

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en biologie

Spécialité : Protection des Ecosystèmes

Thème

**Caractérisation des déchets ménagers et assimilés
dans deux établissements scolaires et quelques
ménages et essai de valorisation des bio-déchets par
compostage au niveau de la commune de Makouda**

Réalisé par :

M^{elle} GAOUA SOUHILA

M^{me} SADJI DALILA

Devant le jury :

Présidente : Mlle MALLIL K.

Maitre assistante A

U.M.M.T.O

Promotrice: M^{elle} METNA F.

Maitre de conférences A

U.M.M.T.O

Co-promoteur : M^r. HAMMOUM A.

Maitre de conférences B

U.M.M.T.O

Examinatrice : M^{me} CHIBANE G.

Maitre assistante B

U.M.M.T.O

Examinatrice : M^{elle} KANANE M.

Doctorante

U.M.M.T.O

Promotion : 2018/2019

Remerciements

Louange à dieu il est très reconnaissant, il nous a aidés et nous a donné du courage dans notre étude et dans la réalisation de cette recherche malgré les difficultés que nous avons rencontrées.

Au terme de notre travail, nous adressons nos sincères remerciements

A **M^{elle} METNA F.** Maitre de conférences A à l'U.M.M.T.O, d'avoir accepté de diriger ce travail et sans elle nous ne pourrions pas finir ; merci pour votre conseils et vos encouragements.

A notre Co-promoteur **M^r.HAMMOUM A.**, maître de conférences B à l'U.M.M.T.O, de nous avoir accompagnés durant notre formation et notre cursus.

Nous remercions **M^{elle} MALLIL K.** Maitre assistante A à l'U.M.M.T.O qui nous a fait l'honneur de présider le jury.

Nous remercions aussi **M^{me} CHIBANE G.** Maitre assistante B à l'U.M.M.T.O

Nous remercions aussi **M^{elle} KANANE M.** Doctorante à l'U.M.M.T.O

Nos aimerions également exprimer nous sincères gratitude et nous remerciements à notre familles, en particulier à nos parents.

Nos remerciements vont également a tout le personnel des établissements scolaire du Makouda ; de nous avoir ouvert leurs portes et pour leur gentillesse et leur aide.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

*La source de vie, d'amour ma chère mère **Ferroudja** qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études.*

*Mon frère **Mouloud***

Et

*Mes chères sœurs (**Fariza, Djgdjiga, Naima, Fouzia**)*

Pour ses encouragements et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

*Mes chers amis **Boussad et Mouloud***

Qui m'ont soutenu et supporté dans mes moments difficiles.

*Ma petite adorable **Fariza***

*Ma chère binôme, **Dalila***

Et enfin à tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.

Souhila

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

La source de vie, d'amour ma chère mère

La mémoire de mon père et mon frère que dieu les accueille dans son vaste paradis

Mes chers frères (Moh Said, Rabah, Slimane, Khelifa) et leurs femmes (Chafia, Souhila et Souad)

Mes chères sœurs (Tassadit, Kahina, Nadia, Chafia)

Mon cher mari (Massi)

Mes petits adorables (Ines, Imane, Milina, Chaima, Ghiles, Nabile, Oussim, Sid Ahmed, Samy, Nilia)

Ma belle mère et mon beau père

Mes belles sœurs (Nawal, Katia, Ourdia) et mon beau frère (Hakim)

Ma chère Dihia

Ma chère binôme, Souhila

Tous mes cousins et cousines

Toutes mes amies (Fasia, Lynda, Hakima, Lilia)

Tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.

Dalila

Liste des abréviations

AND : Agence Nationale des Déchets.

CET : Centre d'Enfouissement Technique

APC : Assemblée Populaire Communale

P/APC : Président d'Assemblée Populaire Communale

CEM : Collège d'enseignement moyen

DMA : Déchets Ménagers et Assimilés

DO : Déchets Organiques

DR : Déchets Recyclables

DU : Déchets Ultimes

J: Jour

Hab : Habitant

N° : Numéro

R : Ratio

Kg : Kilogramme

Km : Kilomètre

T° : Température

Liste des figures

Figure 1 :Situation géographique de la commune de Makouda (Google Map 2019).....	11
Figure 02 : Lieu d’incinération des déchets recyclables et ultimes au niveau de l’établissement scolaire Mohammed Ouidir.....	14
Figure 03 : Déchets organique de l’établissement scolaire Mohammed Ouidir	15
Figure 04 : Sensibilisation des élèves de l’école primaire de Tazart.....	17
Figure 05 : Elèves du primaire trient leurs restes de repas.....	17
Figure 06 : Compagne de nettoyage de l’établissement avec les élèves	18
Figure 07 : Préparation du matériel et du terrain pour la plantation des fleurs.....	18
Figure 08 : Bacs de tri des déchets au niveau de la cantine de l’école Tazart.....	20
Figure 09 : Pesage des déchets récupérés dans la cantine du CEM Makouda Centre	20
Figure 10 : composteur.....	21
Figure 11 : Ajout de la sciure du bois	22
Figure 12 : Brassage des déchets.....	22
Figure13 : Mesure de température	22
Figure 14 : le test de poignée pour vérifier le taux d’humidité.....	23
Figure 15 : Mesure du PH.....	23
Figure 16 : Résultats du test d’évaluation selon les niveaux en % dans l’école primaire.....	26
Figure 17 : Résultats du test d’évaluation selon les niveaux en % au niveau du CEM.....	26
Figure 18 : tri des restes de repas par les élèves du CEM dans la cantine.....	27
Figure 19 : tri des restes de repas par les élèves du primaire dans la cantine.....	28

Liste des figures

Figure 20 : Nettoyage de l'école.....	28
Figure 21 : plantation par les élèves.....	28
Figure 22 : Quantification et tri des déchets au niveau des ménages.....	29
Figure 23 : Quantité des DMA générés au niveau de l'école primaire Mohammed Ouidir....	30
Figure 24 : Quantité des DMA générés au niveau du primaire Mohammed Ouidir durant les jours de semaine.....	31
Figure 25 :Quantité des DMA générés au niveau du CEM Ahmed Chafai.....	32
Figure 26 : Quantité des DMA générés au niveau du CEM Ahmed Chafai durant les différents jours de semaine.....	32
Figure 27 : Quantité des DMA générés par les familles durant la période d'étude.....	33
Figure 28 : Quantité des DMA et Ratio total généré par les familles en fonction de leurs nombres d'individu.....	34
Figure 29 : Représentation linéaire de la quantité des déchets ménagers générés et le nombre d'individu dans chaque famille.....	35
Figure 30 : Compost au début du processus de compostage.....	35
Figure 31 : Compost à la fin du processus de compostage.....	35
Figure 32 : Evolution de la température durant le processus de compostage.....	36
Figure 33 : Evolution de pH durant le processus de compostage.....	37

Liste des tableaux

Tableau 01 : Equipements générateurs des déchets ménagers et assimilés (Anonyme, 2018).....	12
Tableau 02 : présentation des établissements scolaires (directions des établissements 2019)....	13
Tableau 03 : Résultats du test de poignée de l'évolution de l'humidité du compost au niveau de primaire	38

Table des matières

Introduction	1
Chapitre I : Généralités sur les déchets	
I. Définition des déchets	3
II. Classification des déchets	3
II.1.Déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux	3
II.1.1.Déchets spéciaux	3
II.1.2.Déchets spéciaux dangereux	3
II.2.Déchets ménagers et assimilé	4
II.3.Déchets inertes.....	4
III. Cadre législatif relatif à la gestion des déchets	4
IV. Hiérarchie de la gestion des déchets.....	5
V. Gestion des déchets.....	5
V.1. La réduction à la source.....	5
V.1.1. Sensibilisation	6
V.1.2. Responsabilité	6
V.1.3. Incitation à l'action.....	6
V.2. Stratégie d'action.....	6
V.2.1. Collecte.....	6
V.2.1.1. Collecte en mélange	6
V.2.1.2. Collecte sélective.....	6

V.2.1.3. Collecte porte à porte.....	7
V.2.1.4. Collecte par point de regroupement	7
V.2.2. Transport	7
V.2.3. Traitement	7
V.2.3.1. Valorisation	7
V.2.3.1.1. Compostage	8
V.2.3.1.2. Méthanisation	8
V.2.3.1.3. Recyclage	8
V.2.3.1.4. Incinération.....	8
V.2.3.2. Mise en décharge.....	8
VI. Impacts de la mauvaise gestion des déchets	9
VI .1.Impacts sur la santé humaine	9
VI.2. Impacts sur l'environnement.....	9
VI.2.1. Eau	10
VI.2.2. Air	10
VI.2.3. Sol	10
VI.3. Impacts sur l'économie	10

