'Zab (2016) | 66 |

Liste des figures

| | | |
|--------------------|---|----|
| Figure 1 : | Quelques méthodes de valorisation des déchets | 13 |
| Figure 2 : | Flux entrant et sortant sur une décharge | 16 |
| Figure 3 : | Evolution de la composition du biogaz au cours du temps | 19 |
| Figure 4 : | Processus physique, chimique et biologique se développant dans les décharges | 20 |
| Figure 5 : | Situation géographique de la wilaya de Ghardaïa | 21 |
| Figure 6 : | Limites Administratives de la wilaya de Ghardaïa | 23 |
| Figure 7 : | Digramme ombrothermique de Gaussen pour la région Ghardaïa (2007-2016) | 27 |
| Figure 8 : | Etage bioclimatique de Ghardaïa selon le climagramme d'Emberger (2007-2016) | 28 |
| Figure 9 : | Milieu physique de la wilaya de Ghardaïa | 29 |
| Figure 10 : | Répartition de population et superficie des communes de la vallée du M'Zab | 30 |
| Figure 11 : | Dispositif institutionnel de l'environnement | 32 |
| Figure 12 : | Organigramme de la régie communale de l'environnement | 33 |
| Figure 13 : | CET de la vallée du M'Zab | 34 |
| Figure 14 : | Organigramme de EPWG-CET | 35 |
| Figure 15 : | Localisation des zones d'étude | 40 |
| Figure 16 : | Protocole de tri d'un échantillon de déchets | 44 |
| Figure 17 : | Schéma de l'étape méthodologique | 48 |
| Figure 18 : | Schéma d'exploitation du CET | 54 |
| Figure 19 : | Composition des déchets solides urbains des communes de la vallée du M'Zab | 56 |
| Figure 20 : | Estimation de la production moyenne de déchets solides urbains | 62 |
| Figure 21 : | Comparaison entre la quantité annuelle estimée et réelle des déchets ... | 65 |
| Figure 22 : | Estimation de la quantité de biogaz et de méthane sur le site du CET – v. M'Zab (EPA) | 68 |

Liste des photos

| | | |
|-------------------|---|----|
| Photo 1 : | Point de collecte (Ghardaïa) | 48 |
| Photo 2 : | Camion benne tasseuse (Ghardaïa) | 48 |
| Photo 3 : | Centre de collecte (El Atteuf) | 49 |
| Photo 4 : | Récupérateur de déchets (secteur informel - Ghardaïa) | 49 |
| Photo 5 : | Récupérateurs de déchets (CET-vallée du M'Zab) | 50 |
| Photo 6 : | Matériaux récupérés (secteur formel) | 50 |
| Photo 7 : | Centre de tri (CET-vallée du M'Zab) | 51 |
| Photo 8 : | Portail du CET de la vallée du M'Zab | 52 |
| Photo 9 : | Pont bascule (CET- v. M'Zab) | 52 |
| Photo 10 : | Compacteur pied de mouton (CET- v. M'Zab) | 52 |
| Photo 11 : | Bassin de Lixiviat (CET- v. M'Zab) | 53 |
| Photo 12 : | Buse en béton perforée (CET- v. M'Zab) | 53 |

Liste des annexes

| | | |
|-------------------|---|----|
| Annexe 1 : | Loi n° 01-19 du 27 Ramadhan 1422 correspondant au 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets | 74 |
| Annexe 2 : | Guide d'entretien adressé aux personnes impliquées dans la gestion des déchets dans les 04 communes de la vallée du M'Zab | 83 |
| Annexe 3 : | Guide d'entretien adressé aux personnes impliquées dans la gestion des déchets dans l'EPWG-CET (CET de la vallée du M'Zab) | 85 |
| Annexe 4 : | Fiche de suivi de tournée des camions à remplir durant chaque voyage. | 87 |
| Annexe 5 : | Feuille de tri d'un échantillon à remplir pendant la caractérisation | 88 |

Liste des sigles et abréviations

| | |
|------------|--|
| ADEME : | Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie |
| APC : | Assemblée Populaire Communale |
| CC : | Centre de collecte |
| CET : | Centre d'Enfouissement Technique |
| DAS : | Déchets d'Activité de Soins |
| DI : | Déchets Inertes |
| DIB : | Déchets Industriels Banals |
| DIS : | Déchets Industriels Spéciaux |
| DMA : | Déchets Ménagers et Assimilés |
| DPSB | Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires |
| DS : | Déchets Spéciaux |
| DSD : | Déchets Spéciaux Dangereux |
| EPA | Environmental Protection Agency |
| EPWG-CET : | Etablissement Public de wilaya de la Gestion des centres d'enfouissement technique |
| MATE : | Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement |
| ONM : | Office National de la Météorologie |
| PCB : | Polychlorobiphényle |
| PROGDEM : | Programme national de la gestion des déchets municipaux |
| PED : | Pays En Développement |
| REFIOM : | Résidus d'épuration des fumées d'incinération des ordures ménagères |

Introduction générale

Introduction générale :

De nos jours la mise en décharge présente l'avantage d'éliminer d'importants volumes à des coûts raisonnables. Mais malheureusement, elle se limite souvent dans les PED à un simple trou et le tour est joué.

Depuis le début des années 90, la protection de l'environnement est devenue une préoccupation collective. La question des déchets est quotidienne et touche chaque individu tant sur le plan professionnel que familial. En tant que consommateur, jeteur, usager du ramassage des ordures ménagères, et trieur de déchets recyclables, citoyen ou contribuable, chacun peut et doit être acteur d'une meilleure gestion des déchets. Des gestes simples permettent d'agir concrètement pour améliorer le cadre de vie et préserver le bien-être de chacun: chaque citoyen peut jeter moins et jeter mieux (Anonyme, 2001).

Si les déchets ont été longtemps considérés comme des résidus sans valeur, des activités de production et de consommations industrielles et consommateurs reconnaissent aujourd'hui que le traitement des déchets constitue l'enjeu écologique de cette fin de siècle, et que la mise en place d'une véritable filière économique du traitement des déchets s'impose (SCRIBAN, 1993).

Le déchet est un résidu de production ou de consommation sans valeur d'usage, qui doit, par conséquent être éliminé, ce qui entraîne un coût individuel ou social.

Mais tout autant que les ressources, le déchet est un concept relatif à un contexte technologique et, par-là, culturel et historique. Si nous lui trouvons une valeur d'usage, par exemple comme matière première dans une production nouvelle, il cesse d'être un déchet pour devenir une ressource, une valeur d'échange potentielle et non plus un coût (PIERRE, 1976).

La stratégie mondiale de la conservation vise à donner une orientation plus précise à la gestion des ressources vivantes et indiquer, dans les grandes lignes, comment les trois principaux groupes suivants pourront y parvenir :

- Les pouvoirs publics et leurs conseillers ;
- Les conservationnistes et autres personnes concernées par les ressources vivantes ;

- Les praticiens du développement, y compris les organismes de développement, et les syndicats.

C'est pour cela la wilaya de Ghardaïa par le biais du programme national de gestion intégrée des déchets municipaux (PROGDEM), s'est construite un centre d'enfouissement technique (CET) de la vallée du M'Zab, recevant les déchets solides urbains. Dans les casiers du CET sont enfouis les déchets provenant des 04 communes de la vallée (Daya, Ghardaïa, Bounoura et El Atteuf).

Dans ce cadre que s'inscrit ce mémoire de fin d'étude qui se veut une contribution à l'aide de décision en évaluant la quantité et la qualité de déchets solides urbains générés par les 04 communes, et enfouis dans le Centre d'Enfouissement Technique de la vallée du M'Zab, et enfin identifier les méthodes de traitement, et de valorisation convenable.

Le présent rapport se compose des chapitres suivants :

- ✓ Le chapitre 1 fait un rappel sur la gestion des déchets, la classification et caractérisation des déchets solides urbains et les procédures de collecte et transport. En effet outre le traitement et valorisation et l'élimination de ces déchets qui sont dangereux pour l'environnement.
- ✓ Le chapitre 2 fait une succincte présentation de la wilaya de Ghardaïa, et leurs communes qui sont situées à la vallée du M'Zab, et les établissements de gestion des déchets.
- ✓ La troisième chapitre présente l'approche méthodologique dans laquelle nous présentons les étapes des activités pour mener à bien ce travail. On y trouvera la description des méthodes, approches définies pour l'atteinte des objectifs.
- ✓ Le dernier chapitre, le chapitre 4 fournit les résultats des activités et investigations ainsi que les commentaires y afférents.

CHAPITRE 01 :
Notions essentielles sur la
gestion des déchets

1.1. Définition des déchets :

Le rôle des définitions (et du vocabulaire) est particulièrement critique ; Plusieurs termes coexistent pour circonscrire la notion de déchet, certains relèvent plus de la langue familière, d'autres de la langue administrative.

Dans le langage courant, le terme déchet désigne une ordure, une immondice, une chute, un copeau et tout autre résidu rejeté par ce qu'il n'est plus consommable ou utilisable et donc n'a pas de valeur.

Que l'on soit simple citoyen, éboueur, fonctionnaire ou expert en environnement, les mots utilisés pour désigner un déchet varient, déchet ménager, détritus, poubelle, matière résiduelle, pelures, ordures, résidus, rebutes, immondices, débris, etc. (HUTCHINSON, 2007).

Ainsi, selon **la loi N° 01-19** du 12/12/2001 **article 3** de journal officiel de la république algérienne N°77 (2001), définit le déchet comme : "**Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, et plus généralement toute substance ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a obligation de se défaire ou de l'éliminer**".

D'après, (Anonyme, 2001) ; Les termes de "bien meuble" et "abandon" font appel à des notions de droit civil appartenant à la terminologie du droit des biens. Le terme "abandon" pourrait rattacher juridiquement le déchet "bien meuble" à la catégorie des "choses sans maîtres", choses volontairement délaissées par leur propriétaire.

Cependant, la notion de détenteur et la définition de l'abandon renvoient implicitement à la responsabilité du producteur et/ou du détenteur de déchets.

Aussi, derrière tout déchet surtout générateur de nuisances, se trouve une personne physique qui le produit ou le détient et qui en est responsable jusqu'à son élimination finale. Et ce même si le déchet n'est plus physiquement entre ses mains (Anonyme, 2001).

Pour (BERTOLINI, 1990), le déchet est défini « comme un produit dont la valeur d'usage et la valeur d'échange sont nulles pour son détenteur ou son propriétaire. Ce déficit en valeur économique tient du fait que le déchet n'est pas un produit rare, contrairement à l'air par exemple ».

Par ailleurs, pour le dictionnaire LAROUSSE, un déchet est un débris ou tous les restes sans valeur de quelque chose ou encore tout ce qui tombe d'une matière qu'on travail (exemple : un déchet radioactif).

C'est donc toute substance ou objet dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire, il porte atteinte à l'environnement.

1.2. Classification des déchets :

1.2.1. Selon la nature :

Pour (MATE, 2003), la classification des déchets selon leur nature physique présente en trois (03) catégories :

- Déchets solides : ordures ménagères, emballages, gravats, etc.
- Déchets liquides : huiles usagés, peintures, rejet de lavage, etc.
- Déchets gazeux : biogaz, fumées d'incinération, etc.

1.2.2. Selon leur origine :

1.2.2.1. Déchets urbains :

Tous déchets issus des ménages, déchets de commerce et de l'industrie assimilables aux déchets ménagers, déchets encombrants, déchets verts (greffage des arbres, espaces verts), déchet de nettoyage des voies publiques, déchets hospitaliers, la collecte de ces déchets doit être assurée par les collectivités (ABDERREZAK, 2000).

- **Déchets urbains communaux :**

Déchets ménagers (ordures ménagères, déchets encombrants, déchets collectés sélectivement) et déchets de composition analogue produits par les entreprises qui font l'objet d'une collecte publique, ainsi que les déchets issus des administrations communales.

- **Déchets urbains des entreprises :**

Déchets de composition analogue aux déchets ménagers produits par les entreprises et qui font l'objet d'une collecte privée.

1.2.2.2. Déchets industriels :

(NAGHEL, 2003), évoque que l'ensemble des déchets industriels doivent être éliminés par leurs producteurs industriels, artisans, commerçants, ils sont classés en 04 catégories :

- **Déchets industriels banals (DIB) :**

Son assimilables aux ordures ménagères et relevant du même type de traitement : il s'agit principalement d'emballages usagés, de chutes de productions industrielles et de déchet d'activités et commerciales comme ferrailles, métaux non ferreux, papiers-cartons, verre, textiles, bois, plastiques, etc.

- **Déchets industriels spéciaux (DIS) :**

Ce type de déchets comprenant des substances toxiques qui nécessitent une collecte et un traitement particulier comme les mâchefers, les aérosols, produits de jardinage, produits de bricolage, thermomètre au mercure.

- **Déchets inertes (DI) :**

Composés déblais, gravats, matériaux de démolition produit par les entreprises de travaux publics.

- **Déchets agricoles :**

L'activité agricole peut générer trois (03) types de déchet :

- Des résidus de l'industrie agroalimentaire.
- Des déchets de cultures.
- Des déjections animales de l'élevage.

1.2.3. Selon leur danger :

- **Déchets dangereux :**

D'après (BALET, 2016) le déchet dangereux est défini comme un déchet qui présente une ou plusieurs des propriétés de dangers énumérées. Ce sont des déchets qui contiennent en quantités variables des éléments toxiques pour la santé humaine et/ou l'environnement. Cette qualité ne présume pas de leur origine, qui peut être domestique, industrielle ou agricole.

- **Déchets non dangereux :**

Les déchets non dangereux sont définis par défaut par rapport aux précédents comme étant ceux qui ne présentent aucune des propriétés qui rendent un déchet dangereux.

- **Biodéchets :**

Au sein des déchets non dangereux, cette nouvelle catégorie a été récemment définie : « tout déchet non dangereux biodégradable de jardin ou de parc, tout déchet non dangereux alimentaire ou de cuisine issue notamment des ménages, des restaurants, des traiteurs ou des magasins de vente au détail, ainsi que tout déchet comparable provenant des établissements de production ou de transformation de denrées alimentaires » (BALET, 2016).

- **Déchets dits « inertes » :**

Les déchets dits « inertes » font partie des déchets non dangereux, mais sont classés séparément et définis par la négative : ne brûlent pas, ne se décomposent pas, ne produisent aucune réaction ni chimique ni physique, ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas les matières avec lesquelles ils entrent en contact d'une manière susceptible d'entraîner des atteintes à l'environnement ou à la santé humaine. Il s'agit presque exclusivement de déchets minéraux, issus essentiellement du secteur du BTP. Mais attention : tous les minéraux ne sont pas inertes ! À noter aussi qu'un déchet non dangereux n'est pas nécessairement inerte (BALET, 2016).

1.2.4. Selon la législation Algérienne :

La loi N° 01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets arrête les définitions de six grandes familles de déchets (Annexe 1), qui sont :

- **Déchets ménagers et assimilés (DMA).**
- **Déchets encombrants.**
- **Déchets spéciaux (DS).**
- **Déchets spéciaux dangereux (DSD).**
- **Déchets d'activité de soin (DAS).**
- **Déchets inertes (DI).**

- **Déchets radioactifs :**

Ainsi, le décret présidentiel N° 05-119 du 11/04/2005 relatif à la gestion des déchets radioactifs a mis en évidence la notion des déchets radioactifs qui représentent les matières contenant ou contaminée par des radioéléments à des concentrations ou activités supérieures aux limites d'exemption et pour laquelle aucune utilisation n'est prévue.

- **Déchets ultimes :**

La réglementation algérienne n'a pas traité les déchets ultimes. Selon la réglementation française les déchets ultimes sont les déchets résultants ou non du traitement d'un déchet et qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économique du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant et dangereux, cette définition est par nature, instable dans le temps (BALET, 2008).

Pour le déchet ultime du futur ce n'est plus celui d'aujourd'hui, car la notion de déchet ultime évoluera selon le progrès des procédées de traitement des déchets (AUGRIS, 2002).

1.3. Caractérisation des déchets solides urbains :

1.3.1. Composition des déchets :

Les déchets solides urbains sont constitués principalement de putrescibles, plastiques, papier, verre, métaux, restes de vêtements, ameublement, et de déchets de jardin, cadavres d'animaux, déchets de travaux de construction...etc.

Selon (GIZ, 2014), La partie organique fermentescible, représentent plus de **60%** de la masse totale des déchets.

Tableau 1 : Composition des déchets en Algérie

| Type de déchet | Pourcentage (%) |
|----------------|-----------------|
| Organiques | 62,1 |
| Papier/Carton | 9,4 |
| Plastiques | 12 |
| Métaux | 1,4 |
| Verre | 1,6 |
| Autres | 13,5 |

1.3.2. Propriétés physico-chimiques des déchets solides urbains :

On caractérise les déchets par quatre (04) paramètres essentiels : la densité, le degré d'humidité, le pouvoir calorifique, le rapport des teneurs en carbone et azote (C/N).

1.3.2.1. Densité :

La connaissance de la densité est d'une grande importance pour le choix des moyens de collecte et de stockage. Toutefois comme les déchets sont compressibles, la densité n'a un sens que si on définit les conditions dans lesquelles on la détermine. C'est pourquoi on peut avoir une densité en poubelle, une densité en benne, une densité en décharge, une densité en fosse, etc. La densité en poubelle est mesurée en remplissant les ordures fraîches dans un récipient de capacité connue sans tassement.

1.3.2.2. Degré d'humidité :

Les ordures renferment une suffisante quantité d'eau variant en fonction des saisons et le milieu environnemental. Cette eau à un grade influence sur la rapidité de la décomposition des matières qu'elles renferment et sur le pouvoir calorifique des déchets.

1.3.2.3. Pouvoir calorifique :

Le pouvoir calorifique est défini comme la quantité de chaleur dégagée par la combustion de l'unité de poids en ordures brutes. Il s'exprime en kilojoules par kilogramme d'ordures (**kJ/kg**) ou en kilocalories par kilogramme (**kcal/kg**) ou en thermies par tonne (**th/t**).

1.3.2.4. Rapport des teneurs en carbone et azote (C/N) :

Le rapport (C/N) a été choisi comme critère de qualité des produits obtenus par le compostage des déchets. Il est d'une grande importance pour le traitement biologique des déchets, car l'évolution des déchets en fermentation peut être suivie par la détermination régulière de ce rapport. D'après (Tabet, 2001) les propriétés physico-chimiques des déchets urbains peuvent être décrites comme suit :

- **Densité moyenne : 0,25** tonne par mètre cube (**tonne/m³**)
- **Teneur en eau : 49,1%**
- **Pouvoir calorifique : 5800** kilojoules par kilogramme (**kJ/kg**) de déchets.

1.4. Généralités sur la collecte et le transport des déchets solides urbains :

La collecte de déchets solides est l'opération de ramassage et de transport des déchets dans des conditions hygiéniques. Suivant les pays et la nature des déchets, il existe plusieurs modes de collectes.

1.4.1. Modes de collecte :**1.4.1.1. Collecte porte-à-porte :**

Se fait en général au moyen de camions-poubelles, qui se rendent à chaque point de production (maisons, locaux commerciaux, restaurants, etc.) de déchets déposés devant les portes et ramassés à jours fixes.

1.4.1.2. Collecte par apport volontaire :

C'est un mode d'organisation de la collecte dans lequel l'utilisateur ne dispose pas d'un contenant qui lui soit affecté en propre. La collectivité met à la disposition des usagers un réseau de contenants réparti sur le territoire (déchèterie, voie publique, parking, centres commerciaux, etc.) et accessible à la population.

1.4.2. Types de collecte :**1.4.2.1. Collecte en mélange :**

C'est la collecte traditionnelle : sacs plastiques ou tous autres récipients (poubelles en forme de lessiveuse, cartons, petits containers, etc.) contenant des ordures non triées, ramassés à jours fixes.

1.4.2.2. Collecte sélective :

Mode de récupération des matières résiduelles pour en favoriser la mise en valeur. La collecte sélective procède par apport volontaire à un point de dépôt (point de vente, conteneur, déchetterie) ou de porte-à-porte ; et demande la collaboration des habitants et ainsi le recyclage de quelques articles tels que : verre, plastique, papier, métaux, etc.

1.4.2.3. Collecte par consignation :

La consignation des emballages, c'est à dire la collecte par retour au distributeur en vue du réemploi ou du recyclage.

1.4.3. Aperçu sur les moyens de collecte et transport :**1.4.3.1. Poubelles :**

La poubelle est un récipient destiné à recueillir les déchets, pour éviter leur entassement. Elle est de forme et de tailles variées, selon l'objectif esthétique. Composée d'un système d'ouverture, le plus souvent à pédale, elle est dotée d'un couvercle pour éviter la propagation des mauvaises odeurs et cacher à la vue les détritrus. La poubelle se décline en différents matériaux : inox, plastique, acier, etc.

- **Poubelles d'intérieur :** se veulent à la fois pratiques et esthétiques. Dans la maison, chaque poubelle remplit une fonction précise.
- **Poubelles d'extérieur :** Dans la rue, pour la propreté de l'espace public, de nombreuses poubelles (conteneurs en surface, conteneurs enterrés, bacs roulants, etc.) sont installées et entretenues par la ville. Il existe deux types : les poubelles tout-venant et les poubelles de tri sélectif.
- **Sacs-poubelle :** Est un contenant souple en plastique destiné à recueillir les déchets ménagers, pour ne pas les mélanger et ne pas salir la poubelle : la poubelle reste, le sac part à la benne. Léger, il retient les odeurs grâce à un système de fermeture et assure ainsi une bonne hygiène. On trouve des sacs-poubelle de toutes dimensions et de qualités diverses.

1.4.3.2. Les animaux :

Les ânes et les chevaux sont utilisés pour transporter les déchets à travers les ruelles étroites; ou pour tirer d'une charrette.

1.4.3.3. Les charrettes (hippomobiles) :

La charrette est un moyen de transport constitué d'un plateau et de deux roues ; peut être équipée d'un ou de deux brancards qui permettent à un homme, à un ou deux chevaux ou à des bœufs de la tirer. On parle de charrette à bras quand celle-ci est poussée par un homme et non pas tirée.

1.4.3.4. Les camions :

- **Avec benne à ordures :** un véhicule spécifiquement conçu pour la collecte et le transport mécanique des ordures ménagères et des déchets volumineux. Il s'agit d'un des principaux outils modernes au service de la collecte et du ramassage des détritrus.
- **Avec benne tasseuse :** La benne équipée par un système de compactage permet d'évacuer les déchets en un seul usage, une grande quantité dans les meilleures conditions de transport.
- **Avec benne ampliroll :** L'ampliroll est conçu en adéquation avec la charge utile du camion, il dispose de son propre châssis destiné à porter le caisson par traction et levage.
- **Balayeur :** Ce camion utilisé pour balayage des routes, elle peut être aussi utilisée pour le lavage des bordures de routes.

1.4.4. Centre de collecte :

Une installation qui regroupe les déchets avant réexpédition vers des installations de traitement et d'élimination appropriées.

1.4.5. Déchetterie :

Lieu de dépôt principalement axé sur le recyclage. La déchetterie se distingue du centre de récupération en recevant non pas les matières récupérables tel qu'on l'entend généralement dans la collecte sélective, mais les déchets d'origine domestique non ramassés lors de la collecte habituelle incluant les déchets domestiques dangereux, les encombrants, les matériaux secs et autres.

1.4.6. Stations de transfert :

Ensemble d'installations et de moyens pour transférer les déchets d'un point à un autre plus distants : transport direct économiquement non rentable. Elles peuvent être dédiées au compactage des déchets solides avant leur acheminement vers les sites d'élimination éloignés. De petits véhicules de transport apportent les déchets vers ces stations et les transfèrent sur des véhicules plus grands qui peuvent donc assurer le transport de volumes de déchets importants sur des distances plus élevées.

1.5. Méthodes de traitement et valorisation et d'élimination des déchets solides urbains :

Les déchets, c'est une véritable marée qui va finir par nous noyer. Leur recyclage nous coûte cher. Un objet qu'on jette négligemment va polluer parfois bien longtemps après qu'on ne soit plus de ce monde. Voici une sélection d'objets ou produits avec leur durée de vie « naturelle » : en combien de temps se dégrade-t-il sans intervention extérieure, dans la nature (Tableau 2).

Le traitement des matières valorisables contribue positivement à la diminution de la quantité des déchets évacués vers la décharge ; cela permet une économie substantielle des matières premières.

Tableau 2 : Durée de décomposition de quelques déchets ménagers (HUTCHINSON, 2007).

| Type de déchet | Durée de vie décomposition |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| Mouchoir en papier | 3 mois |
| Ticket de bus | de 3 à 4 mois |
| Journal | de 3 à 12 mois |
| Pelures de fruit | de 3 mois à 2 ans |
| Allumette | 6 mois |
| Chaussette en laine | 1 an |
| Mégot de cigarette | de 1 à 5 ans |
| Chewing-gum | 5 ans |
| Planche de bois | de 13 à 15 ans |
| Boite de conserve | de 10 à 100 ans |
| Briquet jetable | 100 ans |
| Canette en aluminium | de 200 à 500 ans |
| Sac en plastique | 450 ans |
| Bouteille en plastique | de 100 à 1000 ans |
| Fil de pêche en filet en nylon | 600 ans |
| Polystyrène expansé | 1000 ans |
| Bouteille en verre | Quasi illimitée |

Les Méthodes de valorisation de déchets sont classées d'après les critères suivants :

- Nature de la fraction valorisable ;
- Procédé principal mis en œuvre ;
- Objectif de la valorisation.

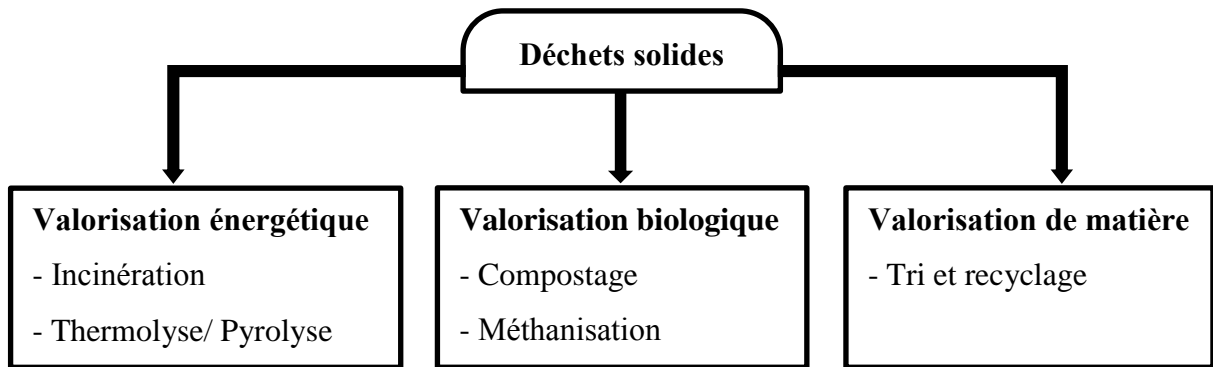


Figure 1 : Quelques méthodes de valorisation des déchets.