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

I. Présentation de la commune de Makouda.....	11
I.1.Situation géographique	11

I.2.Population	12
II.Activités de la commune génératrices des DMA	12
III. Présentation du site d'étude.....	13
III.1. Situation géographique du village Tazart	13
III.2.Situation géographique de Makouda Centre	13
III.3. Présentation des établissements scolaires.....	13
IV.Gestion des DMA au niveau de la commune de Makouda	13
V.Gestion des DMA au niveau des deux établissements scolaire.....	14

Chapitre III : Matériel et méthodes

I. L'objectif de notre étude	16
II. Sensibilisation au niveau du Primaire Mohammed Ouidir et CEM Ahmed Chafai	16
II.1. Rencontre avec les directeurs	16
II.2. Sensibilisation des élèves en classe	16
II.3.Sensibilisation des élèves dans la cantine.....	17
III. Campagnes de nettoyage avec les élèves de l'école de Tazart.....	18
IV. Sensibilisation des familles	18
V. Identification et quantification des déchets générés au niveau des cantines.....	19
VI. Essai de valorisation des bio-déchets au niveau de l'école Mohammed Ouidir	21
VI.1.Mode de compostage	21
VI.2. Récupération des bio-déchets.....	21

VI.3. Mise en composteur les bio-déchets récupérés au niveau de la cantine	21
VI.4. Suivi des paramètres du compost.....	22
VI.4.1.Mesure de la température	22
VI.4.2. Mesure de l'humidité	23
VI.4.3. Mesure de PH.....	23
VII. Matériels utilisés.....	24
VIII. Traitement des données.....	24
IX. Réunion avec le président de l'APC de Makouda.....	24

Chapitre V : Résultats et discussions

I. Résultats et discussion du volet communication	25
I.1.Sensibilisation au niveau de deux établissements scolaires	25
I.1.1.Rencontre avec les directeurs	25
I.1.2. Sensibilisation des élèves en classe	25
I.1.2.1. résultats du test d'évaluation	25
I.1.2.1.1. Au niveau du primaire	25
I.1.2.1.2. Au niveau du CEM	26
I.1.3.Sensibilisation des élèves dans la cantine.....	27
I.2.Campagne avec les élèves du primaire Tazart	28
I.3.Sensibilisation au niveau des familles	28
I.4. Rencontre avec le P /APC.....	29
II. Résultats de la caractérisation quantitative et qualitative des déchets ménagers	30
II.1.Quantité des déchets générés au niveau de l'école primaire	30

II.2.Quantité des déchets générés au niveau du CEM	31
II.3.Quantité des DAM générés au niveau des familles	33
II.3.1.Test de régression linéaire	34
III. Essai de compostage des bio-déchets dans l'école primaire.....	35
III.1.Evolution des paramètres du compostage	36
III.1.1.Evolution de la température	36
III.1.2.Evolution du PH	37
III.1.3.Evolution de l'humidité	37
Conclusion et recommandations	42

Référence bibliographique

Annexe

Introduction

En Algérie, les différents schémas de développement mis en place depuis l'indépendance se sont concentrés sur l'industrialisation et la construction d'un pays si on peut dire tout neuf. Donc la question environnementale et la gestion des déchets n'ont jamais été des dispositions élaborées.

Depuis le début des années 1990, la protection de l'environnement est devenue une préoccupation collective, malgré ce que l'Algérie n'a toujours pas réussi à trouver le meilleur mode de gestion des déchets. Selon le représentant de l'AND, l'Algérie produit 13 millions de tonnes /an de déchets ménagers pour 42 millions d'habitants, soit 850 grammes par habitant et par jour.

La mise en décharge est considérée comme une pratique moins coûteuse par rapport à l'incinération ou le compostage, explique-t-on à l'AND. En 2002, le gouvernement avait adopté le programme national de gestion des déchets municipaux qui prévoyait notamment la mise en place d'un système de tri sélectif et l'éradication des décharges sauvages.

La gestion des déchets désigne l'ensemble des opérations et moyens mis en œuvre pour limiter, recycler, valoriser ou éliminer les déchets. C'est à dire des opérations, de prévention, de pré-collecte, collecte, transport et toutes opérations de tri et de traitement, afin de réduire leurs effets sur la santé humaine et sur l'environnement. C'est dans ce contexte, que nous avons choisi de faire une étude sur la gestion des déchets.

Notre problématique est que les établissements scolaires et les habitants de la commune de Makouda génèrent des quantités importantes des déchets ménagers, dont 90% sont des déchets organiques. Ces déchets sont évacués vers le CET de Tizi-Ouzou et traités par enfouissement. C'est pour cette raison que nous avons décidé de réaliser notre étude qui consiste en la caractérisation des déchets ménagers et assimilés au niveau de quelques ménages ainsi que deux établissements scolaires (CEM Ahmed Chafai, Primaire Mohammed Ouidir) ; situés dans la commune de Makouda suivi d'un essai de compostage. Cette étude va nous permettre de définir la composition des déchets générés et proposer la méthode de traitement la plus adéquate.

L'objectif de cette étude consiste à:

- ✓ Sensibiliser la population sur la gestion des déchets afin de changer leurs habitudes ;
- ✓ Caractérisation quantitative et qualitative des déchets générés ;

- ✓ Proposer des stratégies pour une gestion participative, durable et écologique des déchets ménagers.

Notre mémoire est structuré comme suit :

- Le premier chapitre est consacré aux généralités sur les déchets ainsi que le cadre réglementaire ;
- Le deuxième chapitre est consacré à la présentation du site d'étude ;
- Le troisième chapitre donne la méthode utilisée pour réaliser notre travail ;
- Le quatrième chapitre présente les résultats obtenus et leur discussion ;
- Et enfin on terminera par une conclusion générale et des recommandations.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

I. Définition des déchets

Le déchet est le témoin de la culture et de sa valeur ; il peut être défini de différentes manières selon le domaine et l'intérêt d'étude et parfois l'origine et l'état des déchets.

Selon l'article 03 de la loi N°01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, définit les déchets comme suit : « 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 » .

II. Classification des déchets

Les déchets peuvent être classés selon plusieurs critères : Selon leur origine, à savoir, les déchets urbains, d'activités de soins, agricoles et d'activités agricoles, industriels, industriels banals, industriels spéciaux et ultimes; selon leur potentiel polluant et leur toxicité, à savoir, les déchets dangereux, non dangereux et inertes ; selon leur nature physique, à savoir, les déchets solides, liquides ou pâteux, gazeux et les boues ; selon leur nature chimique, à savoir, les déchets organiques, acides, basiques, résiduaux, polymériques, minéraux et métalliques. Et cette classification diffère d'un pays à un autre selon les textes législatifs.

Selon l'article N°5 de la loi 01-19 du 12 décembre 2001, les déchets sont classés en trois types :

II.1. Déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux

II.1.1. 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 .

II.1.2. 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.

II.2.Déchets ménagers et assimilés : tous les 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.

II.3.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

III. Cadre législatif relatif à la gestion des déchets

Parmi les textes réglementaires régissant la gestion des déchets en Algérie nous pouvons citer :

- **Loi N °01-19 du 12 décembre 2001** relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets ;
- **Loi N °11-10 du 22 juin 2011** relative à la commune ;
- **Loi N °02 - 02 du 05 février 2002** relative à la protection et la valorisation du littoral ;
- **Loi N° 03 – 10 du 19 juillet 2003** relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

D'autres textes d'application des lois ont été promulgués et publiés dans le journal officiel :

- **Décret N °2- 175 du 20 mai 2002** ; portant création, organisation et fonctionnement de l'Agence Nationale des déchets ;
- **Décret exécutif N° 04- 199 du 19/07/2004** ; fixant les modalités de création, d'organisation, de fonctionnement et de financement du système public de traitement et de valorisation des déchets ;
- **Décret exécutif N° 02-115 du 3 avril 2002** ; portant création l'observatoire National de l'environnement et du développement durable ;
- **Décret exécutif N° 04 -410 du 14 décembre 2004** ; fixe les règles générales d'aménagement et l'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau de ces installations ;
- **Décret N°05 – 314 du 10 septembre 2005** ; portant modalités d'agrément des groupements des générateurs et / ou détenteurs de déchets spéciaux ;

- **Décret exécutif N° 07-205 du 30 juin 2007** ; fixe les modalités et procédures d'élaboration, de publication et de révision du schéma communal de gestion des déchets ménagers et assimilés ;
Décret présidentiel 06- 170 ; ratifiant la convention de Bâle ;
- **Décret N° 09-19 du 20 janvier 2009** ; portant réglementation de l'activité de collecte des déchets spéciaux ;
- **Arrêté interministériel du 6 décembre 2004**, fixe les caractéristiques techniques des sacs plastiques destinés à contenir directement des produits alimentaires.