1.5.1. Tri et recyclage :

Effectuer selon la nature de déchets (plastiques, verres, papiers, métaux, etc.) avant leur recyclage. Il existe deux modes de tri, à la source, et au centre de tri :

- **Tri à la source :** Opération de séparation des différents flux de déchets par les consommateurs (producteurs de déchets), au niveau de maisons, ou établissement, on parle ici de collecte sélective porte-à-porte, et collecte sélective par apport volontaire.
- **Centre de tri :** Installations qui permettent d'effectuer un tri industriel et un conditionnement des déchets ; les différentes catégories de déchets peuvent être séparées manuellement ou mécaniquement.

Il existe deux types recyclage, matière et organique :

- **Recyclage matière :** Opération visant à introduire aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins les matériaux provenant de déchets dans un cycle de production en remplacement total ou partiel d'une matière première vierge.
- **Recyclage organique :** Traitement aérobie ou anaérobie par des micro-organismes et dans des conditions contrôlées des parties biodégradables de déchets avec production d'amendements organiques (ou autres produits) stabilisés ou de méthane, ou épandage direct de ces déchets pour permettre leur retour au sol. L'enfouissement en décharge ne peut pas être considéré comme une forme de recyclage organique.

1.5.2. Incinération :

Élimination des déchets par combustion dans un équipement destiné principalement à cette fin. Ce mode de destruction par le feu permet de réduire fortement le volume et le poids de résidu en les transformant en gaz, en chaleur et en matériaux inertes (cendres et mâchefers).

1.5.3. Thermolyse (Pyrolyse) :

Selon (BALET, 2008) La thermolyse est un procédé de traitement par la chaleur (450 à 2000 °C) en l'absence d'air. Elle est applicable aux matières organiques qu'elle permet de décomposer en trois parties : un résidu solide (composé de cendres, minéraux et carbone), un résidu liquide huileux et un gaz chaud.

Tableau 3 : Exemple de comparaison entre l'incinération et la thermolyse (BALET, 2008).

| | Incinération | Thermolyse |
|------------------------------------|--|--|
| Principe | Éliminer les déchets en les brûlant | Décomposer les déchets en les chauffant |
| Taille du gisement | 150 000 t/an | < 50 000 t/an |
| Risques de pollution | Volume important de fumées polluées, dioxine | Peu de fumées, risque réduit de formation de dioxine |
| Installations | Grandes unités, à l'écart des habitations | Taille modeste, à proximité des habitations |
| Coût si petite installation | Élevé | Compétitif |
| Production valorisable / | Énergie, mâchefers, REFIOM (±) | Résidu carboné (combustible) |

1.5.4. Compostage :

Méthode de traitement biologique qui consiste à utiliser l'action de microorganismes aérobies pour décomposer sous contrôle (aération, température, humidité) et de façon accélérée les matières organiques en vue d'obtenir un amendement organique, biologiquement stable, hygiénique et riche en humus, qu'on appelle compost.

1.5.5. Décharge contrôlée :

C'est un procédé relativement simple, qui ne nécessite pas d'infrastructures importantes. Cette option peut être utilisée comme mode de traitement unique ou comme solution de secours de complément des autres procédés.

1.5.6. Enfouissement :

Opération qui consiste, dans un milieu limitant les risques de contamination, à compacter les déchets par couches de deux mètres de hauteur, puis à les recouvrir d'au moins 15 cm de terre.

Tableau 4 : Principales nuisances sur l'environnement

| Nature des nuisances | Origines | Impacts |
|--------------------------------|--|---|
| Envois | Papiers, plastiques et feuilles | Pollution du milieu naturel |
| Odeurs | Déchets, fermentation et biogaz | Désagréments pour le personnel et les riverains |
| Poussières | Circulation des véhicules | Désagréments pour le personnel |
| Animaux | Attrait nutritif des déchets | Transport de maladies, atteinte à la chaîne alimentaire |
| Incendies et explosion | Imprudences, Accumulation de biogaz | Danger pour le personnel |
| Pollution des sols et des eaux | Infiltration du lixiviat | Dégradation milieu naturel |
| Risques sanitaires | Toxicité des déchets organismes pathogènes | Maladies (cancers de l'estomac et des poumons) |

Le centre d'enfouissement technique (CET) est un ensemble de casiers divisés en alvéoles, indépendants sur le plan hydraulique et entourés de digues étanches. Le lixiviat est récupéré, traité par lagunage et envoyé en station d'épuration ; le biogaz est stocké et traité par un processus permettant d'utiliser au mieux l'énergie.

Selon (FAURIE & al, 2006), on distingue trois (03) types 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.

Les flux entrant dans la décharge correspondent à l'entrée d'eau ainsi qu'à l'apport de déchets durant le remplissage. L'eau, élément ayant la plus grande influence sur l'évolution des déchets, est issue de trois sources principales :

- Le ruissellement arrivant à la décharge (paramètre dépendant de la conception et de la gestion du site),
- Des précipitations (paramètre dépendant de la climatologie et de la gestion du site)
- L'eau constitutive des déchets (paramètre dépendant des habitudes et du niveau de vie de la population).

Le flux sortant correspond au lixiviat et au biogaz.



Figure 2 : Flux entrant et sortant sur une décharge

1.5.6.1. Production du Lixiviat (Jus des poubelles) :

Le lixiviat est défini comme étant l'eau qui percole à travers les déchets en se chargeant bactériologiquement et chimiquement de substances minérales (Sels minéraux, métaux lourds, etc.) et organiques (huiles organiques, hydrocarbures, etc.) c'est « le jus des poubelles ». La composition des déchets enfouis, leur degré de décomposition, leur taux d'humidité et l'âge de la décharge sont les principaux paramètres influençant la composition du lixiviat. La production massive de celui-ci engendre des risques de pollution des sols, des rivières et des nappes

phréatiques, Il est donc nécessaire de le collecter et de le traiter avant son rejet dans le milieu naturel. La composition chimique de lixiviat varie fortement selon le type de déchet enfoui (déchets biodégradables ou non biodégradables, organiques ou inorganiques, toxique ou écotoxique ou pas). Le lixiviat est généralement caractérisé par les paramètres comme le pH, la conductivité, l'azote global (forme ammoniacale majoritaire), la DBO, la DCO et leurs contenus en métaux et métalloïdes toxiques ou indésirables. La DBO et la DCO sont les paramètres qui indiquent la concentration en matière organique.

1.5.6.2. Production du gaz de décharge :

Le gaz de décharge est composé de **biogaz**, d'**air** et de **composés organiques volatils**. La proportion entre ces gaz est étroitement liée à la nature des déchets stockés, à leur vitesse de dégradation, aux modes d'exploitation du site. Le gaz de décharge contient de 60 à 95 % de biogaz, 5 à 40 % d'air, et 0,05 à 0,5 % de composés organiques volatils (ADEME, 2001).

- **Le biogaz :**

Il provient de la fermentation anaérobie de la matière organique. Il est composé principalement de méthane et de gaz carbonique, généralement saturé en vapeur d'eau. Il contient également, à de faibles concentrations d'autres gaz issus de la fermentation, tels que de l'hydrogène sulfuré [H₂S], de l'ammoniac [NH₄], de l'hydrogène [H₂], des mercaptans [composés organiques soufrés...], etc.

Tableau 5 : Composition du biogaz

| Composition | Caractéristiques | Teneur |
|--------------------------------------|--|----------|
| Méthane : CH ₄ | Inodore et incolore. Principal gaz à effet de serre. | 50 à 70% |
| Dioxyde de Carbone : CO ₂ | Inodore et incolore. Gaz à effet de serre. | 30 à 50% |
| Hydrogène H ₂ | | 0 à 5% |
| Azote N ₂ | | 0 à 3% |
| Oxygène O ₂ | | 0 à 3% |
| Eau H ₂ O | | 0 à 6% |
| Hydrogène sulfureux H ₂ S | Hautement toxique, détectable grâce à son odeur caractéristique « d'œuf pourri ». Détectable à l'odorat à partir de 0,7 ppm. Inhibition de l'odorat à partir de 150 ppm. Mort à partir de 712 ppm. | 0 à 2% |
| Mercaptans (thiols R-SH) | Malodorants et souvent toxiques | Traces |

Le biogaz est loin d'être du méthane pur. Mais après tout, le gaz naturel qui sort de la terre ne l'est pas plus et doit être avant utilisation.

➤ **Le méthane CH₄ :**

Le méthane est l'un des principaux constituants du biogaz, c'est un gaz non détectable par l'odorat. Il est inflammable : entre 5% et 15% de concentration dans l'air environ le mélange gazeux est explosif.

➤ **Le gaz carbonique CO₂ :**

Il est plus lourd que l'air et il s'accumule en partie basse des locaux. Il n'est ni toxique par lui-même, ni inflammable. Par contre, une concentration élevée en CO₂ se traduit par une faible concentration en oxygène, d'où un risque d'asphyxie : pour les humains, ainsi que pour les racines des végétaux en cas de migration de gaz dans les sols.

➤ **L'hydrogène sulfure H₂S et mercaptans :**

L'hydrogène sulfuré [H₂S] est un gaz plus lourd que l'air. Il tend donc à s'accumuler en partie basse de locaux peu ventilés. Hautement toxique, il est reconnaissable à son odeur caractéristique dite (d'œuf pourri).

Les mercaptans sont des composés organiques soufrés qui sont également très malodorants et souvent toxiques.

La concentration en H₂S dans le gaz de décharge varie fortement entre les sites. Elle diminue également dans le temps. A une certaine concentration l'H₂S est dangereux pour l'homme, il provoque des nausées, des céphalées, vomissements, etc. outre ces malaises il affecte le système nerveux central et peut provoquer la mort (ADEME, 2001).

La décomposition de la matière organique se fait en plusieurs étapes. Ainsi, la composition du biogaz évolue au cours du temps (Figure 3).

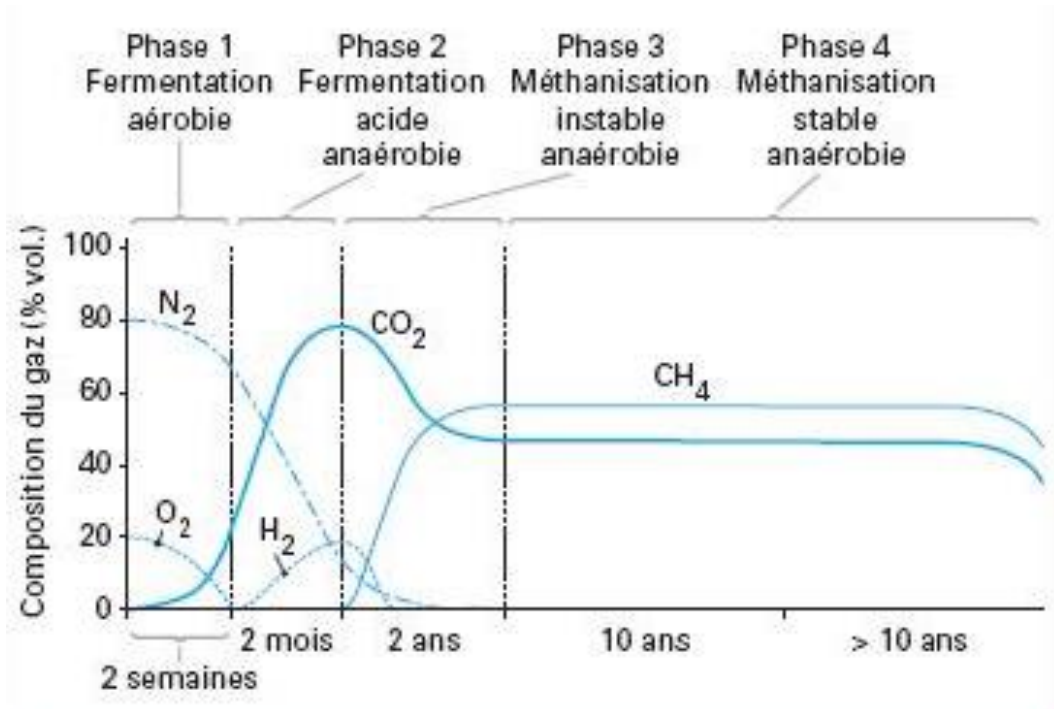


Figure 3 : Evolution de la composition du biogaz au cours du temps (BILLARDS, 2000).

Phase 1 : fermentation aérobie (5 à 15 jours). L'oxygène de l'air est consommé. La matière organique se décompose en CO_2 sous l'effet des bactéries et des micro-organismes présents.

Phase 2 : fermentation acide anaérobie (2-3 mois). Une fois que tout l'oxygène a été consommé, la fermentation entre en phase anaérobie. La production de H_2 et de CO_2 est maximum. Les graisses, les protéines et la cellulose sont dégradées par des bactéries acidogènes et des levures.

Phase 3 : Méthanisation instable anaérobie (environ 2 ans). La méthanogénèse commence à s'installer avec le développement de bactéries méthanogènes, mais elle est encore instable. La concentration en CH_4 augmente progressivement.

Phase 4 : Méthanisation stable anaérobie (plusieurs années). Les conditions sont stables, le rapport CH_4/CO_2 reste constant (souvent compris entre 1,2 et 1,5). La production de biogaz va atteindre un maximum puis décroître.

Quand la production de biogaz va devenir très faible, de l'air va à nouveau pouvoir entrer dans le casier et ainsi achever la biodégradation des matières organiques restantes par fermentation aérobie.

• **L'air :**

Les systèmes de dégazage n'étant généralement pas totalement étanches, de l'air est introduit dans le gaz. L'air est aspiré via les parois des casiers (couverture perméable, parois, par les têtes de puits, ainsi qu'au niveau des défauts d'étanchéité des canalisations). Lorsque l'air passe par les parois, il traverse les déchets en fermentation et l'oxygène est consommé par les bactéries aérobies (ADEME, 2001).

• **Les composés volatils :**

Les déchets contiennent à l'état natif des composés volatils qui sont aspirés avec le biogaz de fermentation. En effet le gaz de décharge contient des hydrocarbures, des composés halogénés (chlore, fluor). On trouve également des produits à base de silicium, formant la famille des siloxanes (Si_xH_y). Ces produits proviennent d'origines les plus diverses : bouteilles de gaz, peintures, solvants, fréons de réfrigérateurs, lessives, des matériaux constitutifs des canalisations de gaz, etc. La plupart de ces produits sont des composés organiques volatils (COV) (ADEME, 2001).

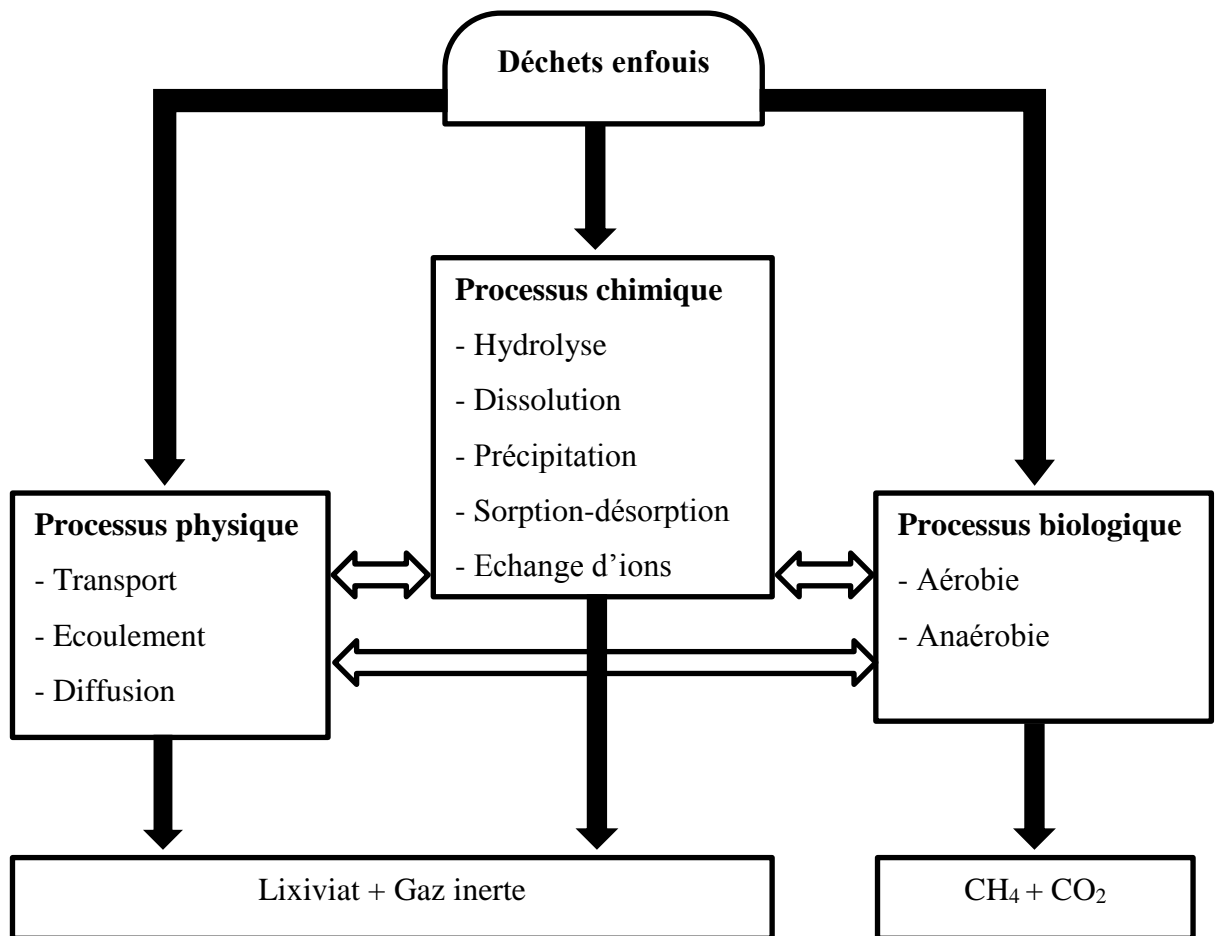


Figure 4 : Processus physique, chimique et biologique se développant dans les décharges

CHAPITRE 02 : **Généralité sur la région** **d'étude**

2.1. Présentation générale de la wilaya de Ghardaïa :

La Wilaya de Ghardaïa se situe au centre de la partie Nord de Sahara (Figure 5). Elle est issue du découpage administratif du territoire de **1984**. L'ensemble de la nouvelle Wilaya dépendait de l'ancienne Wilaya de Laghouat. Il est composé des anciennes Dairate de Ghardaïa, Metlili et El-Ménéa.

La Wilaya de Ghardaïa est limitée :

- Au Nord par la Wilaya de Laghouat (200 Km) ;
- Au Nord Est par la Wilaya de Djelfa (300 Km) ;
- A l'Est par la Wilaya d'Ouargla (190 Km) ;
- Au Sud par la Wilaya de Tamanrasset (1370 Km) ;
- Au Sud- Ouest par la Wilaya d'Adrar (400 Km) ;
- A l'Ouest par la Wilaya d'El-Bayadh (350 Km).

SITUATION DE LA WILAYA DE GHARDAÏA

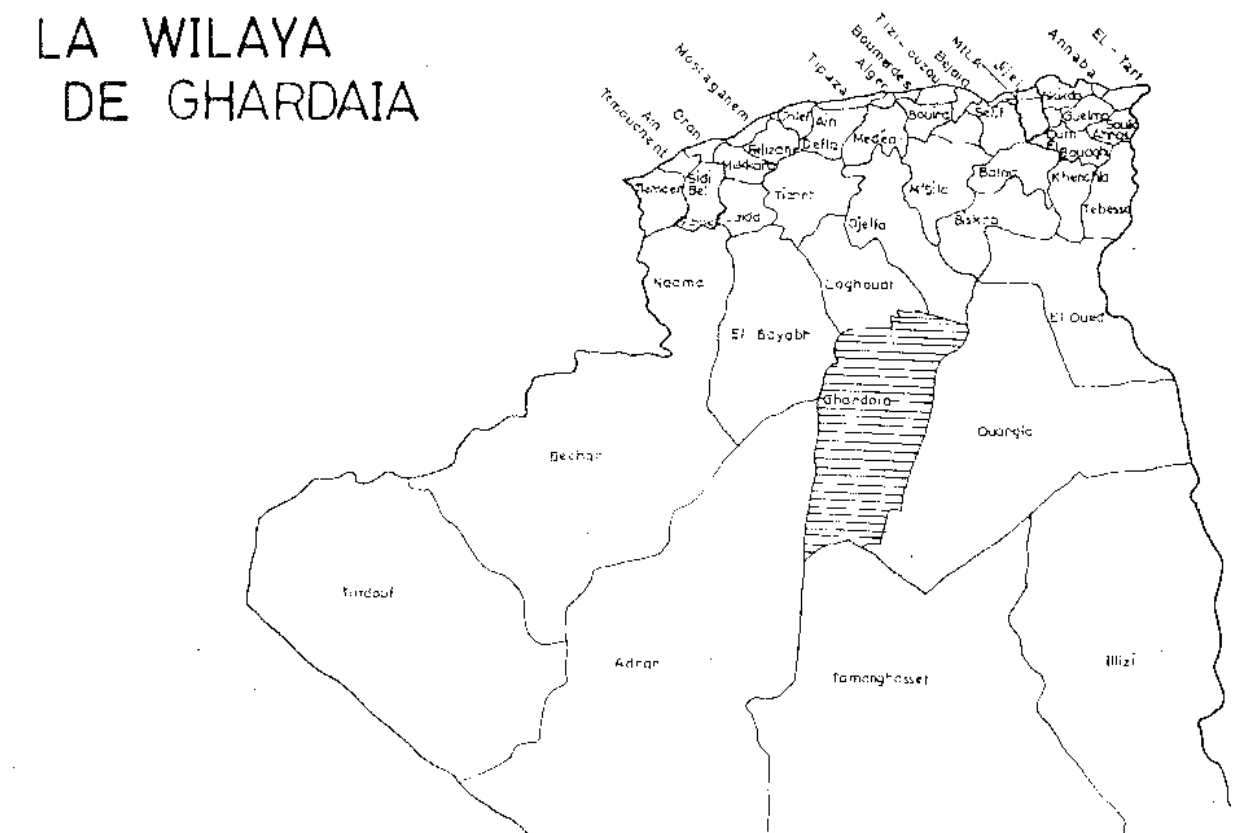


Figure 5 : Situation géographique de la wilaya de Ghardaïa

Selon (DPSB, 2014) La **population** totale de la Wilaya de Ghardaïa est estimée à la fin de l'année **2014** à **439000 habitants** contre **430563 habitants** en **2013**, soit une augmentation absolue de **8437** et un **taux d'accroissement** démographique dégressif de l'ordre de **1,96%** en **2014**. La Wilaya de Ghardaïa couvre une superficie de **84660,12 km²** (Figure 6), soit une **densité de peuplement** de **5,19 habitants/ km²**.

Tableau 6 : Densité de peuplement de la wilaya de Ghardaïa (DPSB, 2014)

| Communes | Superficies (Km ²) | Population (Habitants) | Densité de peuplement (Habitants/ Km ²) |
|----------------|--------------------------------|------------------------|---|
| Ghardaïa | 306.47 | 123569 | 403.20 |
| El-Ménéa | 23920.68 | 44887 | 1.88 |
| Daya | 2234.94 | 14027 | 6.28 |
| Berriane | 2609.8 | 35425 | 13.57 |
| Metlili | 5010.12 | 48701 | 9.72 |
| Guerrara | 3382.27 | 70237 | 20.77 |
| El-Atteuf | 717.01 | 18165 | 25.33 |
| Zelfana | 1946.23 | 11471 | 5.89 |
| Sebseb | 4366.82 | 3452 | 0.79 |
| Bounoura | 778.92 | 40712 | 52.27 |
| Hassi-El-F'hel | 6875.39 | 4552 | 0.66 |
| Hassi-El-Gara | 27698.92 | 20398 | 0.74 |
| Mansoura | 4812.55 | 3404 | 0.71 |
| Total | 84660.12 | 439000 | 5.19 |

Elle est caractérisée par des plaines dans le Continental Terminal, des régions ensablées, la Chebka et l'ensemble de la région centrale et s'étend du Nord au Sud sur environ 450 km et d'Est en Ouest sur environ 200 km.

Les Escarpements rocheux et les oasis déterminent le paysage dans lequel sont localisées les villes de la pentapole du M'Zab et autour duquel gravitent d'autres oasis (Berriane, Guerrara, Zelfana, Metlili et beaucoup plus éloignée au Sud El-Ménéa).

L'appartenance au milieu saharien et aride contrait fortement l'occupation de l'espace. L'implantation des villes s'est faite par rapport aux grands axes de circulation et aux oasis et leur développement a été étroitement lié aux conditions naturelles (eau, climat, relief ...).

Le couvert végétal est pauvre. La structure et la nature du sol ne sont pas favorables à l'existence d'une flore naturelle riche. La verdure est plutôt créée par l'homme. Cependant la région n'est pas dépourvue de végétation naturelle ; elle est rencontrée dans les lits d'oueds.

Du point de vue urbain, les agglomérations sont classées selon leur statut administratif, la taille (nombre d'habitants) et la localisation, par rapport aux axes principaux (la hiérarchie fonctionnelle). De ce fait on a :

- Ville d'importance nationale : GHARDAIA
- Villes d'importance régionale : GUERRARA, EL-MENEA, METLILI ET BERRIANE.
- Centres urbains d'importance locale : BOUNOURA, EL-ATTEUF, HASSI EL-GARA.

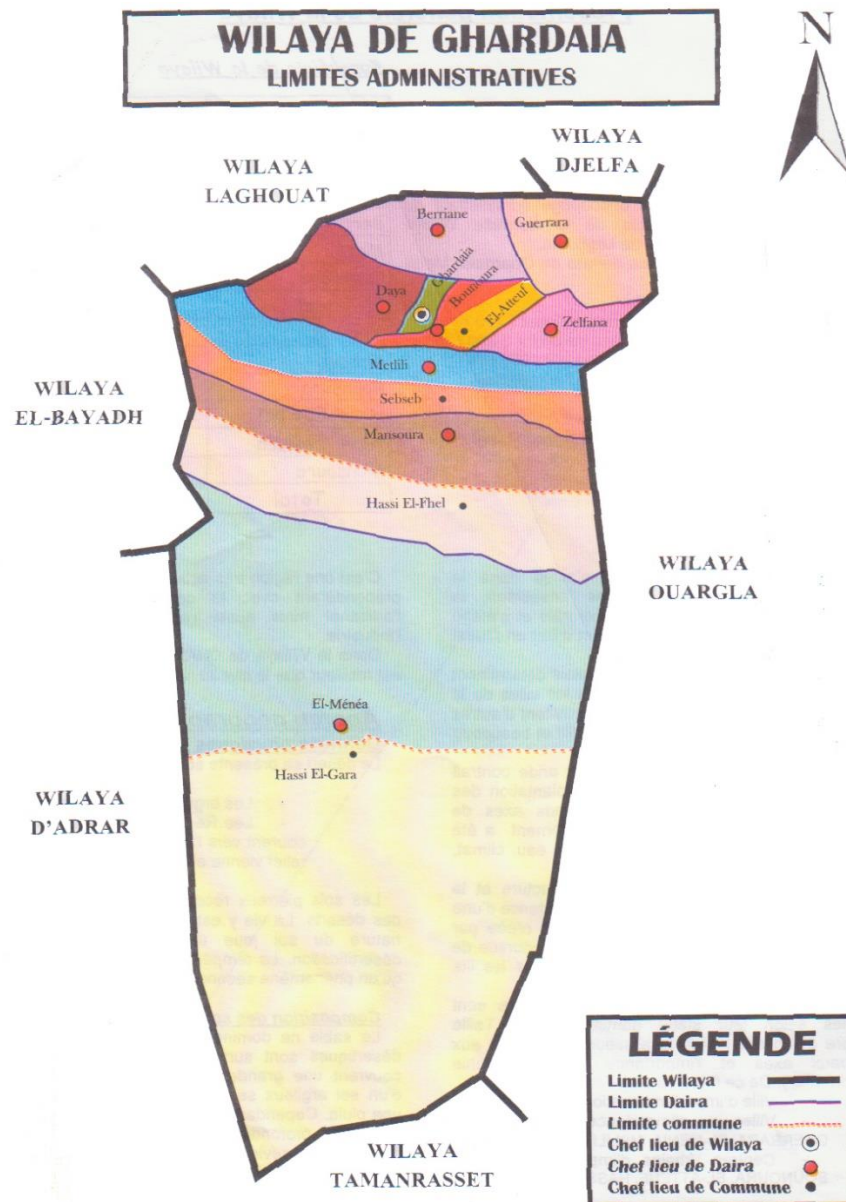


Figure 6 : Limites Administratives de la wilaya de Ghardaïa (BPSB, 2014)

2.2. Climatologie :

Le climat de la région de Ghardaïa est typiquement saharien, il se caractérise par deux saisons : une saison chaude et sèche (d'avril à septembre) et une autre tempérée (d'octobre à mars) avec une grande différence entre les températures de l'été et de l'hiver.

2.2.1. Température :

C'est le facteur le plus dominant dans les zones sahariennes. Elle joue le rôle le contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (RAMADE, 1984).

Les températures mensuelles, maxima et minima de la région de Ghardaïa Sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Moyennes des températures mensuelles de la région de Ghardaïa (2007-2016) (TUTTIEMPO, 2017)

| Mois | J | F | M | A | M | J | Jt | A | S | O | N | D | Moy m |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------|
| T_{min} °C | 6,8 | 7,8 | 10,8 | 15,1 | 19,4 | 24,2 | 28,2 | 27,7 | 23,4 | 17,9 | 11,2 | 7,3 | 16,68 |
| T_{max} °C | 17,7 | 18,9 | 22,7 | 28,0 | 32,6 | 37,8 | 41,5 | 40,6 | 35,7 | 29,4 | 22,0 | 17,6 | 28,71 |
| T_{moy} °C | 12,0 | 13,2 | 16,8 | 21,8 | 26,3 | 31,4 | 35,2 | 34,1 | 29,5 | 23,4 | 16,4 | 11,1 | 22,6 |

T_{min} : Température minimale, **T_{max}** : Température maximale, **T_{moy}** : Température moyenne, **Moy m** : Moyenne mensuelle

2.2.2. Pluviométrie :

Les déserts se caractérisent par des précipitations réduites, et un degré d'aridité d'autant plus élevé que les pluies y sont plus rares et irrégulières (RAMADE, 2003). Les pluviométries des régions désertiques et/ou les zones arides très irrégulières et inférieures à 100 mm par an (DAJOZ, 1982). Les précipitations sont moyennes dans une certaine mesure, elles présentent une irrégularité annuelle et mensuelle. Le cumul est d'environ 69.39 mm. Dans le Sahara septentrional la pluie tombe souvent pendant l'hiver, laissant une longue période estivale complètement sèche (VIAL et VIAL, 1974). La rareté et l'irrégularité des pluies sont les caractères fondamentaux de climat saharien. En effet le volume annuel des précipitations conditionne en grande partie les biomes continentaux (RAMADE, 1984).

Tableau 8 : Précipitations mensuelles de la région de Ghardaïa (2007-2016) (TUTTIEMPO, 2017)

| Mois | J | F | M | A | M | J | Jt | A | S | O | N | D | Moy m | Cumul |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----|------|-----|-------|-------|
| P (mm) | 9,0 | 2,8 | 8,6 | 5,5 | 2,9 | 3,1 | 1,4 | 2,7 | 11,3 | 11 | 6,15 | 4,7 | 5,78 | 69,39 |

P : Pluviométrie, **Moy m :** Moyenne mensuelle, **Cumul :** Cumul annuel

2.2.3. Humidité relative de l'aire :

Au niveau de la région de Ghardaïa, l'atmosphère présente en quasi permanence un déficit hygrométrique. L'humidité dépend de plusieurs facteurs, de la quantité d'eau tombée, du nombre de jours de pluie, de la température, des vents et de la morphologie de la station considérée (FAURIER et *al.*, 1980). Elle désigne la teneur en vapeur d'eau de l'air, exprimée paramètre cube (RAMADE, 2003).

Tableau 9 : Humidité relative mensuelles de la région de Ghardaïa (2007-2016) (TUTTIEMPO, 2017)

| Mois | J | F | M | A | M | J | Jt | A | S | O | N | D | Moy m |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| H (%) | 48,6 | 40,5 | 35,9 | 31,0 | 26,0 | 23,5 | 20,4 | 23,7 | 34,0 | 40,6 | 46,7 | 53,2 | 35,29 |

H : Humidité relative, **Moy m :** Moyenne mensuelle

2.2.4. Vents :

Le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant (RAMADE, 1984). La rigueur de climat est aggravée par les vents souvent violents de directions dominantes Nord-Ouest (**froid en hiver**) et Sud-Est (**sirocco- chaud en été**). Pour ce qui est du **Sirocco**, dans la zone de Ghardaïa on note une **moyenne annuelle de 11 jours/an** pendant la période qui va du mois de **Mai à Septembre** (DPSB, 2014).

Tableau 10 : Vitesse de vent mensuelles de la région de Ghardaïa (2007-2016) (TUTTIEMPO, 2017)

| Mois | J | F | M | A | M | J | Jt | A | S | O | N | D | Moy m |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|-------|
| V.V (m/s) | 16,8 | 10,9 | 12,7 | 11,7 | 12,5 | 12,2 | 10,2 | 9,7 | 11,0 | 10,0 | 10,5 | 10,7 | 11,59 |

V.V : Vitesse de vent, **Moy m :** Moyenne mensuelle

2.2.5. Hydrologie :

Dans le désert non seulement les précipitations sont rares et irrégulières mais l'évaporation est considérable et plus importantes que le niveau de précipitations.

Actuellement on utilise, sans compter les réserves d'eau fossile situées dans la couche géologique du continent intercalaire (nappe albienne).

Même au cœur du Sahara on peut assister à des phénomènes inhabituels comme des inondations. Durant certaines années exceptionnelles, comme au début du siècle passé ou en **1991**, en **automne 1994**, et en **Octobre 2008** de violentes **crues** ont déferlé sur la vallée en causant de sérieux dégâts.

L'exploitation de l'eau dans la vallée du M'Zab s'opérait le creusement progressif de certains puits traditionnels atteignant la nappe phréatique. Actuellement, l'alimentation en eau s'effectue par des forages de profondeur variable de **350** à **500** mètres puisant l'eau fossile de la nappe albienne (Continental intercalaire) dont les réserves sont estimées à **15000 milliards de mètres cubes**.

2.3. Synthèse des données climatiques :

La Synthèse climatique est basée sur le diagramme Ombrothermique de Gaussen et le Climagramme d'Emberger.

2.3.1. Digramme Ombrothermique de Gaussen :

Le digramme Ombrothermique de Gaussen permet de définir les mois secs (MUTIN, 1977). Gaussen considère que la sécheresse s'établit lorsque les précipitations totales exprimées en mm sont inférieures au double de la température exprimée en degrés Celsius ($P \leq 2T$) (DAJOZ, 1971). Ainsi le climat est sec quand la courbe des tempéra descend au-dessous de celle des précipitations et il est humide dans le cas contraire. (BAGNOULS et GAUSSEN, 1953 ; DREUX, 1980).

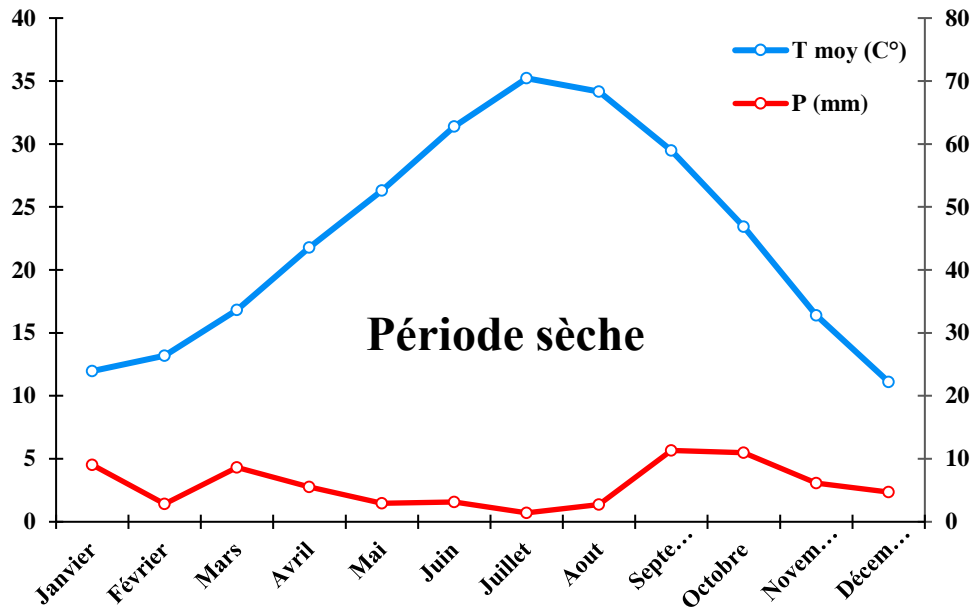


Figure 7 : Digramme ombrothermique de Gausson pour la région Ghardaïa (2007-2016) (TUTTIEMPO, 2017)

Les températures moyennes mensuelles sont très variables, basses en hiver surtout aux mois de Décembre, Janvier, et Février avec respectivement 11,11°C, 11,96°C et 13,20°C les plus basses température favorisent les gelées fréquentes en cette période ; par contre en Juin Juillet et Aout, les températures moyenne mensuelle sont élevées avec respectivement 31,38°C ; 35,22°C ; 34,17°C l'influence de température élevées se traduit par le dessèchement des plantes herbacées en dehors des zones irrigation.

2.3.2. Climagramme d'Emberger :

Le Climagramme d'Emberger permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude. Nous avons utilisé la formule de Stewart (STEWART, 1969) adapté pour l'Algérie, qui se présente comme suit :

$$Q_2 = \frac{3.43 \times P}{(M - m)} \dots\dots\dots(1)$$

Q₂: Quotient pluviométrique d'Emberger ;

P: Pluviométrie moyenne annuelle exprimée en mm ;

M: Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud exprimée en °C ;

m: Moyenne des températures minimales du mois le plus froid exprimée en °C.

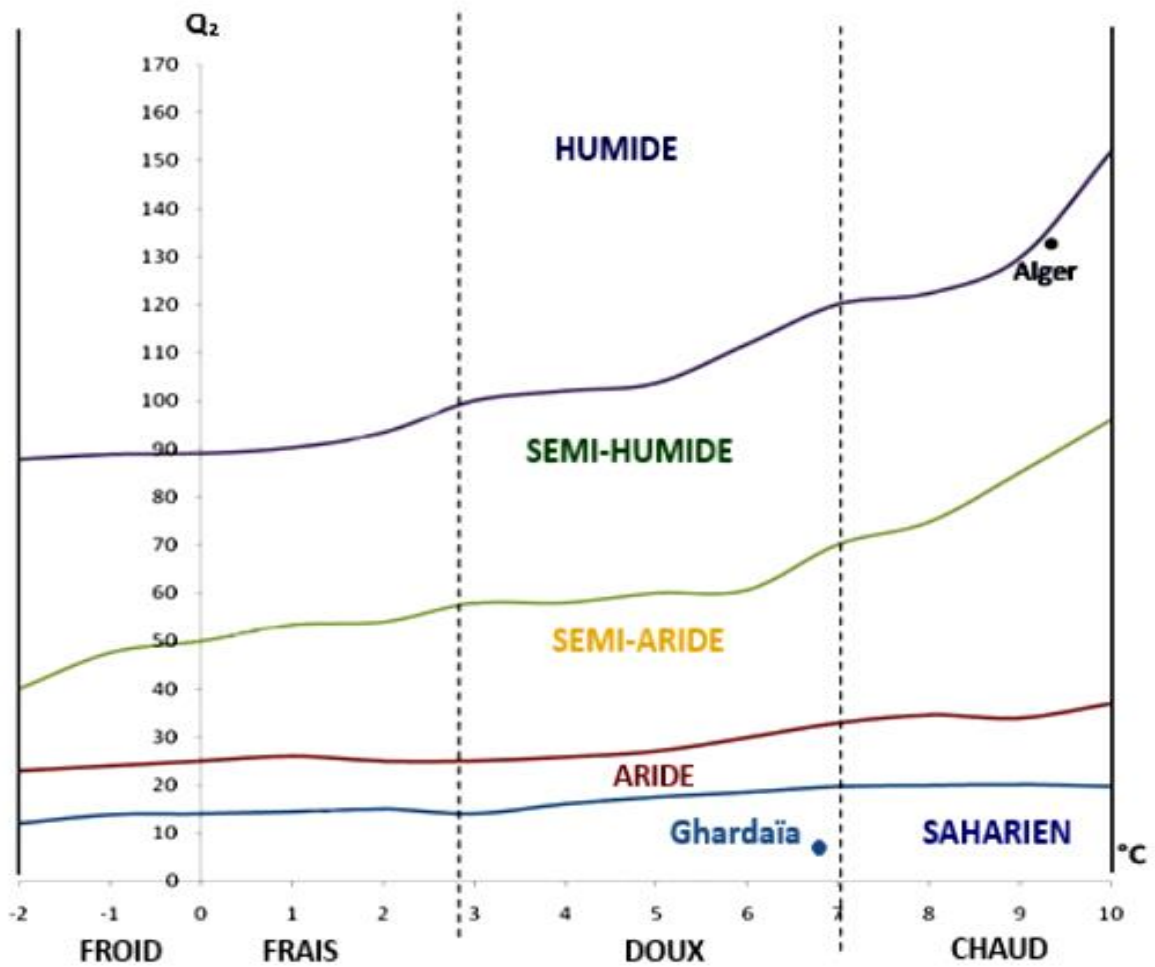


Figure 8 : Etage bioclimatique de Ghardaïa selon le climagramme d'Emberger (2007-2016) (TUTTIEMPO, 2017)

$$Q_2 = \frac{3.43 \times 69.39}{(41.49 - 6.80)} = 6.86$$

2.4. Cadre physique :

La région étudiée s'intègre dans la partie septentrionale de la plate-forme saharienne. Elle présente à l'affleurement une bande de terrains d'âge Crétacé supérieur d'une largeur moyenne de **90 km** et une longueur de **100 km** d'orientation générale Nord-Sud. Elle est délimitée au Sud-Ouest par le Grand Erg Occidental, au Sud-Est par la dépression de l'Oued Hya-Rhir et se termine au Nord aux environs de Tirlhemt (région des Daya), au-delà de laquelle les dolomies du Crétacé supérieur disparaissent sous une couverture de terrains Mio-Pliocènes ou bien sont recouvertes par les calcaires de la Hamada (Figure 9).

Au Nord-Ouest des affleurements Crétacé supérieur de la Chebka du M'Zab, sur une Hamada calcaire, s'étend la région de Hassi R'Mel proprement dite (AZIZ & al, 2004).

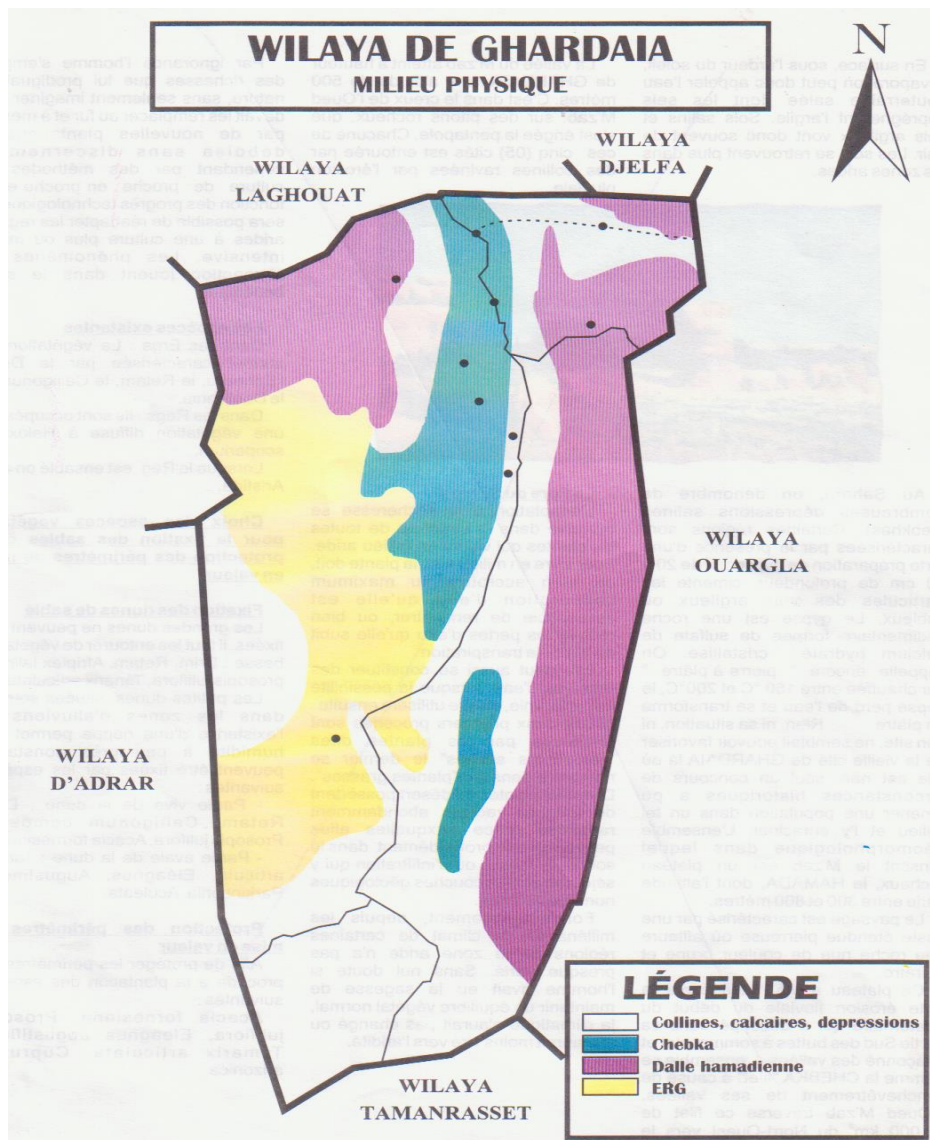


Figure 9 : Milieu physique de la wilaya de Ghardaïa (DPSB, 2014)

2.5. Vallée du M'Zab :

Les communes de **Daya** en amont de la vallée du M'Zab, et **Ghardaïa**, **Bounoura** au centre, et **El-Atteuf** en aval, ces quatre (04) communes, totalisent une **population** de **196473 habitants**, représentant **44,75%** de la **population totale** ; et totalisent une **superficie** de **4037,34 Km²**, représentant **5%** de la **superficie totale** de la wilaya ; où la **densité de peuplement** de ces quatre (04) communes égales à **48,66 habitants/ Km²**.

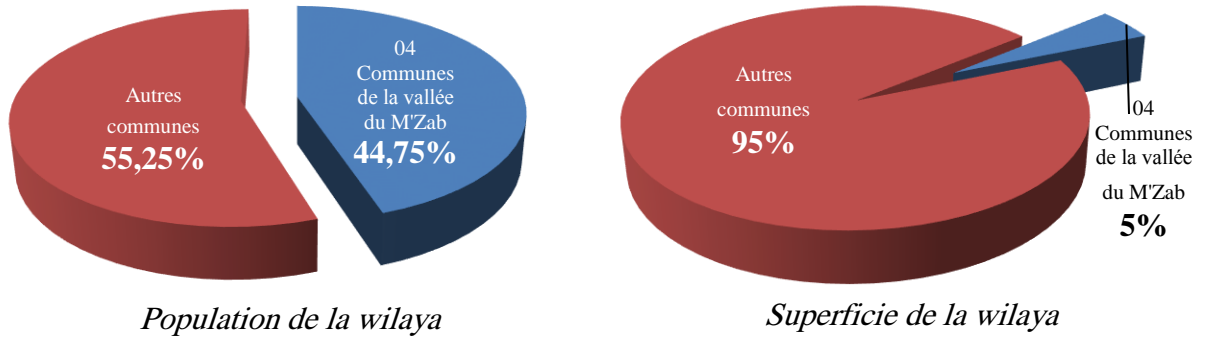


Figure 10 : Répartition de population et superficie des communes de la vallée du M'Zab

Le classement de la **vallée du M'Zab** sur la **liste du patrimoine mondial** concerne tout autant l'ensemble historique, urbanistique et architectural que sont les villes de Beni Izguen, Bou Noura et Melika, que les palmeraies et l'économie du système de captage des eaux.

Le classement **UNESCO** en **1971**, a été précédé de la création de l'Atelier d'études et restauration de la vallée du M'Zab qui a pour mission d'étudier la révision ou l'établissement de nouveaux plans urbanisme directeur et de détail dans le cadre de la sauvegarde, du développement et de la mise en valeur du site.

2.6. Description du mode de gestion des déchets solides et du CET :

À partir des années 70, des réunions et conférences sont tenues (conférence de Stockholm en 1972 et celle de Rio en 1992). Les concepts de développement durable, préservation de la nature, droit des générations futures ... sont alors de plus en plus ancrés dans l'esprit des consommateurs et législateurs dans ce monde moderne mais qui se soucie de plus en plus de leur environnement. Le déchet tend à devenir un produit de valeur, une matière première qui rentre progressivement dans un cycle de récupération et de recyclage (la bourse de certains déchets est déjà une réalité). Dans cette nouvelle optique, les déchets produits ne sont pas des déchets et le meilleur déchet c'est celui qui n'est pas produit.

2.2.1. Gestion des déchets solides :

D'après (CHENANE, 2008) La gestion des déchets solides urbains obéit à plusieurs principes qui sont retenus dans le cadre d'une gestion intégrée et durable repris dans l'agenda 21.

- **Principe de prévention** : La priorité à la réduction des déchets de leur nocivité par le recours aux technologies propres et aux techniques réduisant la nocivité et la quantité des déchets.
- **Principe de polluer payeur** : L'obligation générale de prise en charge, à leur frais, de la collecte et du traitement des déchets par ceux qui les ont générés dans le respect de l'environnement.
- **Principe de valorisation** : Dans le cas des pays européens par exemple, les directives actuelles imposent aux Etats de promouvoir d'abord la valorisation des déchets, l'élimination ne devant intervenir que pour les déchets qui ne sont plus susceptibles de valorisation à un coût économique raisonnable.
- **Principe de proximité** : La limitation des mouvements des déchets, la gestion moderne des déchets (intégrée) est donc basée sur les principes suivants :
 - La production des déchets doit être réduite dans les limites économiques acceptables ;
 - La récupération et la valorisation des déchets doivent être pratiquées dans les limites de la rentabilité ;
 - Les déchets qui ne peuvent pas être évités ni récupérés sans coût prohibitif doivent être éliminés de façon à ne pas causer de nuisance à l'environnement ;
 - Parmi les méthodes existantes pour éliminer les déchets, on doit choisir la moins nocive à l'environnement ;
 - Toute élimination de déchets bruts qui risque de dégrader le milieu naturel doit être évitée si possible par un prétraitement avant décharge.

Le programme national de gestion intégrée des déchets municipaux (PROGDEM) vise à éradiquer les pratiques actuelles des décharges sauvages et à organiser la collecte, le transport et l'élimination des déchets dans des conditions garantissant l'innocuité de l'environnement et la préservation de l'hygiène du milieu.

Les quatre (04) communes de la vallée des M'Zab, influencée par des facteurs tels que l'urbanisation croissante, renforcée par une forte démographie et une industrialisation de plus en plus importante, est dans l'obligation de mettre en place des systèmes de gestions convenables.