IV. Hiérarchie de la gestion des déchets

Selon l'article 02 de la loi 01-19 de 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à 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.

V. Gestion des déchets

Selon la loi N°01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, précise dans l'article 03 que : «la gestion des déchets, est 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 des ces opérations».

V.1. La réduction à la source

Avant de traiter, est préférable de diminuer les déchets à la source. Trois grands principes peuvent aider à cette politique (Desachy, 2001).

V.1.1. Sensibilisation

Informer sur les enjeux liés à l'augmentation de la quantité de déchets générés quotidiennement, aider à prendre conscience de la gravité de la situation, entraîner un élan de mobilisation de masse pour réduire la production de déchets et par voie de conséquence préserver les ressources naturelles.

V.1.2. Responsabilité

Faire partager la responsabilité de tout un chacun à agir et associer les producteurs des déchets à passer aux actes de réduction. Il faut que les entreprises s'impliquent réellement dans la conception de nouveaux produits écologiques.

V.1.3. Incitation à l'action

Trouver les gestes simples, faciles à adopter, les encourager et les motiver. Il faut amener la population à une consommation responsable éviter les excès du passé. Ouvrir pour une politique de conception et de fabrication des 'Eco-produit.'

V.2. Stratégie d'action

V.2.1. Collecte

Ces les communes qui sont responsables de l'élimination des déchets ménagers et assimilés, elle comprend : «tous les opérations de ramassage et /ou le regroupement des déchets en vue de leur transfert vers un lieu de traitement». On distingue plusieurs sortes de collecte :

V.2.1.1. Collecte en mélange

C'est la collecte des déchets non triés. C'est une collecte traditionnelle dans laquelle les déchets sont placés en mélange dans une poubelle par l'utilisateur.

V.2.1.2. Collecte sélective

Elle consiste à ramasser séparément une ou plusieurs catégories de déchets recyclables (papier, plastique, verre ...)

V.2.1.3. Collecte porte à porte

C'est la collecte traditionnelle utilisant des sacs en plastique ou tout autre récipient (poubelle en forme lessiveuse, cartons, petits containers, ...etc.) contenant des ordures non triées, déposées devant les maisons et ramassées à jours fixes (Balet ,2005).

V.2.1.4. Collecte par point de regroupement

Elle consiste à établir et mettre à disposition du public un certain nombre de lieux de réception convenablement choisis, où les déchets sont enlevés périodiquement par le service communal.

La collecte par point de regroupement implique pour les usagers l'obligation d'apporter eux-mêmes leurs déchets aux lieux de réception (Desachy ,2001).

V.2.2. Transport

Le transport permet d'acheminer les déchets du point de collecte vers le lieu de traitement (CET, déchèterie...)

V.2.3. Traitement

Selon l'article 03 de la loi 01-19 de 12 décembre 2001, relative à la gestion au contrôle et à l'élimination des déchets, le traitement des déchets est défini comme «toute mesure pratique permettant d'assurer que les déchets sont valorisés, stockés et éliminés d'une manière garantissant la protection de la santé publique et / ou de l'environnement contre les effets nuisibles que peuvent avoir ces déchets.»

V.2.3.1. Valorisation

Selon la loi 01-19 de 12 décembre 2001, la valorisation des déchets est «toutes les opérations de séparation des déchets selon leur nature en vue de leur traitement ». On distingue, deux types de valorisation :

1. la valorisation matière (recyclage, compostage) ;
2. la valorisation énergétique (méthanisation, incinération).

V.2.3.1.1. Compostage

Le compostage est un procédé biologique aérobie de conversion et de valorisation des matières organiques en un produit stabilisé, hygiénique, riche en composés humiques et minéraux, appelé compost (Mustin, 1987).

Le compostage permet d'atteindre les objectifs suivants :

- Réduction de la masse du déchet ;
- Production d'un compost valorisable comme amendement organique des sols ;
- Réduire les pollutions ou nuisances associée à l'évolution biologique des déchets.

V.2.3.1.2. Méthanisation

La méthanisation ou digestion est un procédé anaérobie de dégradation biologique qui transforme la matière organique en biogaz (dioxyde de carbone et méthane) par une flore microbienne complexe et spécifique (Addou, 2009).

V.2.3.1.3. Recyclage

Le recyclage d'un déchet consiste à réutiliser la ou les différentes matières qui entrent dans sa composition ce qui permet d'économiser des matières premières et de l'énergie, les principaux matériaux recyclables sont les matières plastiques, l'aluminium, l'acier, le verre, le papier et le carton. Des objets composés d'un seul matériau, comme les bouteilles de verre ou de plastique, peuvent être facilement recyclés. En théorie, presque tous les matériaux sont recyclables, mais en pratique ils ne sont pas tous recyclé (Moletta, 2009).

V.2.3.1.4. Incinération

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

V.2.3.2. Mise en décharge

Appelé aussi centre d'enfouissement technique (CET) ou décharge contrôlée. La mise en décharge est la méthode de traitement la plus répandue dans le monde parce qu'elle est la plus simple, la plus économique et la plus ancienne. Elle est utilisée pour traiter une grande partie des déchets. Mais elle présente des contraintes environnementales à cause de la production de

gaz et d'un liquide, lixiviats, qu'il faut traiter selon les techniques d'aujourd'hui bien maîtrisées.

On distingue trois types de CET selon la nature des déchets concernés (la loi 01-19) :

- Classe I : réservée aux déchets industriels spéciaux ou toxique ;
- Classe II : réservée aux déchets ménagers et assimilés ;
- Classe III : réservée aux déchets inertes.

VI. Impacts de la mauvaise gestion des déchets

VI.1. Impacts sur la santé humaine

Selon leurs propriétés, les déchets présentent un risque pour la santé. Ils sont qualifiés de dangereux quand ils peuvent porter une atteinte directe à la santé de l'homme du fait qu'ils possèdent une ou plusieurs des caractéristiques énumérées ci-dessous (Desachy, 2001) :

Nocifs : ils peuvent entraîner des risques de gravité limitée par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée.

Toxiques : ils peuvent entraîner des risques graves, aigus ou chroniques, voire la mort, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée.

Cancérogènes : ils peuvent produire le cancer ou en augmenter la fréquence par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée.

Tératogènes : ils peuvent produire des malformations congénitales non héréditaires ou en augmenter la fréquence par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée.

Explosifs : ils peuvent exploser sous l'effet de la flamme ou sont plus sensibles aux chocs ou aux frottements que le dinitrobenzène.

Combustibles : ils présentent une réaction fortement exothermique au contact d'autres substances, notamment de substances inflammables.

Ecotoxiques : ils présentent ou peuvent présenter des risques immédiats ou différés pour une ou plusieurs composantes de l'environnement.

VI.2. Impacts sur l'environnement

Les déchets ménagers constituent l'un des dangers les plus importants pour l'environnement notamment par la pollution de l'eau, sol et l'air (Bouterfas, 2017).

VI.2.1. Eau

La pollution d'une rivière par un rejet inconsidéré de déchets est bien connue parce que ses conséquences apparaissent sans tarder : mort des poissons, eutrophisation. La pollution des eaux de mer par le déversement de déchets est moins visible.

A cause de sa, l'eau est le principal vecteur de la pollution générée par les déchets abandonnés ou éliminés dans des conditions écologiquement peu satisfaisantes (Desachy, 2001).

VI.2.2. Air

Certains déchets sont susceptibles de polluer directement l'air si au contact de l'air ou de l'eau ou d'un acide ils dégagent un gaz toxique. Mais ils peuvent aussi participer indirectement à la pollution atmosphérique lorsque leur traitement par incinération est réalisé dans de mauvaises conditions, par exemple en cas de brûlage à l'air libre ou dans une installation dont le système d'épuration des fumées ne présente pas l'efficacité requise (Balet, 2008).

VI.2.3. Sol

C'est à partir de la surface des sols que sont émis les polluants et par elle qu'ils transitent souvent avant de passer dans l'hydrosphère. Elle occupe aussi une position clef dans les échanges et donc les pollutions avec les autres milieux. Etant donné que le sol constitue le support indispensable aux animaux et végétaux terrestre et à l'homme, toute pollution du sol retentira sur la flore, la faune et sur l'homme lui-même (Koller, 2004).