A ce titre elle a donc connu deux (02) modes de gestion :

- La régie autonome communale ;
- L'EPIC (Etablissement Public à Caractère Industriel et Commercial) tel que l'EPWG-CET Ghardaïa (Etablissement Public de wilaya de la Gestion des centres d'enfouissement technique - Ghardaïa) ;

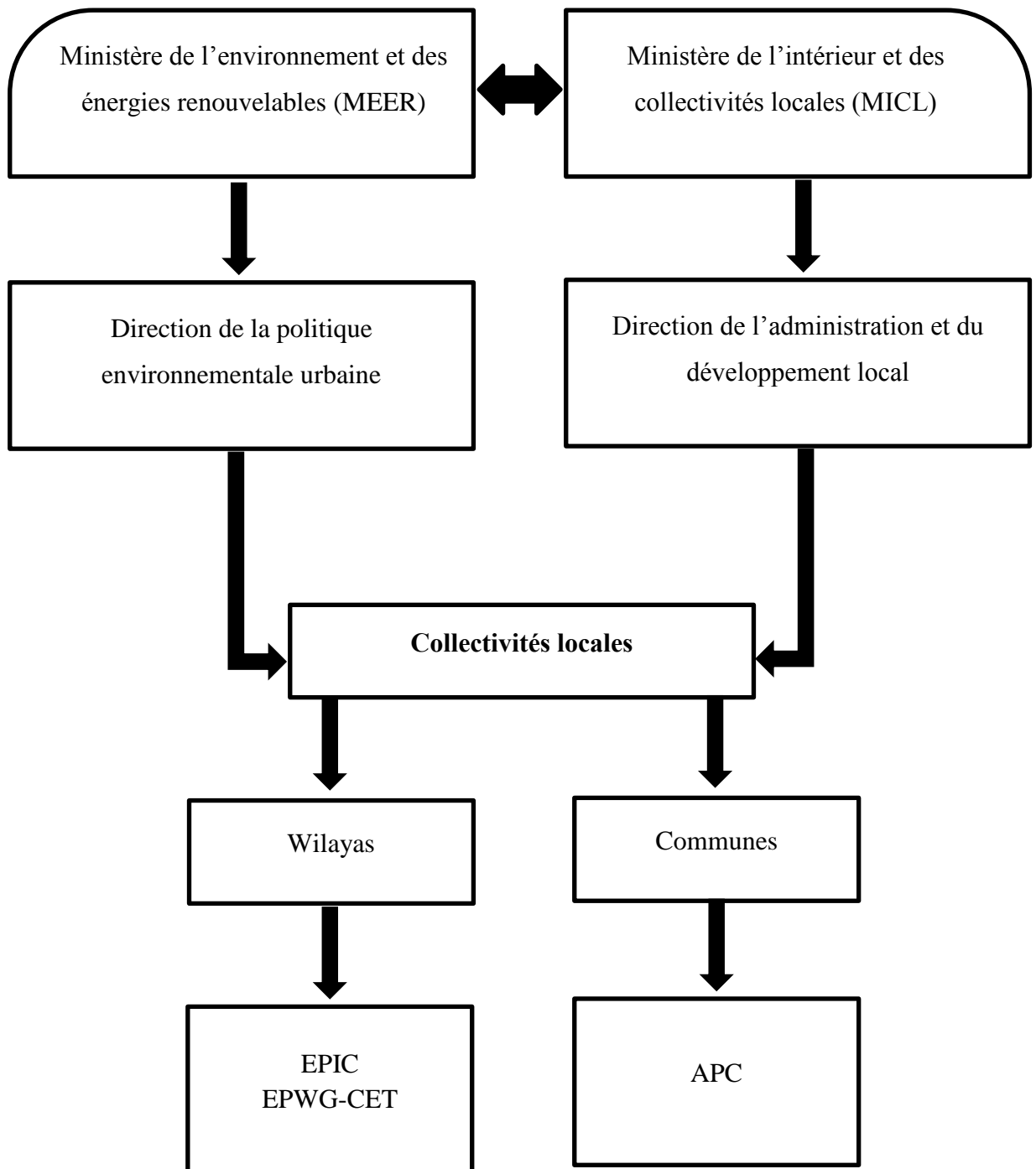


Figure 11 : Dispositif institutionnel de l'environnement

Conformément la Loi n° 11-10 du 20 Rajab 1432 correspondant au 22 juin 2011 relative à la commune, article 123 du chapitre 04 : « La commune veille, avec le concours des services techniques de l'Etat, au respect de la législation et de la réglementation en vigueur, relatives à la préservation de l'hygiène et de la salubrité publique, en matière, notamment : de distribution d'eau potable ; d'évacuation et de traitement des eaux usées ; de collecte, transport et traitement des déchets solides ; ...»

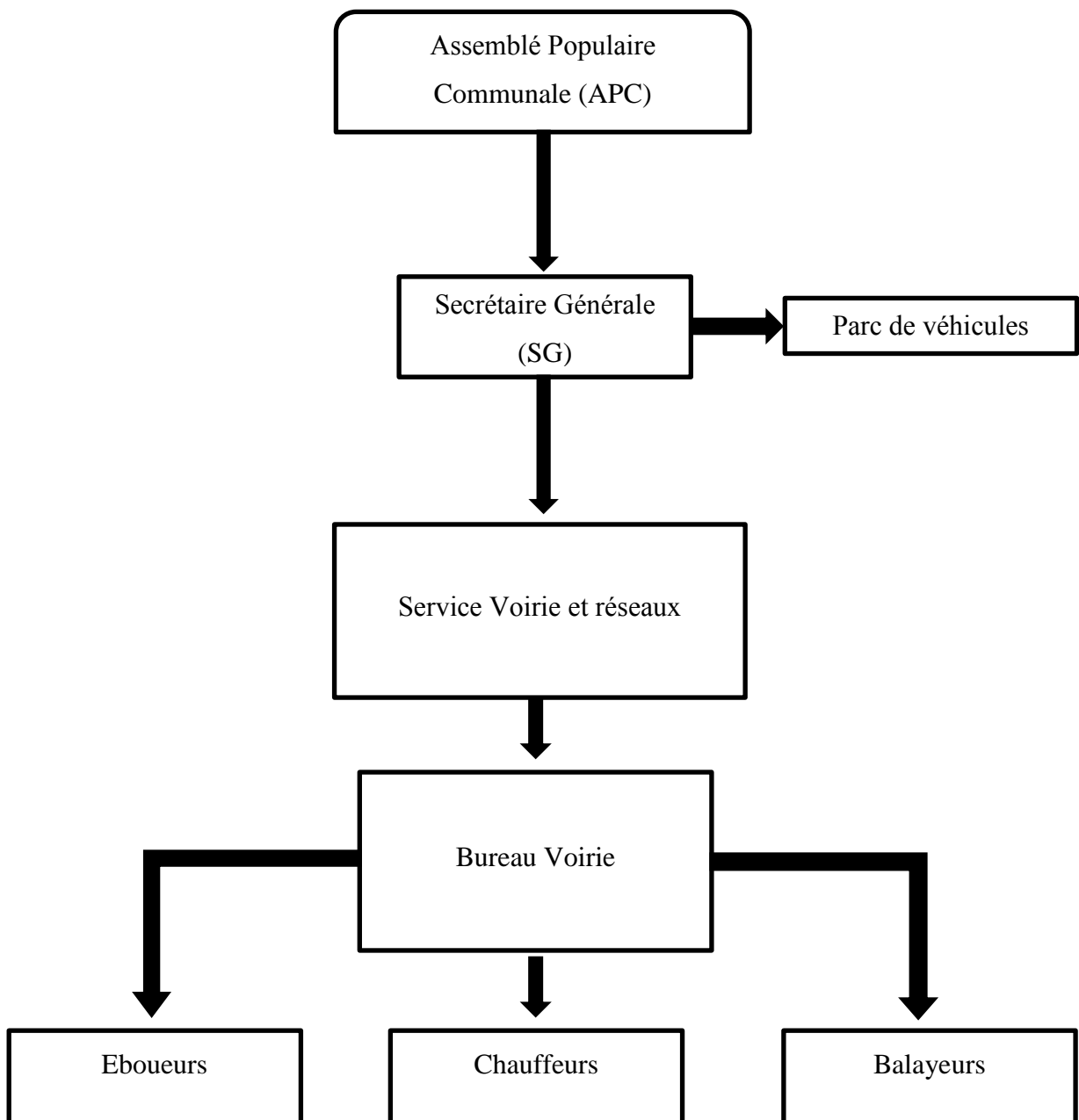


Figure 12 : Organigramme de la régie communale de l'environnement

2.2.2. Présentation du CET de la vallée du M'Zab :

Dans le cadre de programme national de la gestion des déchets municipaux (PROGDEM) adopté par l'Etat en 2002 ; Le Centre d'Enfouissement Technique (CET) de la vallée du M'Zab été construit en 2007 pour la réception des déchets de quatre (04) communes de Daya, Ghardaïa, Bounoura, et El Atteuf.

La gestion de ce centre a été confiée à un établissement de wilaya créée par délibération n° 03/2007 du 23/04/2007 de l'assemblée populaire de la wilaya, approuvé par arrêté interministériel du 08/11/2008 des ministères chargés des collectivités locales, de finance et de l'environnement.

Le statut juridique de cet organe de gestion est celui d'établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) dénommé « EPWG-CET » et placé sous la tutelle de monsieur le wali territorialement compétent.

Par la décision de wali n° 10/783 de 04/07/2010 l'établissement est géré par un conseil d'administration qui est dirigé par une direction.

Le CET de la vallée du M'Zab est de classe 2. Il est situé au nord-est de la capitale Ghardaïa à **11 km** environ du siège de la commune de Ghardaïa. Il été **mis en service le 2011**. Il recevra actuellement **19500 m³** de déchets solides urbains, **16500 m³** pour la premier phase (Casier n°1) et **13000 m³** pour la deuxième (casier n°2).

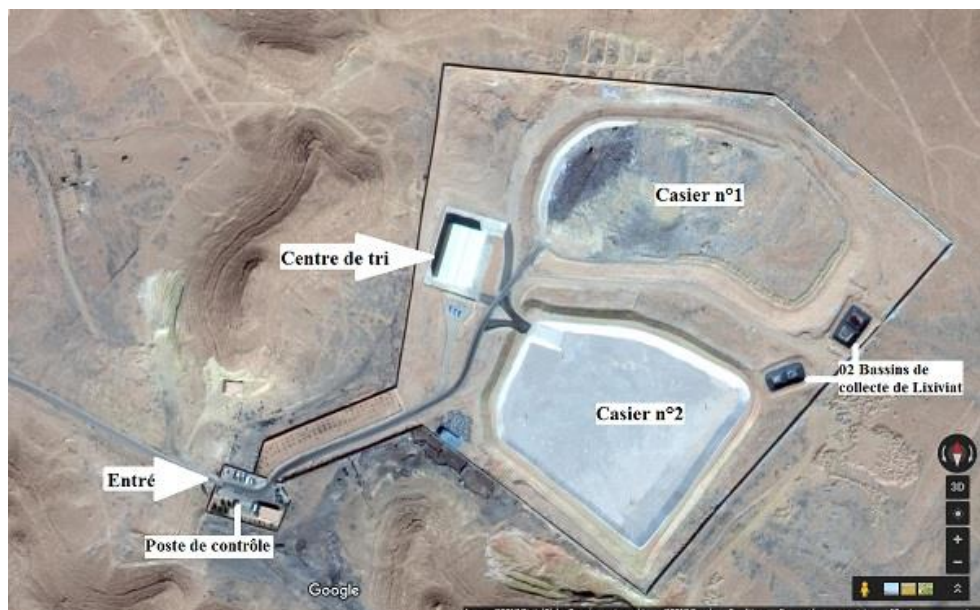


Figure 13 : CET de la vallée du M'Zab (GOOGLEMAP, 2017)

L'exploitation du CET de la vallée du M'Zab se fera par phase. La durée de la première était prévue pour **3 ans** et prend fin bientôt. La capacité des cellules est déterminée à partir de la quantité cumulative des déchets à enfouir dans le temps (**15 ans**) et la durée de la première phase.

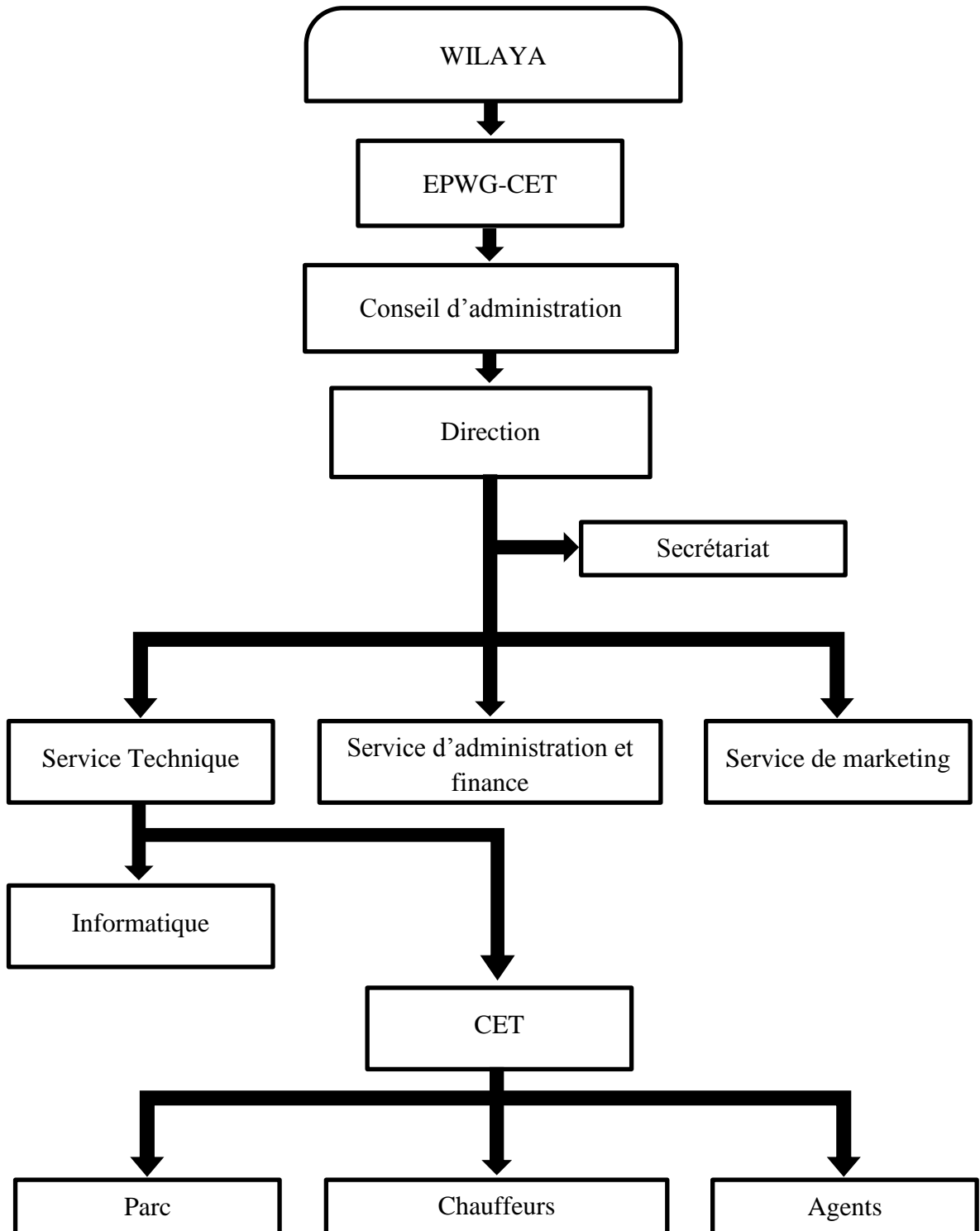


Figure 14 : Organigramme de EPWG-CET

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.

Les déchets autorisés peuvent être récapitulés comme ci-dessous :

- Déchets ménagers résultant de la préparation des aliments des maisons et des bureaux;
- Déchets des commerces ;
- Déchets résultant de balayage des rues et de nettoyage de jardins ;
- Déchets résultant de nettoyage des marchés et des magasins ;
- Déchets non toxiques issus des écoles et des hôpitaux ;
- Déchets non dangereux de toutes les autres sources.

Par ailleurs, il existe tout une liste de déchets non autorisés fixée selon les dispositions de la loi 01-19 daté 12/12/2001 relative aux différents déchets dangereux. Ces catégories sont :

- Les déchets d'activités de soins
- Les substances chimiques
- Les déchets de laboratoire
- Les déchets ionisants et radioactifs
- Les déchets contenant de 5 mg/kg de PCB
- Les déchets d'emballage de produit chimiques ou toxiques
- Les déchets explosifs, corrosifs, carburants, facilement inflammables ou inflammables
- Les déchets dangereux des ménages collectés séparément
- Les déchets liquides à l'exclusion des boues
- Les pneumatiques usagés
- Les déchets encombrants.

CHAPITRE 03 :
Problématique et
méthodologie d'approche

3.1. Contexte et justification de l'étude :

Les communes de la vallée du M'Zab vivent les mêmes problèmes que les reste des communes du pays, on note que dans le cadre de PROGDEM, ces problèmes sont réduits actuellement avec la nouvelle stratégie de l'état depuis 2002, mais on note aussi qu'au moyen terme ou au long terme, les villes de la vallée du M'Zab, serait connaître un accroissement exponentiel de sa population ainsi qu'un développement des activités socioéconomiques et l'amélioration du niveau de vie. La forte urbanisation, le gaspillage par abandon, l'introduction sur le marché de nouveaux produits non biodégradables tels que les plastiques ainsi le faible taux de récupération en sont les principales causes. La conséquence qui en découle est l'augmentation de la production des déchets solides en quantité et en qualité, et la complexification des types de déchets solides, plus difficiles à traiter.

Ainsi les municipalités doivent faire face à des quantités importantes des déchets solides à enfouir dans le CET qu'il dispose au Nord-Est de la ville de Ghardaïa. La forte teneur en matière organique dans ces déchets, génèrent des biogaz dans les casiers exploités à cet effet.

Depuis la mise en service du CET en 2011, et l'un des casiers est presque plein, très peu d'étude sérieuse se sont intéressée au traitement de lixiviat, et à l'évaluation du potentiel de biogaz qui se dégage de ces casiers. Les catégories de déchets enfouis et le type de climat saharien et sec dont est tributaire le désert algérien serait-ce un frein à une production de lixiviat, mais ne serait-ce pas un frein à une production optimale de biogaz ?

Le biogaz, mélange de gaz carbonique et de méthane est un gaz combustible qui provient de la dégradation de matières organiques mortes, végétales ou animales dans un milieu en raréfaction d'air dit fermentation anaérobique. Cette fermentation est le résultat de l'activité microbienne naturelle ou contrôlée. C'est également un gaz riche en méthane, mais aussi en produits halogénés (chlore, fluor) difficile à traiter provenant de la décomposition des plastiques et de la présence de déchets toxiques (bidons de lessive, piles...), ceci est d'autant plus vrai lorsque le tri des déchets a été mal exécuté. De plus le méthane est un gaz à effet de serre 21 fois que le CO₂.

Le CET produise spontanément du biogaz car les déchets fermentescibles y sont régulièrement déposés. La période d'émission peut s'évaluer sur plusieurs dizaines d'années, d'abord à un rythme croissant, puis décroissant. Le processus peut être accéléré en humidifiant

la matière, auquel cas le potentiel de production peut être récupéré entre 5 ou 10 ans. Sans installation particulière autre que le captage des gaz dans les alvéoles, on peut ainsi récupérer 60 m³ de méthane par tonne enfouie (AINA, 2006).

Le biogaz, produits des réactions d'un mécanisme réactionnel dans les casiers de CET se veut une attention tant du point de vue de la quantité que de la qualité. La valorisation multiusage du biogaz d'un CET combine des avantages à la fois sur le plan économique et environnemental :

- Le prix du combustible biogaz étant moins cher que le gaz naturel, il offre aux industriels, qui utilisent encore ce dernier dans leur processus de fabrication, la possibilité de réaliser de grandes économies sur leur facture énergétique,
- En évitant la libération de méthane dans l'atmosphère, la récupération ou valorisation du biogaz a une action favorable sur l'effet de serre et permet des économies d'énergie fossile.

3.2. Aspects environnementaux et économiques liés à la mise en décharge des déchets :

3.2.1. Incidences environnementales :

Lorsque les déchets sont mis en décharge, les fractions biodégradables s'y décomposent dans les décharges et produisent de lixiviat et gaz de décharge. S'il n'est pas capté, le gaz participe considérablement à l'effet de serre étant donné qu'il se compose principalement de méthane, gaz dont l'effet de sur le changement climatique vaut 21 fois celui du dioxyde de carbone. Ainsi la connaissance du potentiel de production de biogaz des déchets permettra de protéger l'environnement par la mise en place d'un réseau de collecte, qui d'une part contribuera à la réduction des émissions de substances olfactives et/ou toxiques et la limitation de l'effet de serre lié à la présence du méthane et du dioxyde de carbone et d'autre part assurer la sécurité du site car le méthane, moins dense que l'air, circule sous terre en suivant les fissures et remonte à la surface ou bien s'accumule dans des cavités et sa présence crée alors des risques d'incendie et d'explosions.

3.2.2. Incidences économiques :

La digestion anaérobie de chaque tonne de biodéchets se déroulant dans les réacteurs fermés peut produire entre 100 et 200 m³ de biogaz. Compte tenu du fait que le biogaz peut faire l'objet d'une valorisation énergétique.

De ce fait la méthanisation spontanée qui a lieu au sein des décharges est donc avant tout un processus de dégradation des déchets organiques et participe de ce fait à la dépollution et à la protection de l'environnement. Exprimé en "demande chimique en oxygène" (DCO), le taux de dégradation de la matière sèche volatile se situe entre 6 et 85% pour les ordures ménagères urbaines de 70%.

3.3. Objectif de l'étude :

3.3.1. Objectif général de l'étude :

Il sera question de mener une étude quantitative et qualitative des déchets solides mis en décharge dans le CET de la vallée du M'Zab.

3.3.2. Objectifs spécifiques :

De façon plus spécifiques il sera question de :

- Caractériser (composition, densité, etc.) et évaluer les quantités de déchets solides acheminés dans le CET ;
- Quantifier les fractions valorisables ;
- Etablir le schéma du flux de matières ou le cheminement des déchets solides par l'établissement du bilan des composantes recyclées/récupérées dans la décharge de celle qui sont effectivement enfouis dans les alvéoles/casiers ;
- Effectuer un diagnostic sur la situation actuelle pour en déceler les forces/faiblesses, atouts et les contraintes relatives à la production de biogaz à partir des déchets solides enfouis dans le CET ;
- Proposer des solutions d'amélioration de traitement et de valorisation de déchets,

3.3.3. Résultats attendus :

- Les déchets acheminés dans le CET sont quantifiés et caractérisés ;
- Le flux de matières ou le cheminement des déchets solides par l'établissement du bilan des composantes recyclées/récupérées dans la décharge de celle qui sont effectivement enfouis dans les alvéoles/casiers est établi ;
- Le taux de production de biogaz dans les casiers du CET et les aires de recyclages des composantes est estimé ;
- Les forces/faiblesses et les aouts/contraintes relatives à la production de biogaz à partir des déchets solides enfouis dans le CET de la vallée du M'Zab sont décelés ;
- Des stratégies de traitement et de valorisation de déchets sont proposées.

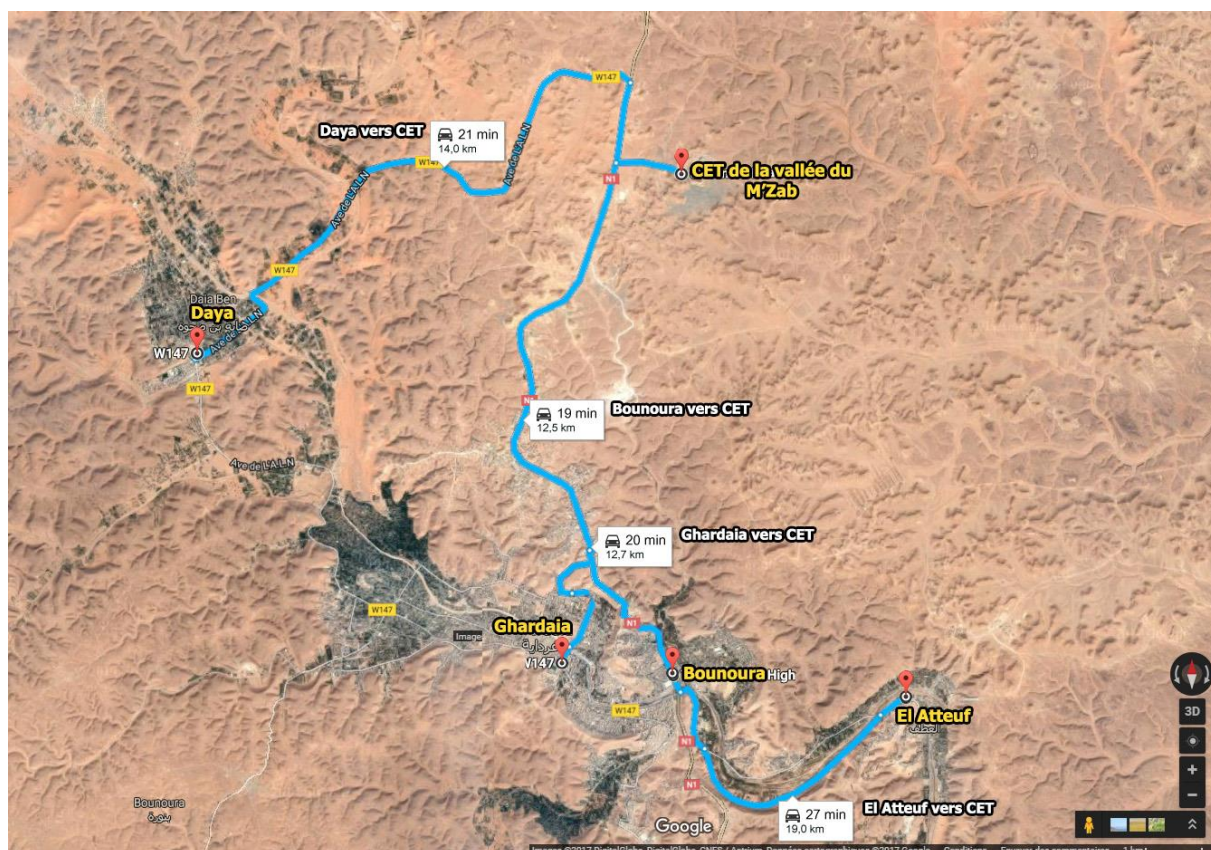


Figure 15 : Localisation des zones d'étude (GOOGLEMAP, 2017)

3.4. Approche méthodologique de l'étude :

3.4.1. Phase préliminaire :

- **Recherche documentaire :**

Cette phase a porté essentiellement sur la recherche bibliographique et la collecte de données documentaires sur le sujet du travail qui nous ait demandé. Chaque mot du thème a fait l'objet d'une recherche.

Les principales sources de collecte d'informations sont la bibliothèque de l'université de Ghardaïa, la direction de l'environnement, et les données que nous avons pu recueillir sur internet.

- **Elaboration des outils d'entretiens et fiches de suivi :**

Cette partie a consisté en l'élaboration des guides d'entretiens selon la thématique et les différents acteurs impliqués dans la gestion des déchets solides urbains. Ces acteurs vont de les APC de quatre (04) communes de la vallée du M'Zab (Annexe 2), et de l'EPWG-CET Ghardaïa (Annexe 3).

Ainsi, à travers la Direction de l'environnement, il était question de connaître le nombre de camions assurant le transport des déchets, leurs circuits de collecte, le nombre de centre de collecte en mettant l'action sur leurs rayons d'action. L'entretien avec la directrice de l'environnement a consisté aussi à la mise à notre disposition de moyens humains et matériels pour le bon déroulement de nos activités.

L'entretien avec les agents de contrôle du CET nous a facilité l'acquisition de certaines données notamment les quantités de déchets déjà enfouis, le mode d'exploitation (compaction, recouvrement des déchets, etc.).

Les fiches de suivi des tournées établies fournis en annexe 4 ont permis de déterminer le temps moyen de rotation des camions du parc au CET en passant par les centres de collecte.

3.4.2. Phase de terrain :

- **Reconnaissance de terrain :**

Elle nous a permis de nous familiariser avec le site, d'avoir une idée des problèmes à résoudre par notre étude, de prendre contact avec les personnes ressources afin de mieux organiser les travaux de terrain.

Nous avons avec le guide sillonné le CET et par la même occasion nous nous sommes fait une idée du mode de gestion des ouvrages constituant le site.

- **Entretiens :**

Les informations recueillies sur le terrain auprès des différents acteurs impliqués dans la gestion de déchets sont relatives au fonctionnement, au système de collecte des déchets solides et du mode de gestion du CET.

- **Collecte des données techniques :**

Afin de faire un diagnostic de la situation actuelle, nous avons fait des entretiens avec les responsables de l'APC, et les responsables du EPWG-CET et tous les acteurs impliqués dans la gestion de déchets solides urbains.

- **Observation de terrain :**

Durant la phase terrain, nous avons procédé aux visites d'observations pendant lesquelles il a été fait des prises de vue. De cette visite nous nous sommes renseignés sur l'utilisation et la gestion des équipements.

3.4.3. Méthode de caractérisation des déchets solides urbains :

La caractérisation des déchets permet de connaître la nature exacte des déchets pour mieux appréhender les modes d'élimination et/ou valorisation. Les caractéristiques variant selon le mode et le niveau de vie, une caractérisation des déchets effectuée de manière régulière permettra de mieux connaître leur évolution et quantitative et qualitative.

La contrainte liée au délai de l'étude, relativement courte, ne permet malheureusement pas de connaître l'évolution dans le temps de certaines caractéristiques. Les échantillonnages doivent être effectués régulièrement sur plusieurs saisons et étalés sur plusieurs années pour une plus grande rigueur dans les conclusions relatives aux "qualité" des principales données à savoir : la masse (ou volume) de déchets, la composition, les densités, le taux d'humidité...

- **Echantillonnage :**

L'objectif de l'étude de caractérisation des déchets à la vallée du M'Zab, est de fournir le maximum d'informations et de données de référence pouvant aider nous dans la prise de décision relativement aux types de déchets enfouis, et permettre éventuellement une récupération des déchets.

Un échantillonnage effectué sur un camion dans les (04) communes de la vallée du M'Zab ; différents échantillons de déchets de sources différentes prélevés de plusieurs bacs en différents endroits et regroupés pour obtenir un échantillon représentatif de 500kg (Annexe 5).

L'analyse a consisté à faire un tri des différents éléments contenus dans les déchets solides, à les regrouper par catégorie en tout sept (07) catégories ont été retenues, ce sont les putrescibles, les papiers-cartons, le bois, les textiles, les plastiques, les verres, les métaux.

Pour mener à bien cette caractérisation, et à l'aide des ouvriers participé au tri, deux facteurs ont joués sur le déroulement de cette activité de caractérisation :

- Le temps : puisque dans le plan de travail, il est prévu que les déchets soient prélevés sur le camion et soient triés le même jour.
- Les moyen financiers : la limite des moyens financiers représentait une contrainte majeure et ne permettait pas d'avoir plus d'équipements.

Le matériel utilisé durant cette opération était le suivant : un camion K66, une balance, des pelles, des sacs en plastiques, des masques, des gants de travail, et une nappe en nylon. Un chauffeur et deux ouvriers ont été impliqués dans l'exécution de cette tâche.

- **Détermination de la composition des déchets :**

La répartition granulométrique est un indicateur de l'état de dégradation des déchets et rend compte de l'évolution des déchets dans le massif. Dans le cadre de cette étude, le manque de matériel n'a pas permis de faire une classification des déchets suivant une granulométrie adéquate. Les éléments grossiers et moyens ont fait l'objet d'une séparation visuelle.

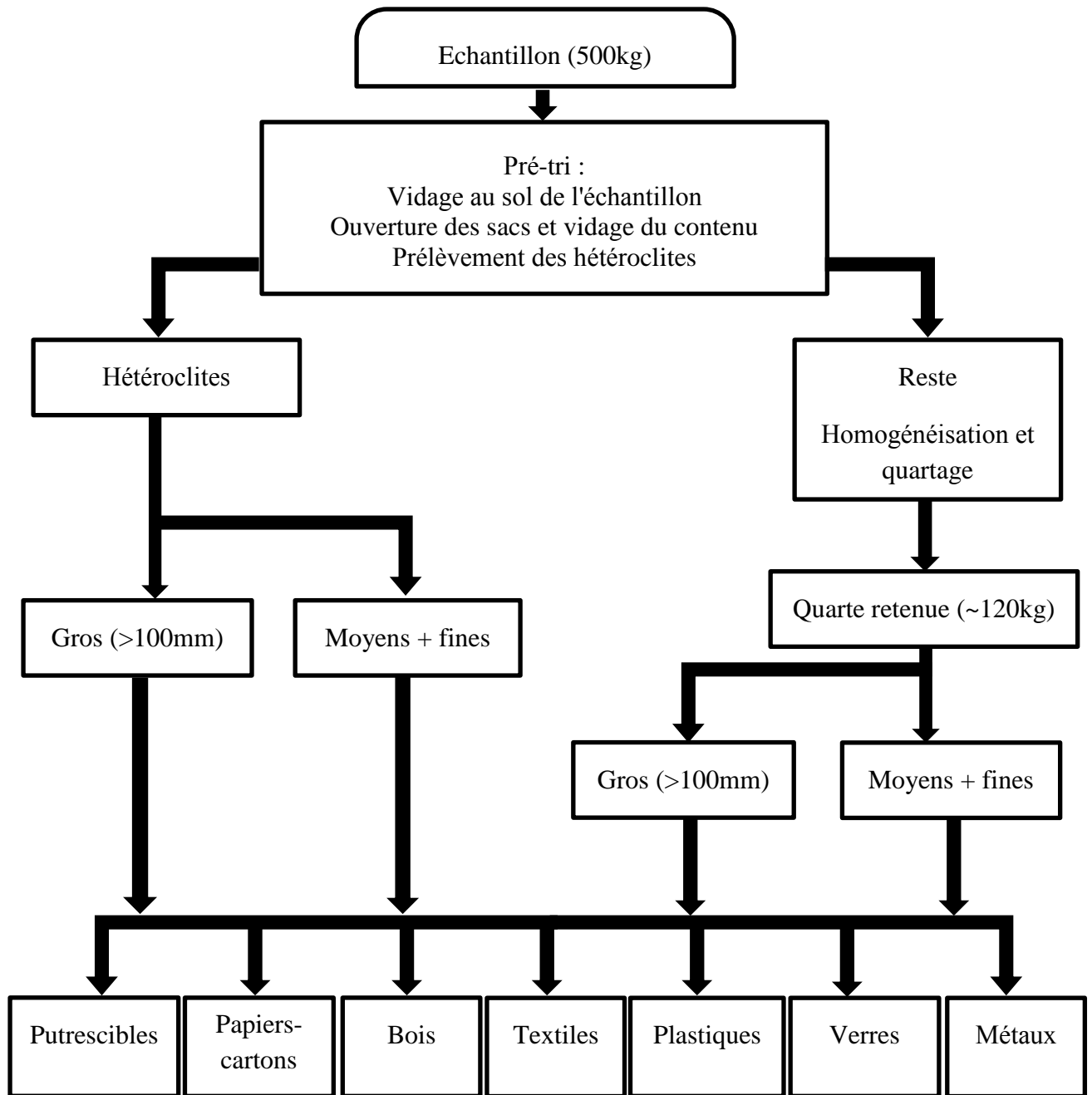


Figure 16 : Protocole de tri d'un échantillon de déchets

- **Prélèvement et analyse en laboratoire des échantillons :**

La détermination des paramètres physiques et chimiques effectuée sur les putrescibles. La densité a été déterminée sur place, par contre pour les autres paramètres à savoir la teneur en eau, la biodégradabilité (teneur en matière organique), ont été déterminés en laboratoires d'analyses (Chimie 1, Chimie 2) de la faculté des sciences et technologie à l'université de Ghardaïa.

- **Protocole de caractérisation des déchets :**

- a. **Densité :**

Dans le cas des déchets collectés en amont, la densité est estimée à partir des bacs pleins et vides sont pesé sur un balance ; et dans le cas des déchets entrants elle est estimée à partir des bennes entrant sur le site. Les bennes pleins et vide sont pesé sur un pont bascule. Connaissant le volume du bac, on fait le rapport de la masse et du volume.

La densité s'exprime par : $d = \frac{M}{V}$

M : Masse de l'échantillon en kg ou tonnes, **V** : Volume de l'échantillon en litre ou m³.

- b. **Humidité :**

L'humidité est déterminée sur les putrescibles, et les fines à 105°C jusqu'à poids constant. Humidité par catégorie : Des sacs en plastique nécessaires au conditionnement sont préparés pour le transport vers le lieu d'étuvage en les identifiant selon les références de l'échantillon.

$$Hc = \frac{Mc - Mcs}{Mc} \times 100$$

Hc : humidité de la catégorie c, **Mc** : Masse humide de la catégorie c,

Mcs : Masse de la catégorie c après passage à l'étuve à 105°.

- c. **Mesure de la teneur en matière organique ou solide volatil :**

La méthode la plus répandue pour la détermination de la teneur en matière organique est la perte au feu, la calcination de la matière à 550°C (Kelly et al., 2002 ; François, 2004 ; Charnay, 2005 ; Alouémine, 2006). Les temps de chauffage et les masses prélevées varient selon les auteurs.

Dans le cadre de cette étude, la mesure de la teneur en matière organique est effectuée sur les déchets fermentescibles et les fines. Une masse voisine de 25g est calcinée à 550°C pendant 2 heures au four. La teneur en matière organique ou en solide volatil est obtenue par différence de pesée entre la masse du déchet sec (105°C) et la masse du déchet calciné.

$$\%MO = \frac{Ms - Mc}{Ms} \times 100$$

%MO : pourcentage de substance organique dans l'échantillon sec,

Ms : Masse de l'échantillon après passage à l'étuve à 105°C

Mc : Masse de l'échantillon après calcination.

3.4.4. Méthode d'évaluation quantitative des déchets solides urbains :

- **Estimation de la production moyenne de déchets par habitant :**

Sur la base des statistiques officielles de la population de wilaya, la production moyenne de déchets par habitant a estimé comme suite :

$$Q_{hab} = \frac{Q_a}{P \times 365} \dots\dots\dots(2)$$

Q_{hab} : La quantité produit quotidiennement par habitant ;

Q_a : La quantité annuelle de déchets ;

P : Population ;

- **Détermination de la quantité des déchets valorisables :**

Dans notre étude, nous nous sommes basés sur les statistiques du CET de la vallée du M'Zab pour l'année 2016, où nous avons faire une comparaison entre la quantité possible des déchets valorisables et la quantité réelle de déchets récupérés, et aussi connaître la quantité de déchets enfouis.

3.4.5. Méthode d'estimation de la quantité de biogaz des déchets :

Après quantifier les déchets des quatre communes de la vallée du M'Zab. On adoptera une approche théorique de la production de biogaz, qui consiste à calculer la production de biogaz année par année à partir des informations reçues sur les quantités des déchets enfouis.

Plusieurs méthodes ont été élaborées pour l'estimation du taux de biogaz produit par un massif de déchets. Cependant l'application de ces méthodes demande la détermination de certains paramètres que nous n'avons pu avoir faute de moyens matériels.

Le modèle aujourd'hui le plus courant est un modèle de cinétique d'ordre 1 multi phase : ils supposent que l'activité microbiologique est proportionnelle à la quantité de matière organique présente à un instant t donné. La production de biogaz diminue donc avec le temps.

Les modèles choisis pour simuler la production de gaz sont généralement constitués de deux parties : dans un premier temps, la production de gaz augmente linéairement puis décline lentement suivant une loi exponentielle.

Un modèle, très simple à appliquer permettent d'évaluer la production de biogaz au cours du temps sur un CET. Il est présenté comme suite :

- **Modèle EPA** (EPA, 1993) : modèle développé par l'Environmental Protection Agency of The United States. La quantité de gaz produite par la décharge est estimée par le modèle de décroissance du 1^{er} ordre.

$$Q_{gaz} = 12 \times Lo \times M \times [e^{(-k \times c)} - e^{(-k \times t)}] \dots\dots\dots(3)$$

- Q_{gaz} : production de biogaz (m³/an) ;
- Lo : potentiel spécifique (m³/kg) ;
- M : masse mensuelle moyenne (kg) ;
- k : décadence : (1/an) ;
- t : durée d'exploitation de la décharge (an) ;
- c : temps passé après fermeture du CET.

Tableau 11 : Valeurs moyennes des différentes variables du modèle EPA (AINA, 2006)

| Variables | k | Lo (m ³ / kg) |
|-------------------|-------------|--------------------------|
| Climat humide | 0,1 - 0,35 | 0,14 - 0,18 |
| Climat semi-aride | 0,05 - 0,15 | 0,14 - 0,1880 |
| Climat sec | 0,02 - 0,1 | 0,14 - 0,1884 |

D'après le diagramme ombrothermique de Gaussen (Figure 7), et le climagramme d'Emberger (Figure 8), la wilaya de Ghardaïa se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux et son quotient pluviométrique (Q₂) est de 6.86. Nous avons obtenu que le climat est sec. Les valeurs utilisées sont :

- $L_0 = 0,14 \text{ m}^3/\text{kg}$ de déchets
- $k = 0,02 \text{ an}^{-1}$

Après la prédiction de production de biogaz ; nous allons comparer les estimations de production de biogaz données entre les deux cas (quantité réelle et quantité estimée), à partir des quantités des déchets solides enfouis dans le CET.

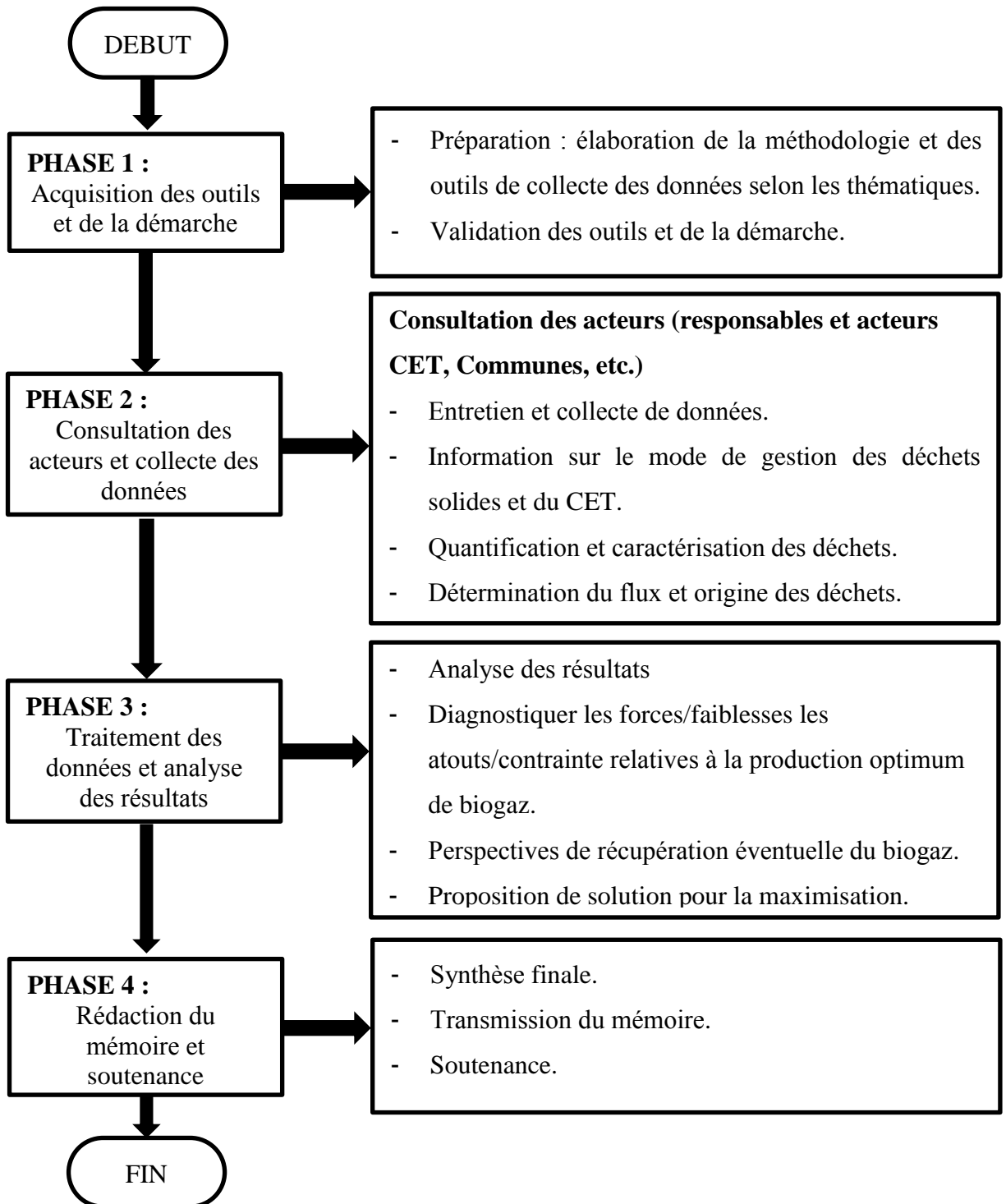


Figure 17 : Schéma de l'étape méthodologique.

CHAPITRE 04 :

Résultats et discussion

4.1. Etat des lieux sur la gestion des déchets solide urbains :

4.1.1. Gestion des déchets dans les communes de la vallée du M'Zab :

La collecte ainsi le transport des déchet solides urbains générées par les quatre communes sont exclusivement assurés par le service de nettoyage de chaque APC.

La collecte est sous la charge des éboueurs. Ces derniers se déplacent de porte à porte pour enlever les déchets ; et aussi par apport volontaire des citoyens ou le producteur de déchet se déplace pour déposer ses déchets dans un lieu de regroupement approprié (bac roulante, conteneur, ...).

- Au niveau de Ksar la collecte se fait de façon traditionnelle à l'aide des ânes, à cause de l'inaccessibilité de ses zones (les Ksour), et acheminent les déchets vers un centre ou un point de collecte installé en dehors du Ksar.
- Au niveau des autres zones accessibles, la collecte se fait à l'aide des camions poubelles, et acheminent les déchets vers le CET de la vallée du M'Zab.

On note qu'au cours de notre étude, nous n'avons pas bénéficié le soutien adéquat des services de nettoyage au niveau des APC des quatre communes. Malgré les nombreuses visites qui nous avons menées, les questionnaires qui ont été présentés comme indiqué à l'annexe 2 et 4, ne pas encore reçue jusqu'à ce jour.



Photo 1 : Point de collecte (Ghardaïa).



Photo 2 : Camion benne tasseuse (Ghardaïa).



Photo 3 : Centre de collecte (El Atteuf).

4.1.2. Gestion des déchets de la vallée du M'Zab au niveau du CET :

4.1.2.1. Tri et récupération des déchets :

Le tri et la récupération de certains matériaux sont importants pour une éventuelle valorisation des déchets. En effet des matériaux de type (bidons, boîtes de peinture, pneu, plastiques, piles, etc.) enfouis dans le CET produiront des composés halogénés difficile à traiter donc dangereux pour l'environnement.

L'essentiel de la valorisation des déchets de la vallée du M'Zab est effectué par les récupérateurs du secteur informel. Les déchets qui peuvent avoir une valeur sur le marché sont récupérés et vendus pour un nouveau cycle d'utilisation.



Photo 4 : Récupérateur de déchets (secteur informel - Ghardaïa).

Au niveau du CET, l'EPWG-CET est conventionné avec un entrepreneur privé pour assurer le tri de déchets.



Photo 5 : Récupérateurs de déchets (CET-vallée du M'Zab).

Pendant nos observations nous avons constaté la récupération des matériaux suivants :

- Métaux : ferraille, aluminium, cuivre, etc.
- Plastiques : plastiques durs (PP, PE), plastiques souples, bouteilles plastiques, sachets plastiques, récipients plastiques ;
- Batteries ;
- Réfrigérateurs ;
- Bouteilles (Aluminium) de parfums ;
- Chaussures, pièces électroniques, etc.



Photo 6 : Matériaux récupérés (secteur formel).

On y trouve en son sein un centre de tri, n'est pas encore mis en service jusqu'à ce jour.



Photo 7 : Centre de tri (CET-vallée du M'Zab).

4.1.2.2. Enfouissement des déchets :

Le CET est muni de deux (02) portails, l'un est principal (portail d'entrée) à côté duquel on trouve des plaques les heures et les jours d'ouverture, le nom de l'établissement et les types des déchets admis. Ce portail permet le passage de deux camions à benne en même temps. À l'entrée du site, un gardien assure la sécurité du site à cela s'ajoute la sécurité passive assurée par la clôture. En dehors des heures d'exploitation, seules les personnes et véhicules autorisés sont susceptibles d'entrer sur le site. Durant les heures d'exploitation, le poste de contrôle où se trouve pont bascule et c'est à son niveau que se fait le premier contrôle visuel des déchets afin d'assurer qu'ils sont conformes aux normes acceptées. Il enregistre les camions entrants et sortant du site et assure la pesée. En effet, le chauffeur du camion est tenu de fournir à l'agent du contrôle les informations suivantes :

- Identité de chauffeur ;
- Type de camion et son numéro d'immatriculation ;
- Secteur concerné par la collecte ;
- Nom de l'organisme responsable (privé ou municipalité).



Photo 8 : Portail du CET de la vallée du M'Zab. **Photo 9 :** Pont bascule (CET- v. M'Zab).

Le remplissage se fait cellule par cellule. Dans les cellules les déchets sont déversés, épanchés, compactés à l'aide d'un compacteur pied de mouton jusqu'à obtenir une hauteur moindre de déchets, et formés une couche successive d'épaisseur de 1m et recouvert par terres de recouvrement d'épaisseur de 0,10-0,15m.



Photo 10 : Compacteur pied de mouton (CET- v. M'Zab).

4.1.2.3. Gestion du Lixiviat et du biogaz :

Au CET de la vallée du M'Zab, les casiers sont équipés d'un système de collecte de lixiviats assurant le transport de liquide provenant des déchets en dehors de la décharge le plus rapidement possible afin d'éviter le colmatage des systèmes drainant et la mise en charge des systèmes d'étanchéité. Les lixiviats collectés sont acheminés gravitairement, vers deux bassins de traitement de lixiviat. En note que durant notre étude le bassin de Lixiviat est vide car le climat sec de la région de Ghardaïa provoque l'évaporation de Lixiviat.



Photo 11 : Bassin de Lixiviat (CET- v. M'Zab).

L'évacuation de biogaz est réalisée à l'aide de buses en béton perforées de **1 m** de diamètre et **0,5 m** de hauteur, et implantée au milieu de casier. Ces puits sont espacés de **35 à 40 m** pour permettre un dégazage relativement homogène de tout le CET. Elles sont remplies de gravier afin d'éviter la formation d'un mélange explosif dans l'espace annulaire suite à la pénétration des déchets.



Photo 12 : Buse en béton perforée (CET- v. M'Zab).

Le schéma ci-après récapitule le mode d'exploitation du CET :

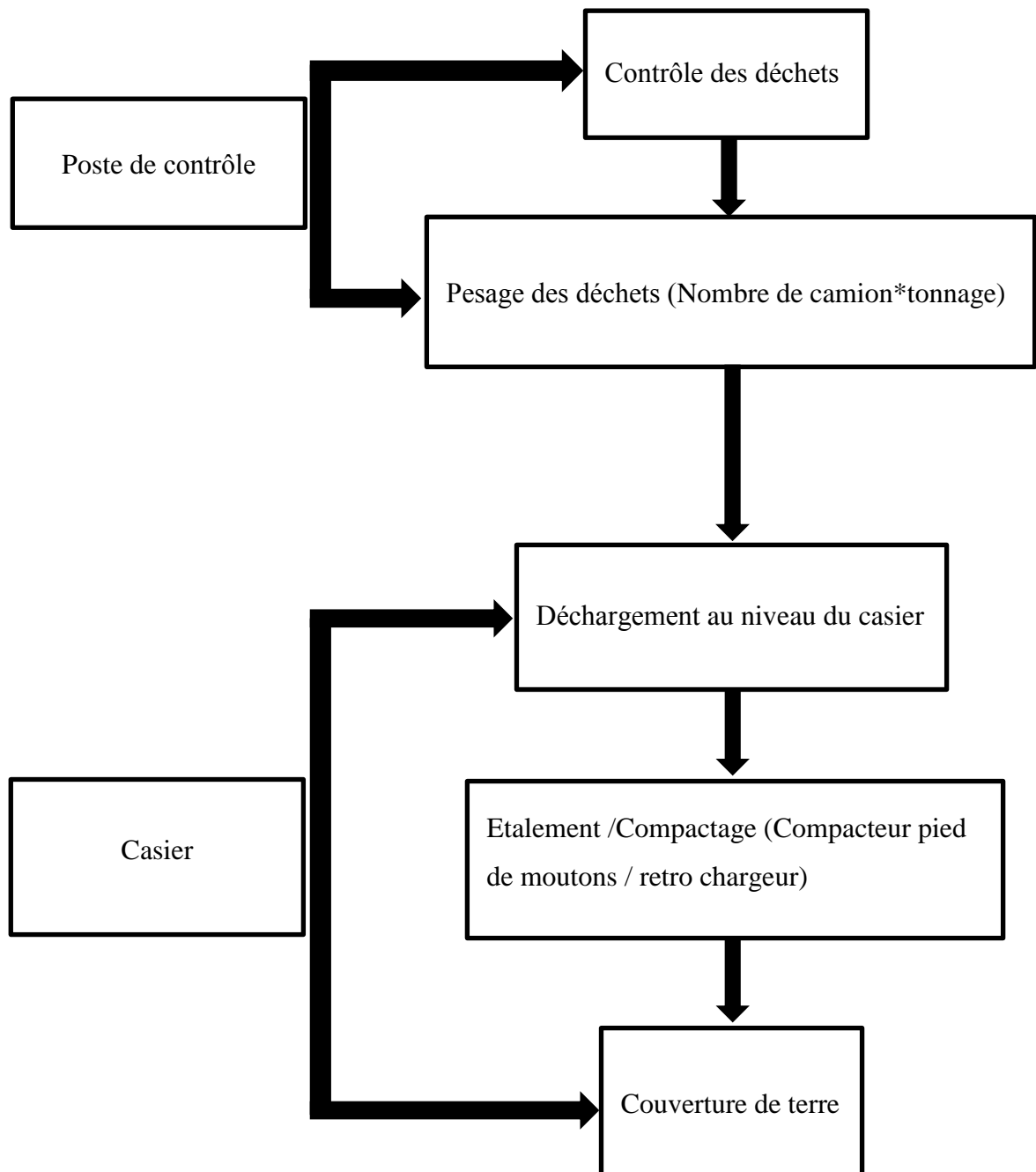


Figure 18 : Schéma d'exploitation du CET.