VI.3. Impacts sur l'économie

De mauvaises conditions écologiques peuvent affecter l'économie de plusieurs façons, y compris une diminution de la production alimentaire, une mauvaise santé humaine et animale et la réduction du potentiel touristique. L'utilisation inconsidérée des ressources peut affecter à moyen et à court terme notre capacité de produire les denrées alimentaires et de consommation courante nécessaires aux besoins des populations croissantes (Demez, 2012).

Chapitre II

Présentation de la zone d'étude

I. Présentation de la commune de Makouda

I.1. Situation géographique

Makouda est une commune algérienne située dans la wilaya de Tizi-Ouzou, à mi-chemin entre Tizi-Ouzou à 19 Km au nord et Tigzirt et à 21 Km au sud. Elle s'étend sur une superficie de 57,43 Km² et elle est délimitée :

- Au Nord : par la commune Mizrana
- Au Sud : par la commune Sidi Namane
- A l'est : par la commune Boudjima
- A l'ouest : par la wilaya de Boumerdès



Figure 1 : Situation géographique de la commune de Makouda (Google Map 2019).

I.2.Population

Selon le recensement géographique de la population et de l'habitat (RGPH) de 2008, la population de la commune de Makouda s'élève à 23 388 habitants, répartis dans 31 villages avec une densité de 407 hab/Km² (APC de Makouda,2019) .

II .Activités de la commune génératrices des DMA

Dans la commune de Makouda il existe plusieurs établissements générateurs des déchets ménagers et assimilés. ils sont représenté dans le tableau suivant :

Tableau 01 : Equipements générateurs des déchets ménagers et assimilés (APC de Makouda, 2018).

Equipements scolaires	Equipements de jeunesse et sports	Equipements administratifs
-primaire : 17 -CEM : 03 -Lycée : 01 -Crèche : 03	-Foyer de jeunes : 04 -Stade : 01	-Il existe dans la commune de Makouda plusieurs administrations qui génèrent essentiellement des déchets surtout le papier(poste , annexe ...)
Equipements de formation professionnelle	Equipements commerciaux	
-Centre de formation professionnelle : 01	-Epicerie : 84 -Boucheries : 16 -Cafés et bars : 37	-Restaurants et Gargots : 21 -Boulangeries,pâtisseries, pizzerias :16 -Magsain de fruits et légumes :07
Equipements sanitaires	Equipements culturels	
-Polyclinique : 01 -Salle de soins : 05	-Mosquée : 11	-Bibliothèques : 02 -Maison de jeunes : 02
Autres équipements		
- Il existe dans la commune de Makouda plusieurs équipements d'activités économiques génératrices de déchets assimilables aux déchets ménagers (activités commerciales,unités de production industrielle,activité agricole et d'élevage) .		

III. Présentation du site d'étude

Notre étude est réalisée au niveau de village Tazart et Makouda centre.

III.1. Situation géographique du village Tazart

Tazart est l'un des villages de la commune de Makouda ; il est limité au Nord par le village Ililane, au Sud par le village Ait Faresse, à l'Est par le village Semghone à l'Ouest par le village Attouche.

III.2. Situation géographique de Makouda Centre

Makouda Centre est entourée par plusieurs villages : Larbaa ; Stita ; Tinqachin ; Ichiqar ; Ait fares ; Taazibet ; Tazart ; Semghone.

III.3. Présentation des établissements scolaires

Nous avons effectué notre étude au niveau de deux établissements scolaires : primaire et CEM qui sont situés respectivement à Tazart et Makouda centre . Après notre rencontre avec les directeurs de ces établissements nous avons obtenu les informations présentées dans le Tableau N°02.

Tableau 02 : présentation des établissements scolaires (directions des établissements 2019)

Nombre / Nom	Nombre d'élèves	Nombres d'enseignants	Nombre d'ouvriers professionnels	Nombre du personnel administratif	Nombre du personnel du restaurant
Primaire : Mohammed Ouidir	149	7	1	1	5
CEM : Ahmed Chafai	644	47	17	15	9

IV. Gestion des DMA au niveau de la commune de Makouda

Les déchets générés dans la commune de Makouda sont collectés une fois par semaine, et sont évacués vers le CET de Tiz-Ouzou (Oued Falli).

V. Gestion des DMA au niveau de deux établissements scolaires

Les établissements scolaires génèrent essentiellement des déchets organiques par rapport à d'autres déchets. Selon les directeurs des établissements, les DMA de ces derniers sont collectés par l'APC et sont évacués vers le CET de Oued Falli

- CEM Ahmed Chafai : les DMA sont collectés deux fois par semaine (dimanche et mercredi)
- Primaire Mohammed Ouidir : les DMA sont collectés une fois par semaine et des fois une fois par mois et dans ce cas l'établissement brûle les déchets recyclable et ultimes (figure 2) et jeter dans la nature les déchets biodégradables (figure 3).



Figure 02 : Lieu d'incinération des déchets recyclables et ultimes au niveau de l'établissement scolaire Mohammed Ouidir.



Figure 03 : Déchets organiques de l'établissement scolaire Mohammed Ouidir.

Chapitre III

Matériel et méthodes

Notre étude à été réalisée au niveau des deux établissements scolaires à savoir le primaire Mohammed Ouidir de Tazart et le CEM Ahmed Chafai de Makouda centre pendant la période allant du mois de mai au mois d'octobre 2019.

I. L'objectif de notre étude

L'objectif de cette étude consiste à :

- ✓ Organiser des campagnes de sensibilisation, d'information et d'initiation quant à la gestion durable des déchets ménagers et assimilés pour les élèves de deux établissements scolaires, les employés de la cantines et les ménages de Tazart ;
- ✓ Caractérisation quantitative et typologique des déchets générés au niveau des deux établissements scolaires et dix familles du village Tazarart ;
- ✓ Et enfin essai de valorisation de bio-déchets par compostage en utilisant la sciure du bois comme apport carboné et suivi de quelques paramètres physiques du compost (température, pH, humidité).

II. Sensibilisation au niveau du Primaire Mohammed Ouidir et CEM Ahmed Chafai

II.1. Rencontre avec les directeurs

Nous avons commencé notre étude au niveau des établissements scolaires par un entretien avec les directeurs des deux établissements scolaires, afin d'expliquer le but de notre travail et les activités que nous souhaitons organiser dans leurs établissements.

II.2. Sensibilisation des élèves en classe

Nous avons organisé une campagne de sensibilisation et d'information pour expliquer la nécessité de gérer correctement leurs déchets, le concept de tri sélectif et le processus de compostage. Nous avons fait des fiches sur la gestion des déchets ménagers et assimilés pour les élèves du primaire (Figure 04) et une projection pour les élèves du CEM.

A la fin de la séance de sensibilisation nous avons distribués des questionnaires aux élèves des deux établissements scolaires. Dans le but d'évaluer leurs connaissances et leur niveau de compréhension à propos du sujet ciblé.



Figure 04 : Sensibilisation des élèves de l'école primaire de Tazart.

II. 3. Sensibilisation des élèves dans la cantine

Au niveau de la cantine nous sommes passés table par table lors de la pause du midi, pour expliquer aux élèves du primaire et du CEM comment se fait le tri des déchets.

En coopération avec les employés des restaurants, notre activité c'est terminée avec succès. Les élèves ont trié leurs déchets correctement (figure 5).



Figure 05: Elèves du primaire trient leurs restes de repas.

III. Campagnes de nettoyage avec les élèves de l'école de Tazart

Durant notre période d'étude nous avons organisé des campagnes de nettoyage au niveau de l'école primaire de Tazart (figure 6) et nous avons planté des fleurs avec les élèves au niveau de l'établissement (figure 7).



Figure 06 : Campagne de nettoyage de l'établissement avec les élèves.



Figure 07 : Préparation du matériel et du terrain pour la plantation des fleurs.

IV .Sensibilisation des familles

A fin de changer le comportement des habitants du village par rapport aux modes de gestion des déchets ménagers et assimilés, nous avons organisé une campagne de sensibilisation pour les familles du village de Tazart. Lors de cette rencontre nous avons

expliqué comment se fait le tri sélectif et le processus du compostage et nous les avons informés de la nécessité de gérer correctement leurs déchets.

Après nous avons choisi dix familles qui sont motivées, pour faire la caractérisation des DMA. Nous avons demandé aux familles de séparer leurs déchets selon les types suivants : DO, DR et DU, pendant une semaine (du lundi le 07/10 /2019 jusqu'au dimanche 13/10/2019). A la fin de la semaine nous sommes passés chez les différentes familles pour peser les déchets ménagers générés à l'aide d'une balance électronique.