4.2. Résultats et discussion :

4.2.1. Caractérisation des déchets solides urbains :

Pour caractériser des déchets provenant des quatre (04) communes de la vallée du M'Zab, un échantillonnage a été effectué en amont (avant la collecte et transport) sur un camion ayant effectué une collecte dans chaque commune séparément. Des dizaines de bacs provenant visiblement des ménages ont été sélectionnés et pesés. Un échantillon de 500 kg prélevés, il a été constitué en prenant le soin d'uniformiser la répartition des déchets. Ensuite la séparation des déchets par nature a été effectuée selon la "méthode de quartage" après l'enlèvement des hétéroclites.

4.2.1.1. Composition des déchets par catégories :

Les résultats de cet échantillonnage sont donnés comme suite :

Tableau 12 : Composition moyenne des déchets urbains de la vallée du M'Zab.

| | Daya | | Ghardaïa | | Bounoura | | El Atteuf | | Moy | |
|------------------------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|-------|-------|
| Date | 25/03/2017 | | 15/04/2017 | | 01/04/2017 | | 18/03/2017 | | | |
| Unité | kg | % | kg | % | kg | % | kg | % | kg | % |
| <i>Putrescibles</i> | 198 | 39.6 | 232 | 46.4 | 246 | 49.2 | 174 | 34.8 | 212.5 | 42.5 |
| <i>Papiers-cartons</i> | 61 | 12.2 | 85 | 17 | 83 | 16.6 | 66 | 13.2 | 73.75 | 14.75 |
| <i>Bois</i> | 2 | 0.4 | 6 | 1.2 | 5 | 1 | 4 | 0.8 | 4.25 | 0.85 |
| <i>Textiles</i> | 1 | 0.2 | 6 | 1.2 | 8 | 1.6 | 2 | 0.4 | 4.25 | 0.85 |
| <i>Plastiques</i> | 58 | 11.6 | 73 | 14.6 | 76 | 15.2 | 81 | 16.2 | 72 | 14.4 |
| <i>Verres</i> | 4 | 0.8 | 8 | 1.6 | 9 | 1.8 | 5 | 1 | 6.5 | 1.3 |
| <i>Métaux</i> | 9 | 1.8 | 31 | 6.2 | 22 | 4.4 | 15 | 3 | 19.25 | 3.85 |
| <i>Divers (Fines)</i> | 167 | 33.4 | 59 | 11.8 | 51 | 10.2 | 153 | 30.6 | 107.5 | 21.5 |

Les déchets solides urbains collectées au niveau des quatre (04) communes de la vallée sont constitués de putrescibles et de déchets d'emballages (papiers cartons, textiles, plastiques). Ces derniers constituent environ 30% de la masse de déchets avec une proportion de putrescibles sur l'ensemble pouvant atteindre 42,5%. A noter que les divers constituent pratiquement 21,5% de l'ensemble (Figure 19).

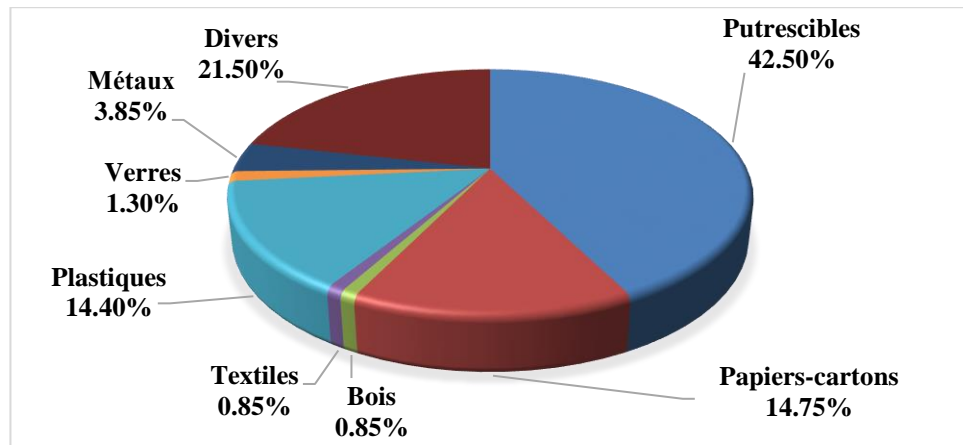


Figure 19 : Composition des déchets solides urbains des communes de la vallée du M'Zab.

a. Les putrescibles :

Le taux en putrescibles est le plus élevé parmi le taux des autres constituants, comme d'ailleurs partout à l'Algérie, et ce taux est de 42.5% ; mais il est très inférieur à ceux des grandes villes surtout les villes du nord qui supérieur à 60%. Ceci peut s'expliquer par deux (02) causes essentielles :

1. La récupération par les ménages habitant de la part organique soit sur pour l'alimentation des animaux domestiques soit pour usage comme fertilisant (compost).
2. Les traditions sociales de la région d'étude en matière de comportement anti-gaspillage; où nous avons constatés une absence quasi-totale de restes d'aliments encore consommables, surtout dans les zone rurales ou semi rurales comme la commune d'El-Atteuf (34.8%) et la commune de Daya (39.6%).

Nous pouvons conclure que la qualité organique des déchets solides urbains est moyenne. Il y a lieu de mentionner que, conformément à la loi n°01- 19 du 12 décembre 2001, notamment l'article n°34, la mise en décharge de matière organique est interdite. En vue de réduire le volume de déchets à enfouir, une solution est préconisée en exploitant la teneur des ordures ménagères en matières organiques par la mise en place de procédés de traitement tels que le compostage, la thermolyse et/ou la bio méthanisation.

b. Les papiers-cartons et le bois et les textiles :

Le taux en papier-carton et bois et textile est de 16.45% ; à noter que 14.75% des déchets urbains produits sont des papiers-cartons, et la provenance (source) potentielle de ce matériau est lié particulièrement à l'activité industrielle, commerciale ou administrative, où la plus grande quantité provient des marchés comme les marchés (Le souq) à la commune de Ghardaïa

(17%), et des zones industrielles comme la zone industrielle de la commune de Bounoura (16.6%).

Le papier-carton et le bois et le textile étant une matière organique, il se décompose lentement à pas de tortue si nous le comparons à des déchets de cuisine. Par ailleurs, il y a lieu de procéder à son tri sélectif par l'usager pour les mettre dans des sacs à déchets afin de les recycler après collecte par les entreprises spécialisées.

c. Les plastiques :

Au vu de la composition des déchets solides urbains de la vallée du M'Zab, le taux en plastiques est de 14.4%, on relève des taux relativement appréciables de matières plastiques dont les origines sont diverses (bouteilles d'eau minérale et de boissons gazeuses, pots de yaourts, sachets, etc.....). Souvent, le plastique est présenté comme un produit d'emballage de meilleure qualité. Il occupe, par ordre d'importance, la troisième place dans les déchets urbains après la matière putrescible (42,5%) et le papier carton (14,75%).

On peut remarquer l'importance du gisement de déchets en plastique récupérables. Les plus grandes quantités de plastiques proviennent des deux communes les plus peuplées, de Ghardaïa, et de Bounoura.

Etant d'une longue durée de vie et assez bon résistant à la corrosion compte tenu de sa forte teneur en chlore, son utilisation a connu un grand essor. Incinéré, le plastique dégage des substances chlorées responsables de l'apparition de dioxines toxiques.

De ce fait, son recyclage constitue la solution la plus adéquate et la plus avantageuse du point de vue écologique et économique.

d. Les métaux :

A la lumière de nos résultats de tri, le taux en métaux (3.85%) est faible. Nous remarquons la présence de métaux ferreux (objets métalliques, pièces mécaniques et tôles), et des métaux non ferreux qui comprennent l'aluminium, le cuivre, le nickel, le plomb et du zinc. En toute rigueur, on doit mentionner la présence de piles électriques ; des éléments de batteries qui renferment du plomb, du mercure, etc.

Le taux faible en métaux est expliqué aussi par l'achat de légumes frais au lieu des boîtes de conserve.

L'impact des métaux réside dans leur oxydation dans les milieux acides ou alcalins environnants pour les entraîner, enfin, à l'état solubilisé vers les nappes souterraines. Pour s'en assurer, l'analyse de la composition chimique du lixiviat apporterait la preuve irréfutable de la pollution de l'eau lors de la percolation.

Dans le but d'éviter de telles conséquences, souvent très coûteux, un tri par catégorie de métaux à la source est une nécessité incontournable. Par ailleurs, pour optimiser le recyclage, il est indispensable de limiter la composition du mélange de différents métaux à un minimum de constituants pour les renvoyer aux unités de sidérurgie et aux unités de fonderies.

e. Les verres :

Le taux très faible en verres est remarquable (1.3%). Cela est également dû aux traditions sociales de la cuisine locale où la plupart des pots sont faits de métal, de bois ou de poterie. Ce pourcentage, peut constituer une économie assez considérable aussi bien en sources naturelles qu'en économie d'énergie. Cette approche mérite d'être prise en considération en prenant l'intérêt de la séparation des déchets depuis la source selon spécificité. Davantage, il y a lieu de mentionner que le verre est le seul matériau recyclable indéfiniment sans qu'il perde ses qualités intrinsèques. En effet, sa mise anarchique en décharge est une grande perte en sources naturelles qu'il faut préserver.

f. Les divers :

Les déchets de ce genre sont composés essentiellement de sable et de cendre, de cailloux ; ils regroupent en plus tout type d'ordure citée au-dessus, putrescible, papier-carton, plastique, verre, textile, métaux et aussi des piles, médicaments périmés, etc.

Un tri par catégorie est impossible, vu l'état dans lequel sont mélangés ces déchets. Leur contribution au tonnage est très éminente, il est de l'ordre de 21,5%. Cette grande valeur de pourcentage, montre bien d'une part l'intérêt de la séparation des déchets depuis la source et d'autre part l'existence de différents bacs pour chaque type de déchets dans les quartiers.

Hypothèse :

Au cours de notre étude nous n'avons pas pu faire un échantillonnage pour caractériser les déchets entrant au CET, à cause de la limite du temps, et des moyens financiers qui représentent une contrainte majeure et ne permettent pas d'avoir plus de travail.

Pour cela, nous supposons que la composition des déchets solides urbains ne change pas lorsque les déchets arrivent au CET.

4.2.1.2. Paramètres physiques et chimiques :**a. Densité :**

Plusieurs mesures ont été réalisées pour la détermination de la densité des déchets en amont (avant collecte) et en aval (après acheminés au CET). Pour les déchets en amont, la mesure est réalisée directement sur les bacs qui sont pesés pleins et vides et leurs volumes étant connus (240 litre, 660 litre) ; et pour les déchets entrants au CET, la mesure est réalisée sur les camions et bennes entrants sur le site. Les bennes sont pesées à l'entrée et à la sortie sur le pont bascule, le volume étant connu nous faisons un rapport de la masse et du volume pour tous les camions. Ainsi la densité obtenue est la moyenne des différentes mesures. L'on a obtenu des résultats comme ce de suite :

- Densité dans un bac avant collecte : 0.21 soit 210 kg/m³.
- Densité dans un camion avec ridelle : 0.34 soit 340 kg/m³.
- Densité dans un camion a benne tasseuse : 0.65 soit 650 kg/m³.

La connaissance de la densité est déterminante pour optimiser le mode de gestion des déchets solides urbains permet par conséquent de déterminer le choix des camions poubelles et leurs nombres de rotation pendant la collecte et le transport des déchets, aussi au CET on peut déterminer le choix des engins d'exploitation et leur utilisation (nombre de passes de compactage, pression exercée au sol etc.). La densité est utilisée dans les modèles de prédiction de la quantité de biogaz dans les décharges (AINA, 2006). Mais un tassement élevé (densité > 800 kg/m³) n'est pas recommandé pour la production de biogaz parce qu'il réduit la teneur en eau en détruisant l'espace poreux du stockage (Rosa-Lama et al., 2003 in AINA, 2006).

b. Teneur en matière organique :

La teneur en matière organique a été réalisée sur les putrescibles et les divers (fines) pour déterminer la biodégradabilité des déchets.

Tableau 13 : Teneur en matière organique des différents composants des déchets.

| Communes Catégories | Daya | Ghardaïa | Bounoura | El Atteuf | MO moyen (%) |
|--------------------------------------|-------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------------------|
| <i>Putrescibles</i> | 55.7 | 64.9 | 62.4 | 54.7 | 59.4 |
| <i>Divers (Fines)</i> | 40.7 | 43.6 | 43.1 | 39.5 | 41.7 |

Les putrescibles et les divers (fines), les fractions les plus importantes en termes de quantités enfouies (67%) présentent une forte teneur en matière organique, respectivement 59,4 et 41,7% de substance organique. Cette teneur en matière organique montre l'importance de la charge organique enfouie.

Le potentiel méthanogène des déchets est lié à la teneur en carbone biodégradable et varie donc en fonction du type des déchets stockés.

Une tonne de carbone dégradé en biogaz génère 1870 m³ de biogaz dont 1120 m³ de méthane. En fonction de la teneur en carbone organique biodégradable, le potentiel méthanogène des déchets varie entre 40 à 120 m³ de méthane par tonne de déchets stockés (ADEME 2001).

c. Taux d'humidité :

Le taux d'humidité moyen mesuré est de 46% pour les putrescibles. Les divers (fines) constitués en majeure partie par du sable, des pierres et une faible proportion de putrescibles ont une teneur de l'ordre de 6.3%.

Tableau 14 : Humidité des différents composants des déchets urbains de la vallée du M'Zab.

| Communes Catégories | Daya | Ghardaïa | Bounoura | El Atteuf | Humidité moyen (%) |
|--------------------------------------|-------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------------------------|
| <i>Putrescibles</i> | 44.3 | 46.6 | 49.2 | 43.9 | 46 |
| <i>Divers (Fines)</i> | 3.8 | 6.4 | 10.3 | 4.7 | 6.3 |

Ce taux pour les putrescibles est valable en été où les déchets sont relativement trop humides à cause des fruits et légumes de saison ; et il est inférieur à la moyenne nationale qui est de 65% environ.

Le déficit en eau est l'un des principaux facteurs limitant de l'activité méthanogène en CET. L'eau étant non seulement indispensable aux réactions biochimiques mais elle permet aussi l'échange de nutriments et de microorganismes au moyen de pontages capillaires. L'humidité est donc nécessaire pour la dégradation. (AINA, 2006).

Pour fonctionner, les bioréacteurs ont besoin d'un apport constant d'humidité. (SHEARER, 2001) considère que la teneur en humidité maximale pour optimiser la dégradation est au-dessus de 45%. Ce qui est le cas pour les déchets enfouis dans le CET.

L'humidité est un paramètre dépendant beaucoup de la composition des déchets. Aussi la production de lixiviat et de biogaz est-elle fonction de l'humidité dans le massif de déchets.

Certains auteurs indiquent que la production du biogaz est ralentie très fortement et tend à s'annuler pour une humidité inférieure à 20% (Lee et Jones-Lee, 2004 in AINA, 2006). La mesure de la teneur moyenne en eau permet d'évaluer, entre des valeurs d'humidité des déchets compris entre 20 et 70%, la productivité en biogaz et indirectement, de déterminer le temps requis jusqu'à la stabilisation biologique de la décharge.

d. Pouvoir calorifique :

Le pouvoir calorifique devant être calculé par des moyens non disponibles localement, nous pouvons estimer théoriquement le pouvoir calorifique à environ de 5800 kj/kg (TABET, 2001).

4.2.2. Evaluation quantitative des déchets solides urbains :

4.2.2.1. Estimation de la production moyenne de déchets par habitant :

En règle générale, la quantité des déchets solides urbains produite par une collectivité est variable et elle dépend de plusieurs facteurs d'ordre saisonnier, de son développement social dans le temps. En outre, elle est essentiellement fonction de :

- **Niveau de vie** : Elle croit dans des proportions importantes.

- **Période de l'année** : Elle est minimale pendant les périodes de mois sacré de Ramadan, de vacances et fin de semaines, alors qu'elle est assez riche en produits fermentescibles (organiques), lors de la récolte de culture maraîchère.
- **Mode de vie des habitants** : La collecte quotidienne des déchets est largement influencée par le flux de déplacements quotidiens de la population entre la ville et les agglomérations avoisinantes.
- **L'intensité de froid** : On récupère davantage de cendres dans le cas où les moyens de chauffage sont relativement anciens lesquels sont basés sur l'utilisation du charbon et du bois.

Indépendamment de tous ces facteurs, les quantités de déchets sont exprimées en poids ou en volume. Toutefois, compte tenu des nouvelles méthodes de collecte basées sur la compression des déchets, seul le poids constitue une mesure précise du tonnage.

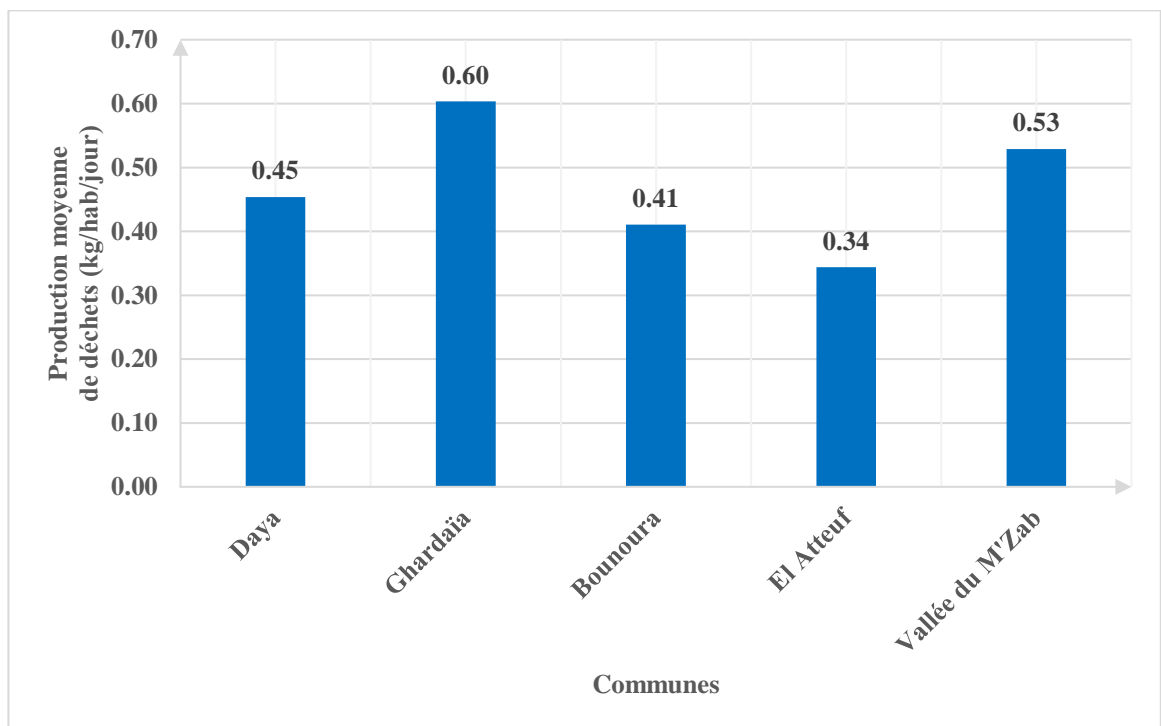


Figure 20 : Estimation de la production moyenne de déchets solides urbains.

Dans notre étude, on considèrera également la production par habitant laquelle est une donnée fort utile : Cette dernière est le quotient du tonnage total collecté par le nombre d'habitants desservis par unité de temps (jour ou an). Les données statistiques de quatre (04) communes de la vallée du M'Zab nous ont permis d'établir les renseignements suivants :

- Nombre d'habitants des 04 communes : 203889 habitants.
- Quantité de déchets des 04 communes : 107825 kg/jour soit 39 356 210 kg/an.

À travers les résultats obtenus, nous notons que la différence est claire de la production des déchets par habitant, entre la capitale de la wilaya de Ghardaïa (0,6 kg/hab/j) et les autres communes (Bounoura : 0,41 kg/hab/j – El Atteuf : 0,34 kg/hab/j – Daya : 0,45 kg/hab/j), cette différence principalement en raison du mouvement quotidien des individus vers la commune de Ghardaïa.

La valeur moyenne de production de déchets par habitant par jour est :

- 0,53 kg/hab/jour soit 193 kg/hab/an.

En effet, la collecte ne s'effectue pas à 100% de manière très régulière dans toutes les communes. Cette pondération est nécessaire pour pallier à toute erreur d'évaluation car il est plus prudent d'envisager des données optimistes que de courir le risque d'une sous-estimation.

En tout de cause, une production de 530 grammes par personne et par jour dans une ville du sud paraît raisonnable comparativement aux données des rares études ayant été effectuées à toutes les grandes villes.

4.2.2.2. Détermination de la quantité des déchets valorisables :

Au vu de la composition des déchets solides urbains de la vallée du M'Zab, la partie récupérable réside essentiellement dans le plastique, le papier-carton, et les métaux. Pour la matière putrescible, elle peut être valorisée par compostage mais cela suppose une collecte sélective rigoureuse en amont, c'est-à-dire lors de la pré-collecte.

D'après (EPWG-CET, 2017) les matériaux récupérés au niveau du centre d'enfouissement technique de la vallée du M'Zab sont : le papier-carton, le bois, le textile, le plastique, et les métaux. Par conséquent, nous avons estimé les quantités des déchets récupérés et la quantité des déchets enfouis à partir de la quantité totale entrée dans le CET, selon le tableau ci-dessous:

Tableau 15 : Estimation des déchets solides valorisables.

| Commune | | Daya | Ghardaïa | Bounoura | El Atteuf | Total |
|--|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------|
| Unité | % | Tonnes/an | Tonnes/an | Tonnes/an | Tonnes/an | Tonnes/an |
| Q_a | 100 | 2411.13 | 28245.9 | 6332.3 | 2366.88 | 39356.21 |
| <i>Putrescibles</i> | 42.5 | 1024.73 | 12004.51 | 2691.23 | 1005.92 | 16726.39 |
| <i>Papiers-cartons</i> | 14.75 | 355.64 | 4166.27 | 934.01 | 349.11 | 5805.04 |
| <i>Bois</i> | 0.85 | 20.49 | 240.09 | 53.82 | 20.12 | 334.53 |
| <i>Textiles</i> | 0.85 | 20.49 | 240.09 | 53.82 | 20.12 | 334.53 |
| <i>Plastiques</i> | 14.4 | 347.20 | 4067.41 | 911.85 | 340.83 | 5667.29 |
| <i>Verres</i> | 1.3 | 31.34 | 367.20 | 82.32 | 30.77 | 511.63 |
| <i>Métaux</i> | 3.85 | 92.83 | 1087.47 | 243.79 | 91.12 | 1515.21 |
| <i>Divers</i> | 21.5 | 518.39 | 6072.87 | 1361.44 | 508.88 | 8461.59 |
| La Quantité estimée de déchets solides récupérés au CET – v. M'Zab | | | | | | 13656.60 |
| La Quantité estimée de déchets solides enfouis au CET – v. M'Zab | | | | | | 25699.61 |

Au vu de ce tableau, on peut remarquer l'importance du gisement de déchets récupérables, néanmoins il est utile de souligner que même si une collecte sélective est mise en place et combien même la population adhérera à cette forme de tri en amont, ces déchets ne pourront en aucun cas être recyclés en totalité.

Le taux très faible en déchets récupérables est remarquable. Ceci est peut expliquer par le tri informel effectué par les chiffonniers au niveau des conteneurs et des points de collecte, soit avant la collecte des déchets par les camions poubelles et leur transport au CET.

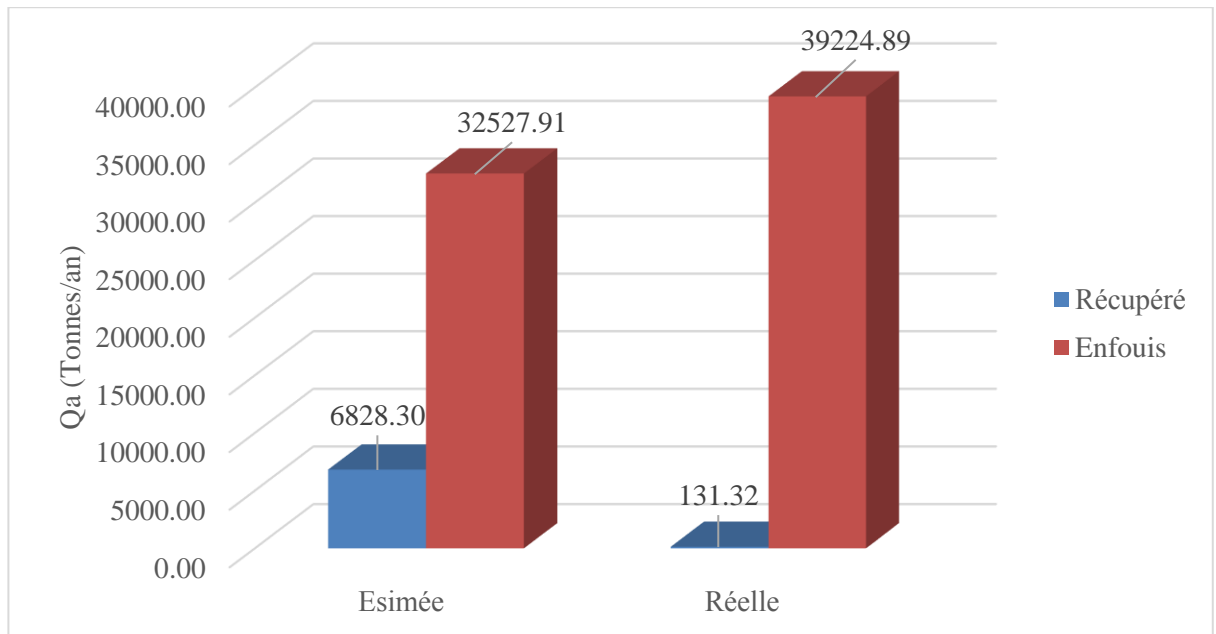


Figure 21 : Comparaison entre la quantité annuelle estimée et réelle des déchets.