V. Identification et quantification des déchets générés au niveau des cantines

Nous avons essayé d'identifier les différents types des déchets générés au niveau des deux cantines des établissements scolaires et nous les avons quantifiés, afin de déterminer le ratio journalier. Cette opération de tri sélectif effectuée au moment du déjeuner, pour le primaire Mohammed Ouidir (du 15 au 27 mai 2019) et pour le CEM Ahmed Chafai (du 13 au 24 octobre 2019). Nous avons installé trois bacs différents dans les cantines (Figure 08); de manière à ce que les travailleurs et les élèves mettent chaque type des déchets dans le bac correspondant. A la fin de service les bacs ont été pesés à l'aide d'une balance (Figure 09).

La formule que nous avons appliquée pour déterminer le ratio journalier est la suivante :

$$\text{Ratio} = \text{Quantité de déchets} / \text{Nombre de personnes} / \text{Jour}$$



Figure 08 : Bacs de tri des déchets au niveau de la cantine de l'école Tazart.



Figure 09 : Pesage des déchets récupérés dans la cantine du CEM Makouda Centre.

VI. Essai de valorisation des bio-déchets au niveau de l'école Mohammed Ouidir

Nous avons fait un essai de compostage des déchets biodégradables au niveau de l'école primaire de Tazart.

VI.1. Mode de compostage

Pour le compostage nous avons utilisé un composteur fabriqué avec les palettes de bois, que nous avons installé au niveau de l'école primaire Tazart (figure 10).



Figure 10 : composteur.

VI.2. Récupération des bio-déchets

Après le déjeuner nous avons récupéré tous les déchets organiques triés (épluchures des légumes et fruits, les restes de repas) ; qui sont générés au niveau de la cantine de l'école Mohammed Ouidir.

VI.3. Mise en composteur les bio-déchets récupérés au niveau de la cantine

Dans notre expérimentation nous avons pesé les déchets organiques (épluchures des légumes et les restes de repas) avant de les mettre dans le composteur. Nous les avons mélangé avec la sciure du bois pour respecter le rapport carbone /azote (figure 11) ; et pour assurer le bon déroulement du compostage. Nous avons ajouté de l'eau et surveillé l'humidité par le test de poignée. Nous avons effectué des brassages quotidiennement afin d'aérer le compost (figure 12).



Figure 11 : Ajout de la sciure du bois



Figure 12 : Brassage des déchets

VI.4. Suivi des paramètres du compost

VI.4.1. Mesure de la température

La température du compost est mesurée deux fois par semaine pendant tout le processus. Elle est prise à l'aide d'un thermomètre introduit directement dans le compost (figure 13).



Figure13 : Mesure de température.

VI.4.2. Estimation de l'humidité

L'humidité est un facteur essentiel pour le processus de fermentation, et pour la vérifier nous avons utilisé le test de poigné.



Figure 14 : le test de poignée pour vérifier le taux d'humidité.

VI.4.3. Mesure de pH

Nous avons mesuré le pH du compost deux fois par semaine pendant tout le processus (figure 14).



Figure 15: Mesure du pH

VII. Matériels utilisés

Pour conduire notre étude, nous avons utilisés le matériel suivant :

- ✓ Une balance qui permet de peser les déchets afin de trouver les quantités moyennes des déchets produites par les dix familles et par les deux établissements scolaires.
- ✓ Un appareil photo qui a permis d'acquérir les images des déchets de deux établissements scolaires.
- ✓ Des bacs pour trier les déchets générés.
- ✓ Composteur afin de valoriser les déchets organiques.
- ✓ Fourche Bêche pour le brassage du compost.
- ✓ pH mètre et thermomètre pour suivre les paramètres physiques du compost.

VIII. Traitement des données

Nous avons utilisé le logiciel de calcul « EXCEL 2007 », pour traiter nos données sous forme des tableaux et des graphes.

Pour étudier l'interrelation entre le nombre d'individu et les quantités des déchets générés au niveau des familles nous avons utilisé la corrélation, régression linéaire.

Cette analyse a été réalisé sur le logiciel de calculer « STATISTICA » version 7.1. L'analyse de résultat a été faite par la lecture de la P-value, qui sert à accepter ou à rejeter l'hypothèse nulle H0.

IX. Réunion avec le président de l'APC de Makouda

En raison de la mauvaise gestion des déchets au niveau des établissements et les problèmes de la collecte, nous avons sollicité une réunion avec le président de l'APC. Pour discuter de ces problèmes et essayer de trouver des solutions plus durables pour ces déchets.

Chapitre IV

Résultats et discussion

I. Résultats et discussion du volet communication

I.1. Sensibilisation au niveau de deux établissements scolaires

I.1.1. Rencontre avec les directeurs

La rencontre s'est déroulée le 02 Mai 2019 avec le directeur du primaire Mohammed Ouidir et le 30 Septembre 2019 avec le directeur du CEM Ahmed Chafai. La discussion a porté sur les différentes étapes de notre activité ; et l'objectif qu'on veut atteindre à partir de ces activités. Au début les directeurs étaient réticents, ils ont peur que les élèves soient perturbés, mais après avoir expliqué en détail le travail à faire, nous avons pu les convaincre. Nous avons pu organiser ensemble des séances de sensibilisation pour les élèves. Les employés de la cantine ont contribué d'une manière très efficace à notre étude, chose qui a boosté notre travail.

I.1.2. Sensibilisation des élèves en classe

Pour atteindre notre objectif nous avons réalisé des séances de sensibilisation au niveau du primaire et CEM. Nous avons fait des fiches sur le tableau pour les élèves du primaire (3 années, 4 années et 5 années) et une projection pour les élèves du CEM (une classe dans chaque niveau).

Nous avons commencés par la définition et les différents types des déchets (déchets ménagers et assimilés, déchets inertes, déchets spéciaux). Ensuite nous avons détaillé les trois fractions des déchets ménagers (déchets organiques ; déchets recyclables et déchets ultimes) à la fin nous avons expliqué le principe du tri sélectif, la valorisation des déchets organiques par compostage et les objectifs de ces processus. Au cours de ces séances nous avons découvert que les élèves ont déjà des notions sur les déchets.

Afin d'évaluer le niveau de compréhension des élèves après notre présentation nous avons distribués des questionnaires qui sont présentés dans l'annexe 01 et annexe 02.

1.1.2.1. Résultats du test d'évaluation

1.1.2.1.1. Au niveau du primaire

La figure 16 représente le taux de bonnes et mauvaises réponses selon les différents niveaux scolaires au niveau de l'école primaire.

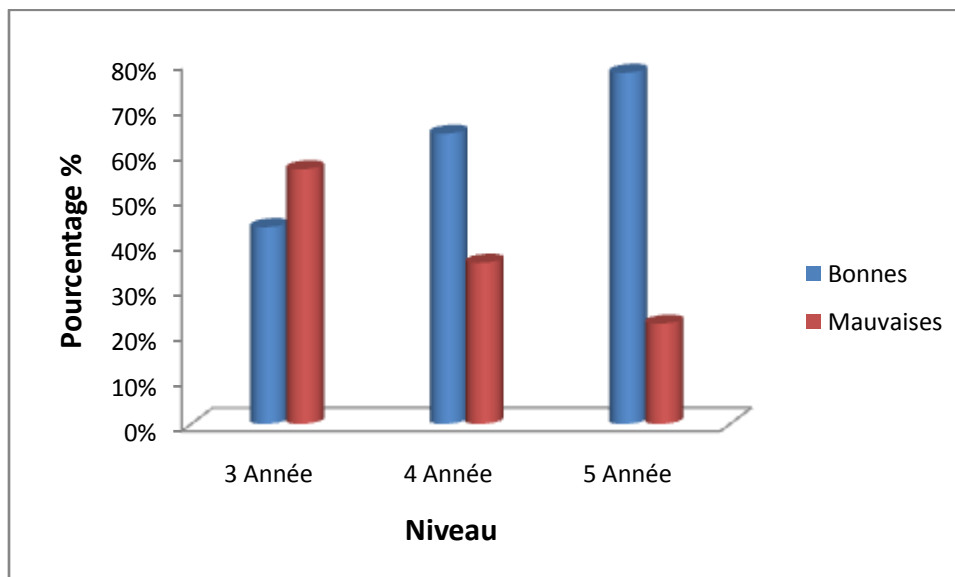


Figure 16 : Résultats du test d'évaluation selon les niveaux en % dans l'école primaire.

D'après cette figure nous constatons que le taux des bonnes réponses dépasse le taux des mauvaises réponses pour les niveaux quatrième année et cinquième année. Par contre pour les troisièmes années le taux des mauvaises réponses dépasse le taux des bonnes réponses et cela est dû au manque de concentration.

I.I.2.1.2. Au niveau du CEM

La figure 17 représente le taux de bonnes et mauvaises réponses selon les différents niveaux scolaires au niveau du CEM.

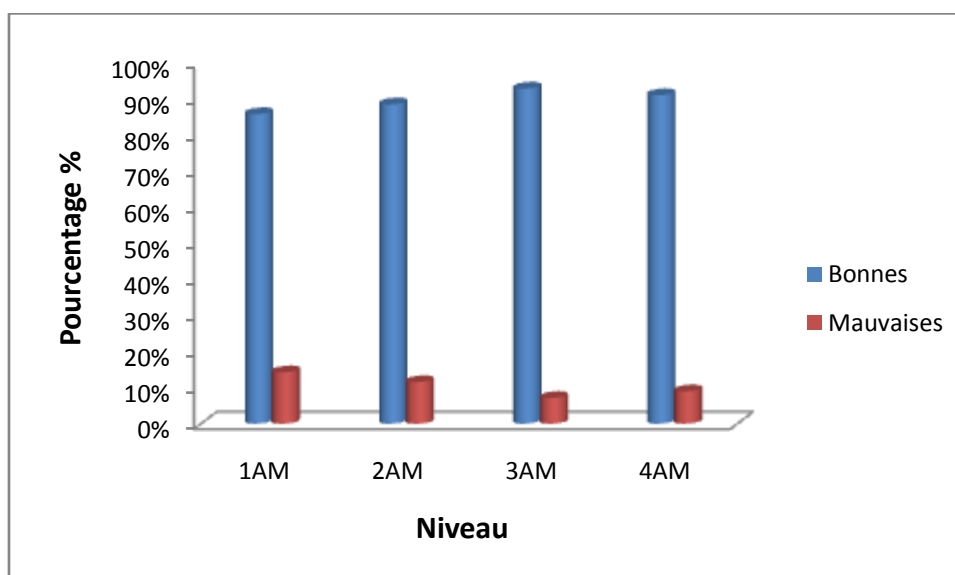


Figure 17 : Résultats du test d'évaluation selon les niveaux en % au niveau du CEM.

D'après cette figure nous constatons que le taux des bonnes réponses dépasse largement le taux des mauvaises réponses pour tous les niveaux. Cela veut dire que le message est bien passé, les élèves sont concentrés et ont pris au sérieux le sujet exposé et le questionnaire.

I.1.3. Sensibilisation des élèves dans la cantine

Cette opération était très importante pour la mise en application des cours que nous avons donné aux élèves des différents établissements.

Pour réaliser l'activité du 15/05/2019 au 27/05/2019 au niveau du primaire et du 13/10/2019 au 24/10/2019 au niveau de CEM, lors de la pause du midi, nous avons installé au niveau d'une table des sacs pour accueillir les déchets ultimes (pots de yaourt et les emballages de fromage) et des bacs pour récupérer les déchets organiques. Après nous sommes passés table par table afin d'expliquer aux élèves le principe et le déroulement du tri sélectif.

Ce tri a facilité le travail de nettoyage aux employés de la cantine. L'activité c'est terminée avec succès et le tri a été fait parfaitement et il est réalisé par les élèves (Figure 18 et Figure 19).



Figure 18 : tri des restes de repas par les élèves du CEM dans la cantine.



Figure 19 : tri des restes de repas par les élèves du primaire dans la cantine.

I.2.Campagne de sensibilisation des élèves du primaire Tazart

Nous avons sensibilisé les élèves du primaire Mohammed Ouidir quant à la propreté de leur établissement, pour cela nous avons ramassé tous les déchets se retrouvant à l'école (Figure 20); et pour finir notre travail nous avons planté des plantes (Figure 21) pour embellir l'école.



Figure 20 : Nettoyage de l'école.



Figure 21: plantation par les élèves.

I.3.Sensibilisation au niveau des familles

Nous avons effectué une sensibilisation au niveau des familles pour leur apprendre c'est quoi un tri sélectif. Pour commencer nous avons demandé à plusieurs familles de

quantifier et trier leurs déchets quotidiens afin de nous aider pour effectuer notre enquête. Parmi les familles sélectionnées certaines ont accepté de travailler avec nous, et d'autres ont refusé car la tâche leur a paru comme une perte de temps et un travail en plus.

Pour les familles qui ont accepté de travailler avec nous elles ont trié et quantifier leurs déchets quotidiennement pendant 7 jours (Figure22).



Figure 22 : Quantification et tri des déchets au niveau des ménages.

I.4. Rencontre avec le P /APC

La rencontre organisée le 27/10/2019, afin de discuter sur la problématique de la gestion des déchets générés au niveau des établissements scolaire ; et proposer d'installer des composteurs au niveau de tous les établissements scolaires de la commune du Makouda. Dont 90% des déchets sont des déchets organiques et cette fraction peut être gérée sur place par compostage.

Mais nous n'avons pas réussi à convaincre le président de l'APC pour nous aider à élargir notre terrain de sensibilisation ; car pour lui la réalisation des composteurs nécessite un budget importante l'APC de Makouda ne dispose pas de ce budget.

II. Résultats de la caractérisation quantitative et qualitative des déchets ménagers et assimilés

II.1. Quantité des déchets générés au niveau de l'école primaire

Après avoir pesé les déchets ménagers générés par l'école primaire pendant la période d'étude, dont le nombre d'élève est de 149, nous avons obtenu les résultats présentés dans la figure 23.

Cette figure montre que l'école génère trois types de déchets (organique ; recyclable et ultime). La fraction organique est plus importante par rapport aux autres déchets avec un taux de 110,05 Kg qui représente 92,23% des déchets générés. Suivi par une quantité des déchets ultimes avec un pourcentage de 5,76 % qui est plus élevé par rapport aux déchets recyclables qui représente 2,01%.

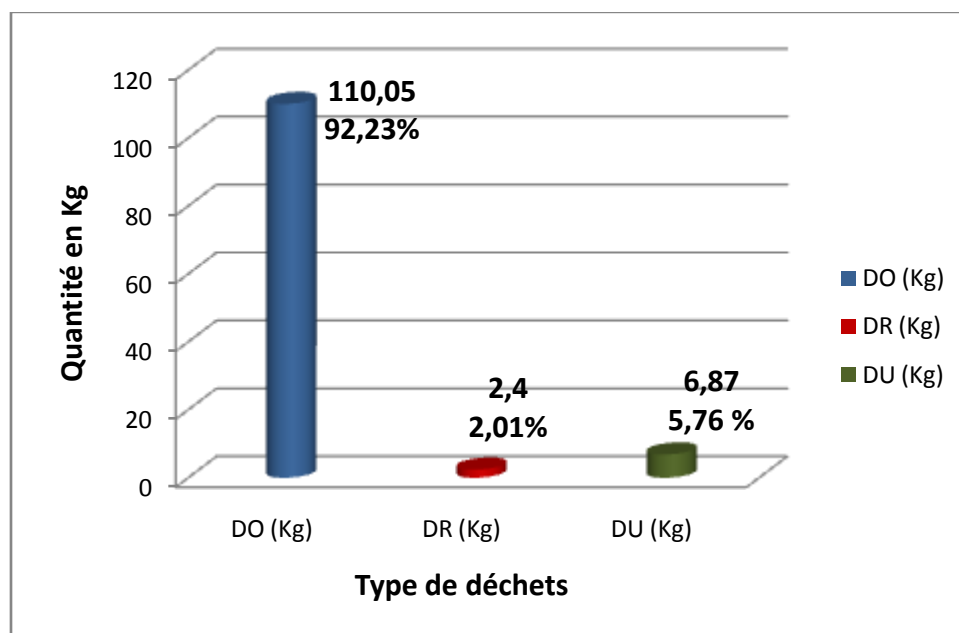


Figure 23 : Quantité des DMA générés au niveau de l'école primaire Mohammed Ouidir.

Selon les chiffres obtenus au cours de notre enquête au niveau de l'école primaire Mohammed Ouidir pendant 8 jours, nous avons trouvé une différence de quantité des déchets générés durant cette période, les résultats sont présentés dans la figure 24.