La quantité réelle de déchets récupérés au CET de la vallée du M'Zab en 2016 est **131,32 Tonnes/an** (Tableau 16), elle est représentée seulement **0,33%** de la quantité totale des déchets. Tandis que on peut estimer dans le cas optimiste un taux de de récupération variant de 20 à 50% de la quantité estimée de déchets solides récupérés au CET, c'est-à-dire entre **2731,32 à 6828,3 Tonnes/an** qui représente **6,95 à 17,35%** de la quantité totale des déchets. Ceci est dû d'une part de rendement de la collecte sélective et aussi au fait qu'une partie des déchets souillés ne peut être recyclable. Outre la collecte sélective, la mise en marche du centre de tri permettre de ciblée une gamme très importante de déchets notamment le plastique, les métaux et les papiers-cartons.

Concernant le compostage des matières organiques biodégradable, il est possible d'envisager dans un premier temps la valorisation de déchets verts constitués de déchets de marchés et ceux de jardinage qui peut représenterait environ **5%** de la quantité totale des putrescibles soit **800 Tonnes/an**. Le compostage d'une telle quantité produirait la moitié sous forme de compost de très bonne qualité soit **400 Tonnes/an** et avec des équipements peu coûteux.

A noter aussi que la quantité réelle de déchets enfouis au CET en 2016 est **39224,89 Tonnes/an** (Tableau 16), qui représente **99,67%** de la quantité totale des déchets. Par contre, et suivant l'estimation effectuée on peut enfouir **32527,91 Tonnes/an** au maximum, c'est-à-dire la réduction de **17%** de la quantité réelle de déchets enfouis, cela augmente la durée de vie du CET de trois (03) ans environ (de **15 à 18 ans**).

Tableau 16 : Récapitulatif des résultats de la quantité des déchets urbains du CET - v. MZab (2016).

| Mois | Communes | Daya | Ghardaïa | Bounoura | El Atteuf | Total | Récupérer | Enfouis |
|-----------------------------|----------|---------|----------|----------|-----------|----------|---------------|-----------------|
| Janvier | | 201.11 | 2277.85 | 511.8 | 193.32 | 3184.08 | 19.72 | 3164.36 |
| Février | | 184.66 | 2254.78 | 472.78 | 165.48 | 3077.7 | 3.38 | 3074.32 |
| Mars | | 210.5 | 2506.51 | 545.02 | 206.16 | 3468.19 | 15.12 | 3453.07 |
| Avril | | 180.9 | 2259.38 | 529.7 | 178.16 | 3148.14 | 12.96 | 3135.18 |
| Mai | | 232.16 | 2398 | 597.24 | 213.5 | 3440.9 | 7.84 | 3433.06 |
| Juin | | 202.54 | 2422.48 | 500.58 | 178.56 | 3304.16 | 3.62 | 3300.54 |
| Juillet | | 182.76 | 2314.68 | 498.92 | 192.6 | 3188.96 | 5.9 | 3183.06 |
| Aout | | 191.78 | 2226.06 | 474.2 | 194.88 | 3086.92 | 5.52 | 3081.4 |
| Septembre | | 216.6 | 2407.94 | 565.52 | 212.62 | 3402.68 | 3.9 | 3398.78 |
| Octobre | | 206.88 | 2546.28 | 549.16 | 207.24 | 3509.56 | 0 | 3509.56 |
| Novembre | | 200.76 | 2276.18 | 527.04 | 196.82 | 3200.8 | 45.96 | 3154.84 |
| Décembre | | 200.48 | 2355.76 | 560.34 | 227.54 | 3344.12 | 7.4 | 3336.72 |
| Q _a (Tonne/an) | | 2411.13 | 28245.9 | 6332.3 | 2366.88 | 39356.21 | 131.32 | 39224.89 |
| Population* (habitants) | | 14555 | 128234 | 42248 | 18852 | 203889 | | |
| Q _{hab} (kg/hab/j) | | 0.45 | 0.60 | 0.41 | 0.34 | 0.53 | | |

(*) Projection de la population 2016 (DPSSB, 2014).

4.2.3. Estimation de la quantité de biogaz des déchets enfouis :

La productivité en biogaz dépend beaucoup plus étroitement de la proportion entre déchets de cuisine, papiers-cartons et déchets de jardin. Les autres éléments tels que le bois et le textile mettant plus de temps pour se dégrader.

Le potentiel méthanogène des différents types de déchets classés en trois fractions :

1. Rapidement dégradables (déchets de cuisine).
2. Moyennement dégradables (papiers cartons, feuilles végétaux).
3. Lentement dégradables (textiles).

Certains paramètres autres que ceux dépendant des déchets favorisent la production de biogaz, comme la température des déchets qui ont été enfouis, le climat de la région, le mode d'exploitation d'un casier.

A travers les résultats précédents de la quantité de déchets enfouis, qui sont respectivement :

- Quantité estimée : 32527,91 Tonnes/an soit **2710650 kg/mois**.
- Quantité réelle : 39224,89 Tonnes/an soit **3268740 kg/mois**.

Nous avons calculé la quantité de biogaz émis au niveau du CET de la vallée du M'Zab par l'utilisation de modèle EPA. Le tableau ci-dessous traduit l'évolution théorique de la production de gaz sur le CET. Si l'on considère que le biogaz est constitué essentiellement de CH₄ et de CO₂ avec une composition de 50% pour le méthane à l'état actuel (Cas de la quantité réelle), et de 55% à l'état optimal (Cas de la quantité estimée) parce que dans ce dernier le biogaz est de bonne qualité par rapport l'état actuel, car le taux de la matière putrescible est plus important.

Le graphique suivant va nous permettre de comparer les estimations de production de biogaz données par les deux états :

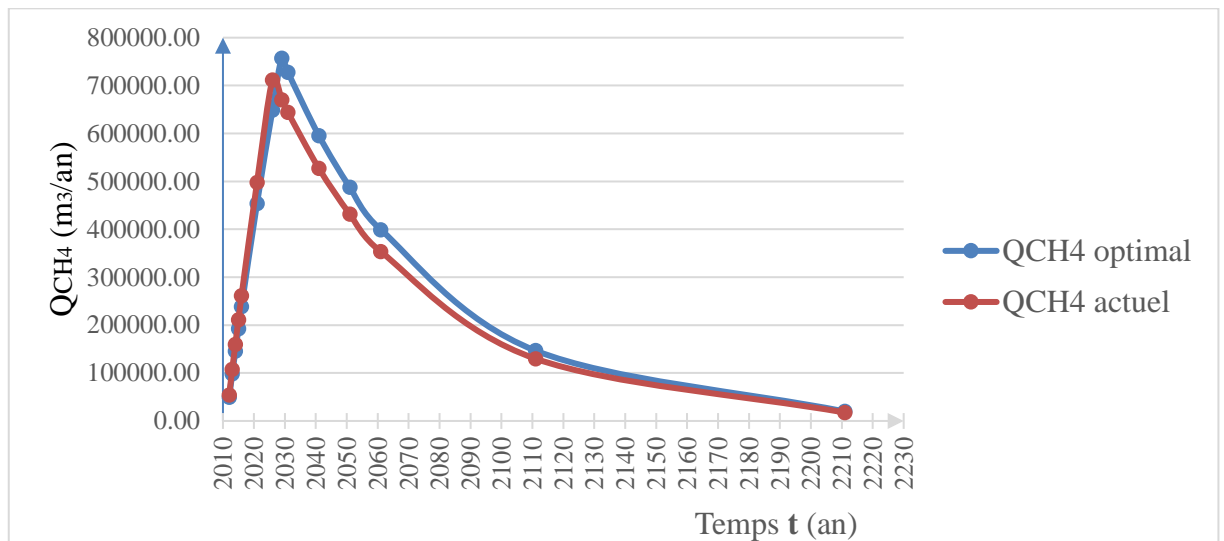


Figure 22 : Estimation de la quantité de biogaz et de méthane sur le CET - v. M'Zab (EPA)

Cette production varie au cours de la dégradation du déchet. Elle se stabilise à son maximum durant la phase méthanogène, puis devient minimale au cours de la maturation des déchets, caractérisant la fin du mécanisme de dégradation.

On s'aperçoit que l'état optimal donne des résultats mieux que l'état actuel, surtout que la période d'exploitation est augmentée de 15 à 18 ans. Et car le taux des putrescibles est plus élevé, la quantité de méthane produite dans l'état optimal est supérieure que l'état actuelle.

Cette modélisation permet de prévoir les émissions de biogaz non seulement afin de dimensionner l'installation mais également afin d'évaluer les impacts potentiels sur l'environnement. De plus, il faut noter que ce modèle ne prend pas en compte le fait que Ghardaïa possède un climat sec. Cependant la modélisation ne remplace pas la nécessité de mesures et d'analyses sur le terrain du biogaz produit. Elles permettront de surveiller la production au plus près et de contrôler les phases d'évolution de la composition du biogaz.

L'analyse permettra d'évoquer les forces, faiblesse et les contraintes et atouts relatifs à une production optimale de biogaz.

L'estimation de la quantité de biogaz porte à croire qu'une éventuelle récupération est possible. Cependant il n'a pas été réalisé de mesure pour confirmer cette valeur qui pourrait être surestimée et aucune analyse de la qualité du gaz n'a été opérée pour déterminer sa composition.

Conclusion et recommandations

Conclusion et recommandations :

Suivant l'état des lieux et après l'interprétation de nos résultats, et malgré les anomalies qui nous avons constaté au terrain, l'état actuel font ressortir que la gestion des déchets solides urbains dans la vallée du M'Zab peut s'améliorer au court terme, par l'amélioration des services de nettoyage au niveau des quatre (04) communes de la vallée, dans le domaine de formation sur la gestion moderne des déchets.

Les déchets solides urbains constituent une source importante de substrats de fermentation anaérobie : une personne produit en moyenne 0,53 kg de déchet/ jour, soit 193 kg/an, dont plus de 57% correspondent à une fraction biodégradable, constituée de putrescibles et de papier-carton. Aussi faut-il dire que le captage futur du biogaz en quantité et en qualité suppose d'une part une évacuation des déchets provenant des moyens et hauts standings et un tri effectué à la source et dans les centres de transferts d'autre part.

Le problème de traitement et de valorisation des déchets peut remédier vu que les moyennes disponibles en matière de collecte, de transport et de traitement. Cependant, on a noté au cours de cette étude un taux de 99,67% de déchets acheminés vers le CET sont enfouis, ce qui peut réduire à 80% environ. Les déchets récupérés peuvent être augmentés de 0,33% à 17% environ.

La composition des déchets et la teneur en matière organique concourent à dire que les déchets enfouis dans les casiers du CET produisent une quantité suffisante de biogaz bien que soumis aux variations climatiques. En ce sens que les déchets acheminés au CET ont un taux d'humidité de 46% et une teneur en matière organique de 59,4% pour les putrescibles fermentescibles permettra d'assurer la méthanogénèse, donc une production de biogaz qui peut être collecté, stocké et en l'utilisant comme carburant. Par ailleurs des études plus poussées doivent être menées pour confirmer ou infirmer ces résultats.

L'étude a cependant eu des insuffisances liées particulièrement à l'absence de moyens matériels pour la détermination d'autres paramètres plus qu'un important. Ainsi à l'issue des investigations menées tout au long de notre travail, les résultats obtenus, analysés et commentés dans les chapitres précédents, nous conduisent aux recommandations ci-dessous exposées :

- ❖ Lance un programme pour sensibiliser les consommateurs et les industriels à effectuer le tri des déchets qu'ils produisent : le tri à la source.

- ❖ La formation continue de tous les personnes qui travaillent dans le domaine sur la gestion moderne de déchet.
- ❖ Ouvrir des déchetteries de quartiers pour encourager les citoyens à la collecte sélective.
- ❖ Ouvrir des centres de collecte au niveau de chaque commune (1 CC par secteur).
- ❖ Réalisation d'une station de transfert.
- ❖ La caractérisation périodique des déchets en amont et en aval suivant les saisons ; cette activité permettrait de suivre l'évolution de la quantité des fractions valorisable et enfuis.
- ❖ Amélioration du transport des déchets vers le CET.
- ❖ La mise en marche du centre de tri au niveau du CET.
- ❖ Installation d'un incinérateur c'est possible pour éliminer les déchets de soin.
- ❖ La combustion de biogaz dans une torchère, lorsque la composition du biogaz n'est pas encore stabilisée.
- ❖ Installation d'un système de stockage de biogaz, lorsque la composition du biogaz est stabilisée.
- ❖ Valorisation du biogaz (électricité, chauffage, carburant, cogénération, ...).
- ❖ Réalisation d'une unité de compostage.

Références bibliographiques

Références Bibliographiques :

1. **ABDERREZAK S., 2000.** Gestion des déchets solides en Algérie. Séminaire sur la gestion intégrée des déchets solide, Alger. pp 31-34.
2. **ADEME., 2001.** Déchets organiques - Essai agronomique de plein champ d'un compost de déchets verts (résultats 8e année d'expérimentation). Paris, France.
3. **AINA M. P., 2006.** Expertises des centres d'enfouissement techniques de déchets urbains dans les Pays En Développement (PED) : contribution à l'élaboration d'un guide méthodologique et à sa validation expérimentale sur sites. Thèse de doctorat, université de Limoges 236p.
4. **ANONYME., 2001.** CNRS, INRA, INSERM Gestion des déchets : guide pour les établissements publics d'enseignement supérieur ou de recherche. 194p.
5. **AUGRIS M., 2002.** Gestion des déchets : guide pour les établissements publics d'enseignement supérieur ou de recherche. La gestion des déchets. Ed. L'INRA, pp 6-54.
6. **AZIZ AEK, TAKHRIS T., 2004.** Aspect physico-chimique de la nappe phréatique de la vallée du M'Zab, Thèse PFE d'ingénieur, Centre Universitaire Khmisse Maliana.
7. **BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953.** Saison sèche et indice xérothermique. Bull. soc. hist. nat. Toulouse. pp 193-239.
8. **BALET J M., 2008.** Aide-mémoire de la gestion des déchets. 2ème édition. Dunod, paris. pp 7-94.
9. **BALET J M., 2016.** Aide-mémoire de la gestion des déchets. 5ème édition. Dunod, paris. pp 10-11.
10. **BERTOLINI G., 1990.** Le marché des ordures. Edition : L'harmattan, Paris.
11. **BILLARD H., (2000).** Centre de stockage des déchets, impacts et prospective. Technique de l'ingénieur. Série G, traité Environnement, (2100) France 11p.
12. **CHENANE A., 2008.** Analyse des coûts de la gestion des déchets ménagers en Algérie. Revue campus N°10. ISSN 1112-783X. UMMTO. pp 29-42.

13. **DAJOZ R., 1971.** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434p.
14. **DAJOZ R., 1982.** Précis d'écologie. Ed. Gautier Villars, Paris, 503p.
15. **DPSB., 2014.** Monographie de la wilaya de Ghardaïa.
16. **DREUX P, 1980.** Précis d'écologie. Ed. Presses universitaires de France, Paris, 231p.
17. **FAURIE C, FERRA C, MEDORI P, DEVAUX J, 1980.** Ecologie. Ed. Baillière. Paris. 168p.
18. **FAURIE C., FERRA C., MEDORI P., DEREAX J., HEMPTINNE J., 2006.** Ecologie : Approche scientifique et pratique. 5ème édition. Ed. Baillière, Paris. pp 343-356.
19. **HILIGSMANN S., LARDINOIS M. RODRIGUEZ C., KAPEPULA D., MHIRI F., MAROUANI L., BENZARTI A., POHL D., CHAMBLIN J.F. ANTOINE J.N., NOEL J.M., THONART P., 2001.** Investigation of the biological activity in MSW Landfills under dry climates (Tunisia and Haïti). Proceedings Sardinia, Eight International Waste management landfill symposium. Cagliari, Italy 4: 131-138.
20. **HUTCHINSON M., 2007.** Vos déchets et vos : un guide pour comprendre et agir. Ed : Multi Mondes, Canada. 195p.
21. **GIZ., 2014.** Rapport sur la gestion des déchets solides en Algérie.
22. **M.A.T.E., 2003.** Le guide des techniques communales pour la gestion des déchets ménagers et assimilés.
23. **MUTIN L., 1977.** La Mitidja. Décolonisation et espace géographique. Ed. Office Publications Univ., Alger, 607p.
24. **NAGHEL M., 2003.** La gestion des déchets solide urbains : cas d'étude : ville de Msila. Mémoire de magistère en gestion écologique de l'environnement urbain. Université Mohamed Boudiaf. 202p.
25. **PIERRE S. assisté d'YVES GAUTIER. I., 1976.** Les encyclopédies du savoir moderne. L'homme et son environnement. 510p.

26. **RAMADE F., 1984.** Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. McGraw-Hill, Paris, 379p.
27. **RAMADE F., 2003.** Eléments d'écologie, - Ecologie fondamentale. Ed. Dunod, Paris, 690p.
28. **SCRIBAN. R., 1993.** Biotechnologie. Edition : coordonnateurs, 4ème éd. Paris. 904p.
29. **SHEARER B., 2001.** Enhanced biodegradation in landfills. Master of Science in Environmental Engineering, Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, 50 Pages.
30. **STEWART P., 1969.** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Bull. Doc. Hist. Natu. Agro. pp 24- 25.
31. **Tabet Aoul M., 2001.** Types de traitement des déchets solides urbains (Evaluation des coûts et impacts sur l'environnement), ARCE, Oran. 94p.
32. **VIAL Y. et VIAL M., 1974.** Sahara milieu vivant. Ed Hatier, Paris, 223p.
- Référence électronique :**
33. **TUTIEMPO, 2017.** <http://www.tutiempo.net>

Annexes

Annexe 1 : Loi n° 01-19 du 27 Ramadhan 1422 correspondant au 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.

| 30 Ramadhan 1422 15 décembre 2001 | JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 77 | 7 |
|--|--|---|
| <p data-bbox="916 1352 1453 1429">Loi n° 01-19 du 27 Ramadhan 1422 correspondant au 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.</p> <p data-bbox="938 1489 1222 1514">Le Président de la République,</p> <p data-bbox="932 1536 1442 1561">Vu la Constitution, notamment ses articles 122 et 126 ;</p> <p data-bbox="916 1583 1453 1733">Vu le décret présidentiel n° 98-158 du 19 Moharram 1419 correspondant au 16 mai 1998 portant adhésion, avec réserve, de la République algérienne démocratique et populaire, à la convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination ;</p> <p data-bbox="916 1756 1453 1809">Vu l'ordonnance n° 66-03 du 26 mars 1966 relative aux zones et aux sites touristiques ;</p> <p data-bbox="916 1832 1453 1886">Vu l'ordonnance n° 66-154 du 8 juin 1966, modifiée et complétée, portant code de procédure civile ;</p> <p data-bbox="916 1908 1453 1962">Vu l'ordonnance n° 66-155 du 8 juin 1966, modifiée et complétée, portant code de procédure pénale ;</p> | | |

Vu l'ordonnance n° 66-156 du 8 juin 1966, modifiée et complétée, portant code pénal ;

Vu l'ordonnance n° 76-80 du 23 octobre 1976, modifiée et complétée, portant code maritime ;

Vu la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement ;

Vu la loi n° 83-17 du 16 juillet 1983, modifiée et complétée, portant code des eaux ;

Vu la loi n° 84-12 du 23 juillet 1984, modifiée et complétée, portant régime général des forêts ;

Vu la loi n° 84-17 du 7 juillet 1984, modifiée et complétée, relative aux lois de finances ;

Vu la loi n° 85-05 du 16 février 1985, modifiée et complétée, relative à la protection et à la promotion de la santé ;

Vu la loi n° 87-05 du 27 janvier 1987 relative à l'aménagement du territoire ;

Vu la loi n° 87-17 du 1er août 1987 relative à la protection phytosanitaire ;

Vu la loi n° 88-08 du 26 janvier 1988 relative aux activités de médecine vétérinaire et à la protection de la santé animale ;

Vu la loi n° 89-02 du 7 février 1989 relative aux règles générales de protection du consommateur ;

Vu la loi n° 90-08 du 7 avril 1990 relative à la commune ;

Vu la loi n° 90-09 du 7 avril 1990 relative à la wilaya ;

Vu la loi n° 90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme ;

Vu la loi n° 98-04 du 20 Safar 1419 correspondant au 15 juillet 1998 relative à la protection du patrimoine culturel ;

Vu la loi n° 01-13 du 17 Jomada El Oula 1422 correspondant au 7 août 2001 portant orientation et organisation des transports terrestres ;

Après adoption par le Parlement ;

Promulgue la loi dont la teneur suit :

TITRE I

DISPOSITIONS GENERALES

Chapitre I

Objet et champ d'application

Article 1er. — La présente loi a pour objet de fixer les modalités de gestion, de contrôle et de traitement des déchets.

Art. 2. — La gestion, le contrôle et l'élimination des déchets reposent sur les principes suivants :

— la prévention et la réduction de la production et de la nocivité des déchets à la source ;

— l'organisation du tri, de la collecte, du transport et du traitement des déchets ;

— la valorisation des déchets par leur réemploi, leur recyclage ou toute autre action visant à obtenir, à partir de ces déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie ;

— le traitement écologiquement rationnel des déchets ;

— l'information et la sensibilisation des citoyens sur les risques présentés par les déchets et leur impact sur la santé et l'environnement, ainsi que les mesures prises pour prévenir, réduire ou compenser ces risques.

Art. 3. — Au sens de la présente loi on entend par :

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

Déchets ménagers et assimilés : tous déchets issus des ménages ainsi que les déchets similaires provenant des activités industrielles, commerciales, artisanales et autres qui, par leur nature et leur composition, sont assimilables aux déchets ménagers.

Déchets encombrants : tous déchets issus des ménages qui en raison de leur caractère volumineux ne peuvent être collectés dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés.

Déchets spéciaux : tous déchets issus des activités industrielles, agricoles, de soins, de services et toutes autres activités qui, en raison de leur nature et de la composition des matières qu'ils contiennent, ne peuvent être collectés, transportés et traités dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes.

Déchets spéciaux dangereux : tous déchets spéciaux qui, par leurs constituants ou par les caractéristiques des matières nocives qu'ils contiennent, sont susceptibles de nuire à la santé publique et/ou à l'environnement.

Déchets d'activité de soins : tous déchets issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif ou curatif, dans les domaines de la médecine humaine et vétérinaire.

Déchets inertes : tous déchets provenant notamment de l'exploitation des carrières, des mines, des travaux de démolition, de construction ou de rénovation, qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique lors de leur mise en décharge, et qui ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou autres éléments générateurs de nuisances, susceptibles de nuire à la santé et/ou à l'environnement.

Générateur de déchets : toute personne physique ou morale dont l'activité génère des déchets.

Détenteur des déchets : toute personne physique ou morale qui détient des déchets.

Gestion des déchets : toute opération relative à la collecte, au tri, au transport, au stockage, à la valorisation et à l'élimination des déchets, y compris le contrôle de ces opérations.

Collecte des déchets : le ramassage et/ou le regroupement des déchets en vue de leur transfert vers un lieu de traitement.

Tri des déchets : toutes les opérations de séparation des déchets selon leur nature en vue de leur traitement.

Traitement écologiquement rationnel des déchets : 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.

Valorisation des déchets : toutes les opérations de réutilisation, de recyclage ou de compostage des déchets.

Elimination des déchets : toutes les opérations de traitement thermique, physico-chimique et biologique, de mise en décharge, d'enfouissement, d'immersion et de stockage des déchets, ainsi que toutes autres opérations ne débouchant pas sur une possibilité de valorisation ou autre utilisation du déchet.

Immersion des déchets : tout rejet de déchets dans le milieu aquatique.

Enfouissement des déchets : tout stockage des déchets en sous-sol.

Installation de traitement des déchets : toute installation de valorisation, de stockage, de transport et d'élimination des déchets.

Mouvement des déchets : toute opération de transport, de transit, d'importation et d'exportation des déchets.

Art. 4. — Les dispositions de la présente loi s'appliquent à tous les déchets au sens de l'article 3 ci-dessus, à l'exception des déchets radioactifs, des effluents gazeux, des eaux usées, des explosifs déclassés, des épaves d'aéronefs et des épaves maritimes.

Art. 5. — Les déchets au sens de la présente loi sont classifiés comme suit :

— les déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux.

— les déchets ménagers et assimilés.
— les déchets inertes.

La nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux, est fixée par voie réglementaire.

CHAPITRE II

OBLIGATIONS GENERALES

Art. 6. — Tout générateur et/ou détenteur de déchets doit prendre les mesures nécessaires pour éviter autant que faire se peut la production de déchets, notamment par :

— l'adoption et l'utilisation des techniques de production plus propres, moins génératrices de déchets,

— l'abstention de mettre sur le marché des produits générant des déchets non biodégradables,

— l'abstention d'utilisation de matières susceptibles de créer des risques pour les personnes, notamment pour la fabrication des emballages.

Art. 7. — Tout générateur et/ou détenteur de déchets est tenu d'assurer ou de faire assurer la valorisation des déchets engendrés par les matières qu'il importe ou écoule et les produits qu'il fabrique.

Art. 8. — Lorsque le générateur et/ou le détenteur de déchets est dans l'impossibilité d'éviter de générer et/ou de valoriser ses déchets, il est tenu d'assurer ou de faire assurer, à ses frais, l'élimination de ses déchets de façon écologiquement rationnelle, conformément aux dispositions de la présente loi et de ses textes d'application.

Art. 9. — La réutilisation d'emballages de produits chimiques pour contenir directement des produits alimentaires est interdite.

Cette interdiction doit être obligatoirement indiquée sur les emballages de produits chimiques, par des signaux apparents avertissant des risques qui menacent la santé des personnes, du fait de la réutilisation de ces emballages pour le stockage de produits alimentaires.

Art. 10. — L'utilisation de produits recyclés susceptibles de créer des risques pour les personnes dans la fabrication d'emballages destinés à contenir directement des produits alimentaires ou des objets destinés à être manipulés par les enfants est interdite.

Les modalités d'application des dispositions du présent article sont fixées par voie réglementaire.

Art. 11. — La valorisation et/ou l'élimination des déchets doivent s'effectuer dans des conditions conformes aux normes de l'environnement, et ce notamment sans :

— mettre en danger la santé des personnes, des animaux et sans constituer des risques pour les ressources en eau, le sol ou l'air, ni pour la faune et la flore ;

— provoquer des incommodités par le bruit ou les odeurs ;

— porter atteinte aux paysages et aux sites présentant un intérêt particulier.

TITRE II

DECHETS SPECIAUX

Chapitre I

Obligations des générateurs et détenteurs

Art. 12. — Il est institué un plan national de gestion des déchets spéciaux.