Cette figure montre que les quantités des déchets générés le dimanche et le mercredi sont plus élevées avec un poids qui fluctue entre 17,85 Kg et 19,35 Kg ; tandis que la quantité la

plus faible est enregistrée au cours des journées de lundi et jeudi avec un poids qui fluctue entre 10,56 Kg et 12,4 Kg.

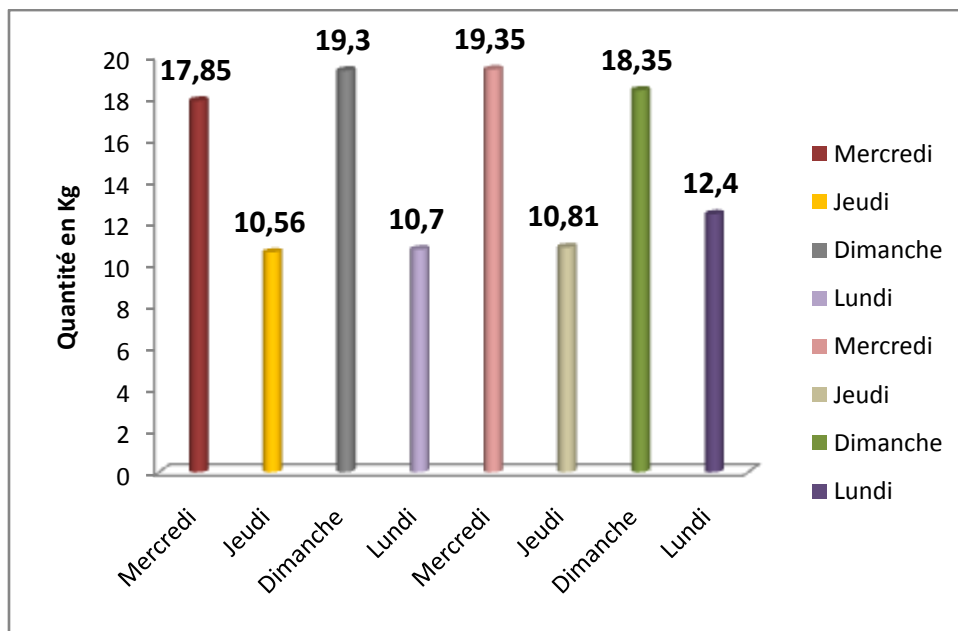


Figure 24 : Quantité des DMA générés au niveau du primaire Mohammed Ouidir durant les jours de semaine.

II.2. Quantité des déchets générés au niveau du CEM

Les résultats obtenus après la quantification des DMA générés durant 8 jours au niveau du CEM, dont le nombre d'individus est de 732 personnes, sont présentés dans la Figure 25.

D'après cette Figure nous constatons que le CEM a généré une quantité très importante des déchets organiques avec un poids de 723,3 Kg qui représente 93,79% de quantité des déchets générés ; en comparant avec les autres fractions qui représentent des quantités faibles (déchets recyclables avec un poids de 31,37 Kg et 4,07% ; déchets ultimes avec un poids de 16,5 Kg et 2,14%).

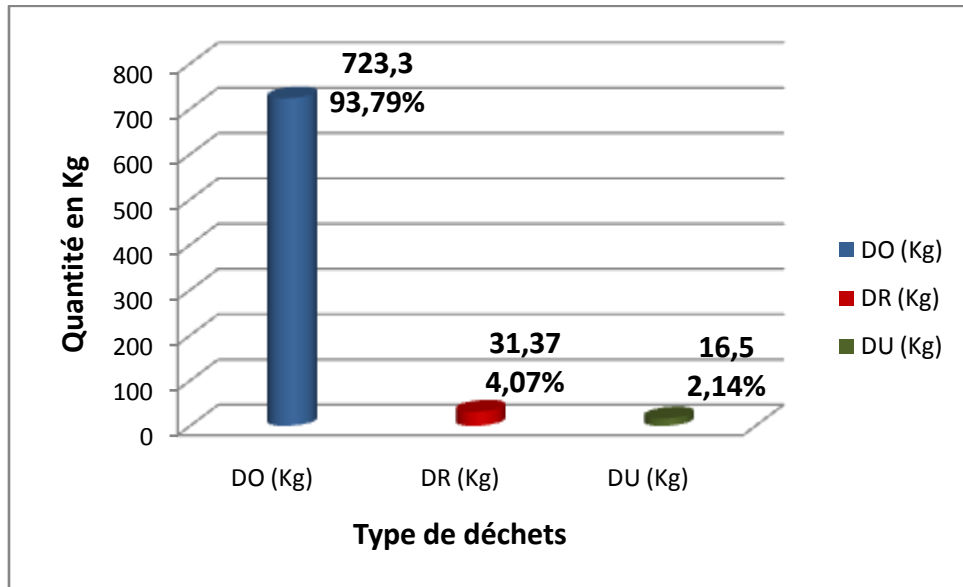


Figure 25: Quantité des DMA générés au niveau du CEM Ahmed Chafai

D'après la Figure 26 qui présente les quantités des DMA générés durant les jours de semaine au niveau du CEM, nous constatons que cette quantité est plus importante le jeudi avec une quantité de 127,31Kg. Tandis que la quantité la plus faible est enregistrée au cours de la journée du mercredi avec un poids de 72,1Kg.

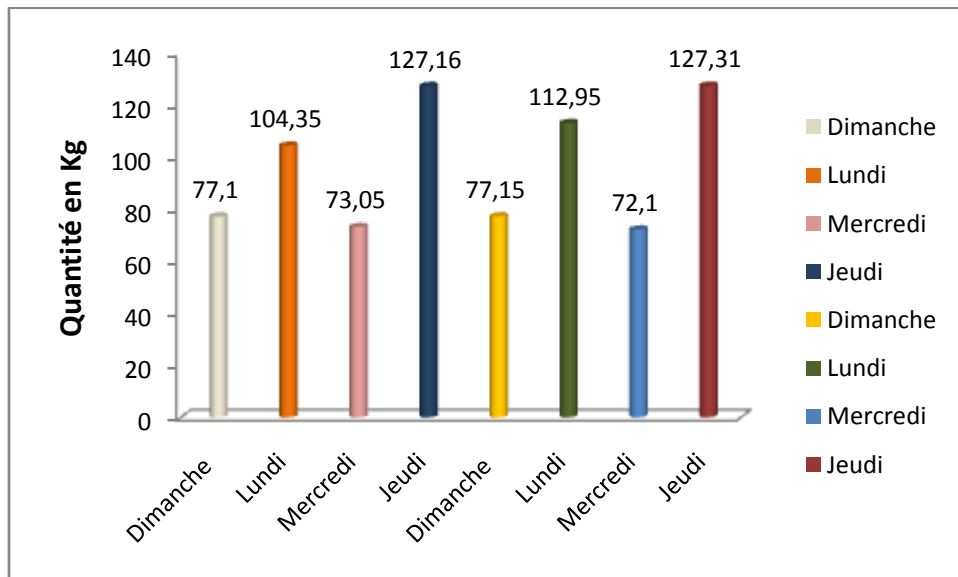


Figure 26: Quantité des DMA générés au niveau du CEM Ahmed Chafai durant les différents jours de semaine.

II.3. Quantité des DMA générés au niveau des familles

Après avoir pesé les déchets générés au niveau des familles durant 7 jours ; les résultats obtenus sont présentés dans la figure 27.

D'après cette figure qui montre une comparaison entre les différents types de déchets générés. Nous avons constaté que toutes les familles génèrent plus les déchets organiques par rapport aux autres fractions (déchets ultimes ; déchets recyclables). Certaines familles génèrent des quantités remarquables des déchets ultimes comme les familles n° 7 et n° 8. Ces résultats peuvent être expliqués par la présence des enfants chez ces dernières, ces familles utilisent les couches bébé.