Art. 13. — Le plan national de gestion des déchets spéciaux porte notamment sur :

— l'inventaire des quantités de déchets spéciaux, particulièrement ceux présentant un caractère dangereux, produites annuellement sur le territoire national,

— le volume global des déchets en stock provisoire et en stock définitif, en les classifiant par catégorie de déchets,

— le choix des options concernant les modes de traitement pour les différentes catégories de déchets,

— l'emplacement des sites et des installations de traitement existants,

— les besoins en capacité de traitement des déchets, en tenant compte des capacités installées, des priorités retenues pour la création de nouvelles installations ainsi que des moyens économiques et financiers nécessaires à leur mise en oeuvre.

Art. 14. — Le plan national de gestion des déchets spéciaux est élaboré par le ministère chargé de l'environnement en coordination avec les ministères chargés de l'industrie, de l'énergie, de la santé, de l'agriculture, du transport, du commerce, des collectivités locales, de l'aménagement du territoire, des ressources en eau, de l'urbanisme, des finances et de la défense nationale, et tout autre organisme ou établissement concernés.

Les modalités et procédures d'élaboration, de publication et de révision de ce plan sont définies par voie réglementaire.

Art. 15. — Les déchets spéciaux ne peuvent être traités que dans des installations autorisées par le ministre chargé de l'environnement conformément aux dispositions réglementaires en vigueur.

Art. 16. — Les générateurs et/ou les détenteurs des déchets spéciaux sont tenus d'assurer ou de faire assurer, à leur charge, la gestion de leurs déchets.

Ils peuvent à cet effet, décider de s'associer dans des groupements agréés chargés de remplir les obligations qui leur incombent.

Les modalités d'agrément de ces groupements sont fixées par voie réglementaire.

Art. 17. — Le mélange de déchets spéciaux dangereux avec d'autres déchets est interdit.

Art. 18. — Les déchets issus des activités de soins doivent obéir à une gestion spécifique. Leur élimination est à la charge des établissements qui les génèrent et doit être pratiquée de manière à éviter toute atteinte à la santé publique et/ou à l'environnement.

Les modalités d'application des dispositions du présent article sont fixées par voie réglementaire.

Art. 19. — Il est interdit à tout générateur et/ou détenteur de déchets spéciaux dangereux de les remettre ou de les faire remettre à :

— toute autre personne que l'exploitant d'une installation autorisée pour le traitement de cette catégorie de déchets,

— tout exploitant d'une installation non-autorisée pour le traitement desdits déchets.

Toute personne qui remet ou fait remettre des déchets spéciaux dangereux est responsable des dégâts et dommages induits par la violation des dispositions du présent article autant que la personne ayant accepté lesdits déchets.

Art. 20. — Le dépôt, l'enfouissement et l'immersion des déchets spéciaux dangereux dans des lieux autres que les sites et les installations qui leur sont réservés sont interdits.

Art. 21. — Les générateurs et/ou les détenteurs des déchets spéciaux dangereux sont tenus de déclarer au ministre chargé de l'environnement les informations relatives à la nature, la quantité et aux caractéristiques des déchets.

Ils sont également tenus de fournir périodiquement les informations ayant trait au traitement de ces déchets, ainsi qu'aux mesures pratiques prises et à prévoir pour éviter autant que faire se peut la production de ces déchets.

Les modalités d'application des dispositions du présent article sont définies par voie réglementaire.

Art. 22. — En cas de non admission des déchets spéciaux dans une installation autorisée pour le traitement de cette catégorie de déchets, l'exploitant de ladite installation est tenu de notifier, par écrit, au détenteur des déchets les raisons ayant motivé son refus et d'en informer le ministre chargé de l'environnement.

En cas de refus non fondé, le ministre chargé de l'environnement prend une décision imposant à l'exploitant de ladite installation le traitement de ces déchets aux frais du détenteur.

La décision précise la nature et la quantité des déchets à traiter et la durée de la prestation imposée.

Art. 23. — Au cas où les déchets sont abandonnés, déposés ou traités contrairement aux prescriptions de la présente loi et de ses textes d'application, la juridiction compétente peut, après mise en demeure du contrevenant, ordonner d'assurer d'office l'élimination desdits déchets à la charge de celui-ci.

Chapitre 2

Mouvement des déchets

Art. 24. — Le transport des déchets spéciaux dangereux est soumis à autorisation du ministre chargé de l'environnement après avis du ministre chargé des transports.

Les modalités d'application des dispositions du présent article sont définies par voie réglementaire.

Art. 25. — L'importation des déchets spéciaux dangereux est strictement interdite.

Les modalités d'application des dispositions du présent article sont définies par voie réglementaire.

Art. 26. — L'exportation et le transit des déchets spéciaux dangereux sont prohibés vers les pays qui en interdisent l'importation et vers les pays qui n'ont pas interdit cette importation en l'absence de leurs accords spécifiques et écrits.

Dans tous les cas, les opérations mentionnées au présent article sont soumises à l'autorisation préalable du ministre chargé de l'environnement. Cette autorisation n'est attribuée que si les conditions suivantes sont remplies :

- le respect des règles et des normes de conditionnement et d'étiquetage internationalement convenus,
- la présentation d'un contrat écrit entre l'opérateur économique exportateur et le centre de traitement,
- la présentation d'un contrat d'assurances présentant toutes les garanties financières nécessaires,

— la présentation d'un document de mouvement signé par la personne chargée de l'opération de transport transfrontières,

— la présentation d'un document de notification signé confirmant le consentement préalable de l'autorité compétente du pays d'importation.

L'autorisation de transit est assortie de l'apposition de scellés sur les conteneurs à l'entrée du territoire national.

Les modalités d'application des dispositions du présent article sont définies par voie réglementaire.

Art. 27. — Lorsque des déchets sont introduits sur le territoire national d'une manière illicite, le ministre chargé de l'environnement doit enjoindre à leur détenteur ou leur transporteur d'assurer leur retour vers le pays d'origine dans un délai fixé par le ministre.

Si le contrevenant ne s'exécute pas, le ministre chargé de l'environnement peut prendre toutes dispositions utiles pour assurer le retour de ces déchets à la charge du contrevenant.

Art. 28. — Lorsque des déchets sont exportés de manière contraire aux dispositions de la présente loi, le ministre chargé de l'environnement doit enjoindre au producteur ou aux personnes ayant contribué à l'exportation d'assurer leur retour sur le territoire national.

En cas d'inexécution, il prend toutes dispositions utiles pour assurer ce retour à la charge des participants à l'opération.

TITRE III

DECHETS MENAGERS ET ASSIMILES

Chapitre 1

Organe de gestion

Art. 29. — Il est institué un schéma communal de gestion des déchets ménagers et assimilés.

Art. 30. — Le schéma communal de gestion des déchets ménagers et assimilés porte notamment sur :

- l'inventaire des quantités des déchets ménagers et assimilés et des déchets inertes produits sur le territoire de la commune ainsi que leur composition et leurs caractéristiques,
- l'inventaire et l'emplacement des sites et installations de traitement existant sur le territoire de la commune,
- les besoins en capacité de traitement des déchets, notamment les installations répondant aux besoins communs de deux communes ou groupement de communes, en tenant compte des capacités installées,

— les priorités à retenir pour la réalisation de nouvelles installations,

— le choix des options concernant les systèmes de collecte, de transport et de tri des déchets, en tenant compte des moyens économiques et financiers nécessaires à leur mise en oeuvre.

Art. 31. — Le schéma communal de gestion des déchets ménagers et assimilés est élaboré sous l'autorité du président de l'assemblée populaire communale.

Ce schéma, qui doit couvrir l'ensemble du territoire de la commune, doit être en accord avec le plan d'aménagement de wilaya (PAW) et approuvé par le wali territorialement compétent.

Les modalités et procédures d'élaboration, de publication et de révision de ce schéma sont définies par voie réglementaire.

Art. 32. — La gestion des déchets ménagers et assimilés relève de la responsabilité de la commune conformément à la législation régissant les collectivités locales.

La commune organise, sur son territoire, un service public en vue de satisfaire les besoins collectifs des habitants en matière de collecte, de transport et, le cas échéant, de traitement des déchets ménagers et assimilés.

Le groupement de deux ou plusieurs communes peut décider de s'associer pour une partie ou la totalité de la gestion des déchets ménagers et assimilés.

Les modalités d'application du présent article sont fixées par voie réglementaire.

Art. 33. — La commune peut concéder, selon un cahier des charges type, tout ou partie de la gestion des déchets ménagers et assimilés ainsi que les déchets encombrants et les déchets spéciaux générés en petite quantité par les ménages, à des personnes physiques ou morales de droit public ou de droit privé, conformément à la législation en vigueur régissant les collectivités locales.

Chapitre 2

Dispositions générales

Art. 34. — Les services publics désignés à l'article 32 de la présente loi comprennent :

— la mise en place d'un système de tri des déchets ménagers et assimilés en vue de leur valorisation ;

— l'organisation de la collecte séparée, le transport et le traitement approprié des déchets spéciaux générés en petite quantité par les ménages, des déchets encombrants, des cadavres d'animaux et des produits du nettoyage des voies publiques des halles et des marchés ;

— la mise en place d'un dispositif permanent d'information et de sensibilisation des habitants sur les effets nocifs des déchets sur la santé publique et/ou l'environnement et sur les mesures destinées à prévenir lesdits effets ;

— la mise en oeuvre de mesures incitatives visant le développement et la promotion de systèmes de tri des déchets ménagers et assimilés.

Art. 35. — Tout détenteur de déchets ménagers et assimilés est tenu d'utiliser le système de tri, de collecte et de transport, mis à sa disposition par les organes désignés à l'article 32 de la présente loi.

Art. 36. — La collecte, le transport et le traitement des déchets ménagers et assimilés issus des activités industrielles, commerciales, artisanales, de soins ou autres activités constituent des prestations rémunérées.

Les modalités d'application du présent article sont fixées par voie réglementaire.

TITRE IV DECHETS INERTES

Art. 37. — La collecte, le tri, le transport et la mise en décharge des déchets inertes sont à la charge de leurs générateurs.

Le dépôt, le rejet et l'abandon des déchets inertes sont interdits sur tout site non désigné à cet effet et notamment sur la voie publique.

Art. 38. — Dans le cadre de son plan d'aménagement et de développement et conformément au schéma de gestion approuvé, la commune initie toute action et mesure visant l'implantation, l'aménagement et la gestion des sites des décharges désignés pour recevoir les déchets inertes.

Art. 39. — Les déchets inertes non valorisables ne peuvent être déposés que dans des sites aménagés à cet effet.

Art. 40. — Les modalités d'application des dispositions du présent titre sont fixées par voie réglementaire.

TITRE V INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES DECHETS

Chapitre 1

Aménagement et exploitation

Art. 41. — Les conditions de choix de sites d'implantation, d'aménagement, de réalisation, de modification, de process et d'extension des installations de traitement des déchets sont régies par la réglementation relative aux études d'impact sur l'environnement et par les dispositions de la présente loi et de ses textes d'application.

Dans le cas où l'installation de traitement est à implanter sur un terrain en location ou en jouissance, la demande tendant à l'obtention de la décision de prise en considération de l'étude d'impact sur l'environnement comporte obligatoirement une pièce attestant que le propriétaire du terrain connaît la nature des activités projetées.

Art. 42. — Toute installation de traitement des déchets est soumise, préalablement à sa mise en service, à :

- une autorisation du ministre chargé de l'environnement pour les déchets spéciaux ;
- une autorisation du wali territorialement compétent pour les déchets ménagers et assimilés ;
- une autorisation du président de l'Assemblée populaire communale territorialement compétent pour les déchets inertes.

Art. 43. — En cas de fin d'exploitation ou de fermeture définitive d'une installation de traitement des déchets, l'exploitant est tenu de réhabiliter le site en vue de le remettre dans son état initial ou dans l'état fixé par l'autorité compétente.

L'exploitant est tenu d'assurer la surveillance du site pendant une période fixée par la notification de fin d'exploitation afin d'éviter toute atteinte à la santé publique et/ou à l'environnement.

Sans préjudice des poursuites pénales qui peuvent être exercées et lorsque l'exploitant refuse de procéder à la remise en état du site, l'autorité administrative compétente effectue d'office et aux frais de l'exploitant les travaux nécessaires à la réhabilitation du site.

Art. 44. — Les prescriptions techniques fixant les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission des déchets au niveau de ces installations de traitement sont fixées par voie réglementaire.

Art. 45. — La mise en activité des installations de traitement des déchets est conditionnée par la souscription d'une assurance couvrant tous les risques y compris les risques d'accidents de pollution.

Chapitre 2

Surveillance et contrôle

Art. 46. — Outre les organes habilités en la matière par les lois et règlements en vigueur, la surveillance et le contrôle des installations de traitement des déchets sont exercés conformément aux dispositions de la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement.

Art. 47. — Les exploitants des installations de traitement de déchets sont tenus de fournir toutes les informations requises aux autorités de surveillance et de contrôle.

Art. 48. — Lorsque l'exploitation d'une installation de traitement des déchets présente des dangers ou des inconvénients graves sur la santé publique et/ou l'environnement, l'autorité administrative compétente ordonne à l'exploitant de prendre immédiatement les mesures nécessaires pour remédier à de telles situations.

Si l'intéressé n'obtempère pas, ladite autorité prend d'office les mesures conservatoires nécessaires aux frais du responsable et/ou suspend tout ou partie de l'activité incriminée.

Art. 49. — Pour l'exercice de la surveillance sus-mentionnée, l'autorité désignée à l'article 46 ci-dessus peut, en cas de besoin, faire appel à une expertise pour effectuer les analyses nécessaires à l'évaluation des nuisances et de leurs impacts sur la santé publique et /ou l'environnement.

TITRE VI

DISPOSITIONS FINANCIERES

Art. 50. — Les coûts inhérents au transport et au traitement des déchets spéciaux et inertes sont à la charge de leurs générateurs et/ou de leurs détenteurs.

La gestion des sites des décharges de déchets inertes constitue selon les modalités de l'article 39 de la présente loi une ressource pour les communes.

Art. 51. — Au sens de la présente loi, la collecte, le transport, le stockage et l'élimination des déchets ou tous autres services se rapportant à la gestion des déchets ménagers et assimilés, donnent lieu à la perception d'impôts, de taxes et de redevances dont la nomenclature et le montant sont fixés par la législation en vigueur.

Art. 52. — Outre les avantages prévus par la législation en vigueur, des mesures incitatives sont octroyées par l'Etat pour encourager le développement des activités de collecte, de tri, de transport, de valorisation et d'élimination des déchets selon des modalités qui sont fixées par la réglementation.

TITRE VII

DISPOSITIONS PENALES

Art. 53. — Est chargée de la recherche et de la constatation des infractions aux dispositions de la présente loi, la police chargée de la protection de l'environnement et ce, conformément aux dispositions de la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement.

Art. 54. — Les infractions aux dispositions de la présente loi sont constatées par des procès-verbaux conformément aux règles prévues par le code de procédure pénale.

Art. 55. — Toute personne physique qui jette, abandonne des déchets ménagers et assimilés ou refuse d'utiliser le système de collecte et de tri mis à sa disposition par les organes désignés à l'article 32 de la présente loi est puni d'une amende de cinq cents (500) à cinq mille dinars (5.000) dinars.

En cas de récidive, l'amende est portée au double.

Art. 56. — Toute personne physique exerçant une activité industrielle, commerciale, artisanale ou toute autre activité, qui jette, abandonne des déchets ménagers et assimilés, ou refuse d'utiliser le système de collecte et de tri mis à sa disposition par les organes désignés à l'article 32 de la présente loi, est punie d'une amende de dix mille (10.000) à cinquante mille (50.000) dinars.

En cas de récidive, l'amende est portée au double.

Art. 57. — Quiconque dépose, jette ou abandonne des déchets inertes sur tout site non désigné à cet effet et notamment sur la voie publique est puni d'une amende de dix mille (10.000) à cinquante mille (50.000) dinars.

En cas de récidive, l'amende est portée au double.

Art. 58. — Toute infraction aux dispositions de l'article 21 de la présente loi est punie d'une amende de cinquante mille (50.000) à cent mille (100.000) dinars.

En cas de récidive, l'amende est portée au double.

Art. 59. — Toute infraction aux dispositions de l'article 10 de la présente loi est punie d'une amende de cent mille (100.000) à deux cent mille (200.000) dinars.

En cas de récidive, l'amende est portée au double.

Art. 60. — Toute infraction aux dispositions de l'article 9 de la présente loi, est punie d'un emprisonnement de deux (2) mois à un (1) an et d'une amende de deux cent mille (200.000) à quatre cent mille (400.000) dinars ou de l'une de ces deux peines seulement.

En cas de récidive, les peines sont portées au double.

Art. 61. — Toute infraction aux dispositions de l'article 17 de la présente loi est punie d'un emprisonnement de trois (3) mois à deux (2) ans et d'une amende de trois cent mille (300.000) à cinq cent mille (500.000) dinars ou de l'une de ces deux peines seulement.

En cas de récidive, les peines sont portées au double.

Art. 62. — Quiconque remet ou fait remettre des déchets spéciaux dangereux en vue de leur traitement, à une personne exploitant une installation non autorisée pour le traitement de cette catégorie de déchets, est punie d'un emprisonnement de six (6) mois à deux (2) ans et d'une amende de quatre cent mille (400.000) à huit cent mille (800.000) dinars ou de l'une de ces deux peines seulement.

En cas de récidive, les peines sont portées au double.

Art. 63. — Quiconque exploite une installation de traitement des déchets sans se conformer aux dispositions de la présente loi est puni d'un emprisonnement de huit (8) mois à trois (3) ans et d'une amende de cinq cent mille (500.000) à neuf cent mille (900.000) dinars ou de l'une de ces deux peines seulement.

En cas de récidive, les peines sont portées au double.

Art. 64. — Quiconque dépose, jette, enfouit, abandonne ou immerge des déchets spéciaux dangereux dans des lieux non réservés à cet effet, est puni d'un emprisonnement de 1 (un) an à trois (3) ans et d'une amende de six cent mille (600.000) à neuf cent mille (900.000) dinars ou de l'une de ces deux peines seulement.

En cas de récidive, les peines sont portées au double.

Art. 65. — Toute infraction aux dispositions de l'article 43 de la présente loi est punie d'un emprisonnement de six (6) mois à dix huit (18) mois et d'une amende de sept cent mille (700.000) à un million (1.000.000) de dinars ou de l'une de ces deux peines seulement.

En cas de récidive, les peines sont portées au double.

Art. 66. — Quiconque importe, exporte ou fait transiter des déchets spéciaux dangereux en infraction aux dispositions de la présente loi est puni d'un emprisonnement de cinq (5) ans à huit (8) ans et d'une amende d'un million (1.000.000) à cinq millions (5.000.000) de dinars ou de l'une de ces deux peines seulement.

En cas de récidive, les peines sont portées au double.

TITRE VIII

DISPOSITION PARTICULIERE

Art. 67. — Il est créé un organisme public chargé de promouvoir les activités de collecte, de tri, de transport, de traitement, de valorisation et d'élimination des déchets.

Ses missions ainsi que les modalités de son organisation et de son fonctionnement sont fixées par voie réglementaire.

30 Ramadhan 1422
15 décembre 2001

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 77

15

TITRE IX
DISPOSITIONS TRANSITOIRES

Art. 68. — Les communes de plus de 100.000 habitants disposent d'un délai de deux (2) ans, à compter de la date de publication de la présente loi au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire, pour se conformer aux dispositions de l'article 29 de la présente loi.

Art. 69. — Les exploitants des installations existantes de traitement des déchets spéciaux et des déchets ménagers et assimilés disposent d'un délai de cinq (5) ans, à compter de la date de publication de la présente loi, pour se conformer aux dispositions de la présente loi.

Art. 70. — Les exploitants des sites des déchets inertes, disposent d'un délai de trois (3) ans, à compter de la date de publication de la présente loi, pour se conformer aux dispositions de la présente loi.

Art. 71. — Les détenteurs de stocks existants de déchets spéciaux et de déchets spéciaux dangereux disposent d'un délai de deux (2) ans, à compter de la date de publication de la présente loi, pour se conformer aux dispositions de la présente loi.

Art. 72. — La présente loi sera publiée au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 27 Ramadhan 1422 correspondant au 12 décembre 2001.

Abdelaziz BOUTEFLIKA.



Annexe 2 : Guide d'entretien adressé aux personnes impliquées dans la gestion des déchets dans les 04 communes de la vallée du M'Zab.

Guide d'entretien (Commune)

Entretien avec les responsables de l'APC et les acteurs impliqués dans la gestion de déchets solide urbains.

Thème : Etude sur le traitement et valorisation des déchets solides urbains à la wilaya de Ghardaïa. Cas de la vallée du M'Zab.

But : Ce guide nous permettra d'avoir les informations sur la question de la gestion des déchets solides urbains, la collecte, le flux des déchets, le transport, afin de pouvoir disposer d'outils d'analyse ?

Quels sont les moyens humains affectés dans la gestion de déchets solides ?

Effectif total = Agents.

✓ **Zone carrossable :**

.....

✓ **Zone non carrossable :**

.....

✓ **Personnel d'entretien et maintenance :**

.....

Combien de camions assurent la collecte et le transport des déchets à la décharge ?

Nombre des camions = Camions.

| Marque | Type de benne* | Année | Volume (m ³) | Capacité (tonne) | Etat | N° de Rotation par jour | Horaire de travail |
|--------|----------------|-------|--------------------------|------------------|------|-------------------------|--------------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

(*) Benne tasseuse, benne avec ridelle, etc.

Est-ce qu'il y a un autre moyen de collecte et transport de déchets ?

.....

Quels sont les secteurs municipaux ?

Nombre des secteurs = Secteur.

| N° de Secteur | Nom du secteur | Moyen de transport | de | Fréquence de collecte | de | Horaire de collecte | de |
|---------------|----------------|--------------------|----|-----------------------|----|---------------------|----|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Quelles sont les installations de collecte vous utilisez ?

Centre de collecte Déchetterie Station de transfert Autre

| Type d'installation | Secteur | Capacité | Equipement | Etat |
|---------------------|---------|----------|------------|------|
| | | | | |
| | | | | |

Comment s'effectue la collecte des déchets ?

Porte-à-porte Apport volontaire Tri à la source Autre

Si Autre (description) :

Quelle est la nature (ou caractéristiques) des déchets solides collectés ?

.....

Quelles est la quantité de déchets transportés par jour ?

✓ Tonnage :

✓ Volume :

Nous sommes loin du compte, selon vous quelles pourrait être les causes de cette différence ?

.....

Existe-t-il des centres de recyclage/récupération des déchets ?

✓ Combien :

✓ Localisation :

.....

Quels sont les catégories de déchets recyclés/récupérés ?

.....

Annexe 3 : Guide d'entretien adressé aux personnes impliquées dans la gestion des déchets dans l'EPWG-CET (CET de la vallée du M'Zab).

Guide d'entretien (EPWG-CET)

Entretien avec les responsables du EPWG-CET et les acteurs impliqués dans la gestion du CET

Thème : Etude sur le traitement et valorisation des déchets solides urbains à la wilaya de Ghardaïa. Cas du CET de la vallée du M'Zab.

But : Ce guide nous permettra d'avoir les informations sur la question du traitement et valorisation des déchets solides urbains, la qualité, le flux des déchets et le système de gestion des ouvrages du CET afin de pouvoir disposer d'outils d'analyse ?

Quels sont les moyens humains, matériels et financiers affectés dans la gestion du CET ?

.....

Combien de camions assurent la collecte et le transport des déchets à la décharge ?

.....

✓ **Origine :**

.....

✓ **Flux (quantité d'ordures par jour) :**

.....

Quelle est la nature des équipements sur le CET ?

✓ **Compaction :**

.....

✓ **Collecte lixiviât :**

.....

✓ **Traitement biogaz :**

.....

Comment s'effectue le compactage ?

.....

Comment s'effectue le recouvrement des déchets ?

.....

Quelle est la nature (ou caractéristiques) des déchets acheminés sur le CET ?

.....

Quelles était la quantité prédite pour la première phase ?

.....

Quelles est la quantité de déchets enfouis à ce jour ?

- ✓ **Tonnage :**
- ✓ **Volume stocké :**

Nous sommes loin du compte, selon vous quelles pourrait être les causes de cette différence ?

.....

Quels est le flux des déchets en tonnes/jour ?

- ✓ **Déchets entrants :**T/j
- ✓ **Fractions valorisables :**T/j
- ✓ **Déchets stockés :**T/j

Existe-t-il des centres de recyclage/récupération des déchets ?

- ✓ **Combien :**
- ✓ **Localisation :**

Quels sont les catégories de déchets recyclés/récupérés ?

.....

Les tris sont-ils bien effectués ?

.....

Existe-t-il des puits de captage du biogaz ?

- ✓ **Réseau de collecte :**
- ✓ **Diamètre :**
- ✓ **Distances entre les puits :**

Existence d'une politique d'exploitation du biogaz ?

.....

Quelles sont vos perspectives quant à une éventuelle valorisation du biogaz ?

.....

Annexe 4 : Fiche de suivi de tournée des camions à remplir durant chaque voyage.**بطاقة متابعة شاحنة الجمع خلال كل دورة**

(تملأ من طرف سائق الشاحنة)

| | |
|--|---|
| أسماء الأحياء: | البلدية: |
| | اليوم: |
| | رقم القطاع: |
| | نوع الشاحنة: <input type="checkbox"/> راحة <input type="checkbox"/> عادية |
| | رقم الشاحنة: |
| | سعة الشاحنة: طن |

| الوزن | مؤشر الوقود | المسافة (كلم) | المدة | الساعة | |
|-------|-------------|---------------|-------|--------|-----------------------|
| | | | | | الانطلاق من الحظيرة |
| | | | | | بداية الجمع |
| | | | | | الوصول لمركز الردم |
| | | | | | الصعود على الميزان |
| | | | | | الوصول لمنطقة التفريغ |
| | | | | | الخروج من المركز |
| | | | | | العودة إلى الحظيرة |

| |
|---------------------------|
| نسبة الحمولة (%) = |
| الحجم (م ³) = |

| |
|------------------------|
| الحوادث العرضية (وصف): |
| الملاحظات: |

Annexe 5 : Feuille de tri d'un échantillon à remplir pendant la caractérisation.

Feuille de tri d'un échantillon

1. Identification des échantillons collectés :

| Commune: | | Date: | |
|----------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| Heure | Poids de bac pleine (kg) | Poids de bac vide (kg) | Volume (m ³) |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

2. Identification de la prise triée :

| | |
|-------------------------|-----------------------|
| Date de Tri : | Nbre de trieurs : |
| Heure de début du tri : | Heure de fin du tri : |
| Masse triée (kg): | |

| Catégories | Poids (kg) | Description des déchets présents |
|-----------------|------------|----------------------------------|
| Putrescibles | | |
| Papiers-cartons | | |
| Bois | | |
| Textiles | | |
| Plastiques | | |
| Verres | | |
| Métaux | | |
| Divers (Fines) | | |

Observation:

| |
|--|
| |
|--|