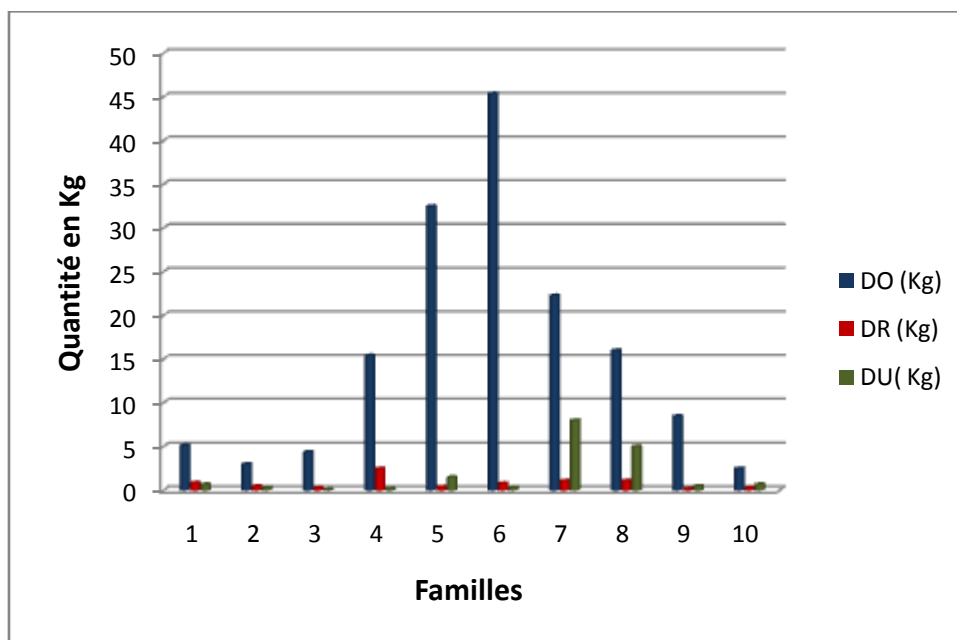


Figure 27: Quantité des DMA générés par les familles durant la période d'étude.

Après avoir pesé les déchets ménagers des familles pendant 7 jours ; nous avons comparé les quantités obtenues avec le nombre d'individus de chaque famille, les résultats obtenus sont présentés dans la figure 28.

D'après la figure 28 nous constatons que la quantité des déchets générés varie d'une famille à l'autre. La famille N° 6 qui est composée de 7 personnes adultes a généré une quantité de 46,52 kg avec un ratio de 0,95 Kg/h/j tandis que la famille N°5 qui est composée de 9 personnes (6 personnes adultes et 3 enfants) a généré 34,4kg avec un ratio de 0,55 Kg /h/j.

A partir des résultats obtenus nous pouvons dire que les quantités des déchets générés varient d'une famille à l'autre selon les facteurs suivants : le nombre de personne ; les membres de la famille et le pouvoir d'achat.

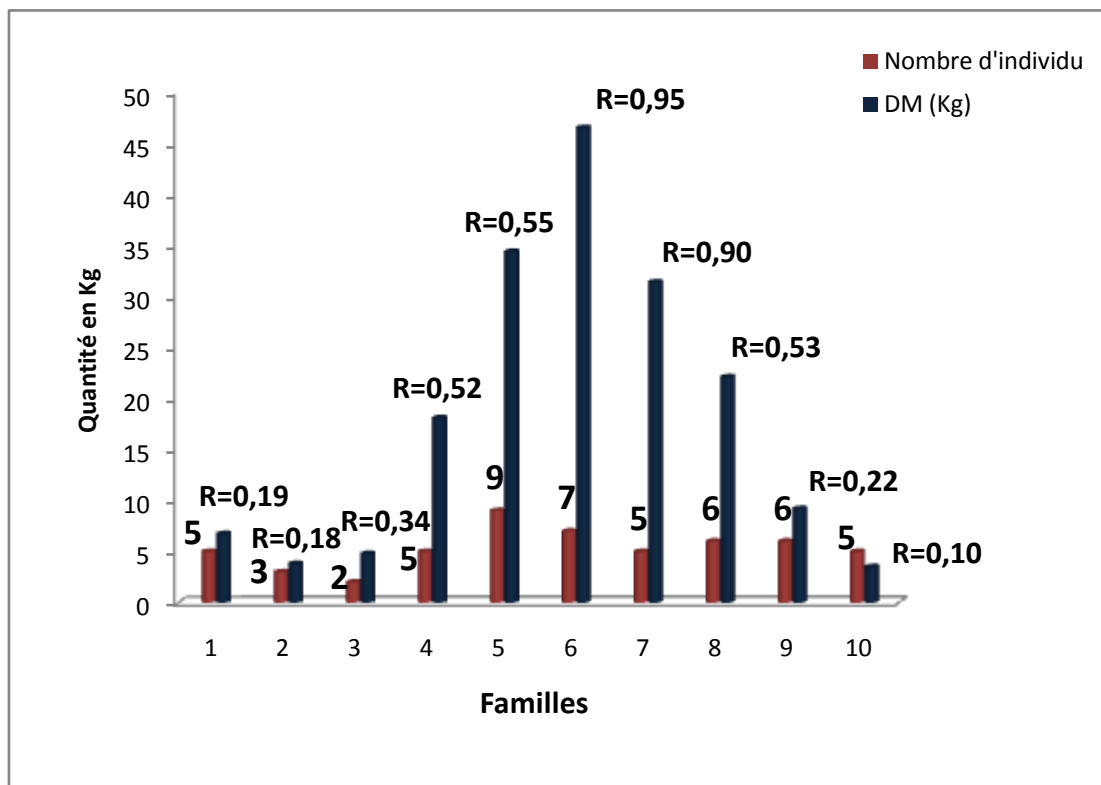


Figure 28: Quantité des DMA et Ratio total généré par les familles en fonction de leurs nombres d'individu.

II.3.1. Test de régression linéaire

Selon la figure 29, le R^2 tant vers 0 plus que vers 1 avec un $P=0,0244$ ce que signifie qu'il n'y'a pas de relation entre le nombre d'individus et la quantité des déchets ménagers générés par chaque famille (corrélation négative).

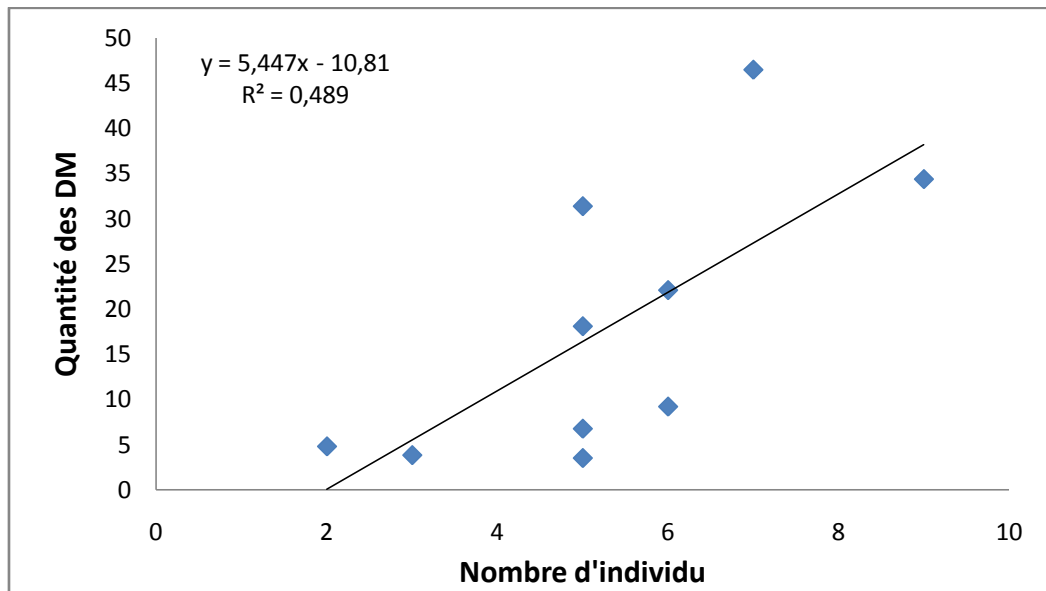


Figure 29 : Représentation linéaire de la quantité des déchets ménagers générés et le nombre d'individu dans chaque famille.

III. Essai de compostage des bio-déchets dans l'école primaire

Les Figures 30 et 31 montrent les résultats du processus du compostage au cours de la première semaine et après six semaines.

A la fin du processus de compostage nous avons remarqué une diminution de la taille de compost après six semaines, cela est dû à la décomposition totale de la matière organique mises à composter. La couleur du compost est assombrisi à la fin du processus, et la texture ressemble à celle d'un sol.



Figure 30 : Compost au début du processus de compostage.



Figure 31 : Compost à la fin du processus de compostage.

III.1. Evolution des paramètres du compostage

III.1.1. Evolution de la température

Les résultats de l'évolution des températures pendant les six semaines d'étude sont présentés dans la figure 32. D'après cette figure nous avons remarqué que les températures moyennes durant le processus ont fluctué entre 20°C et 45°C.

Durant tout le processus, nous avons remarqué que le pic de températures le plus élevé est enregistré durant la troisième semaine qui est de 45°C.

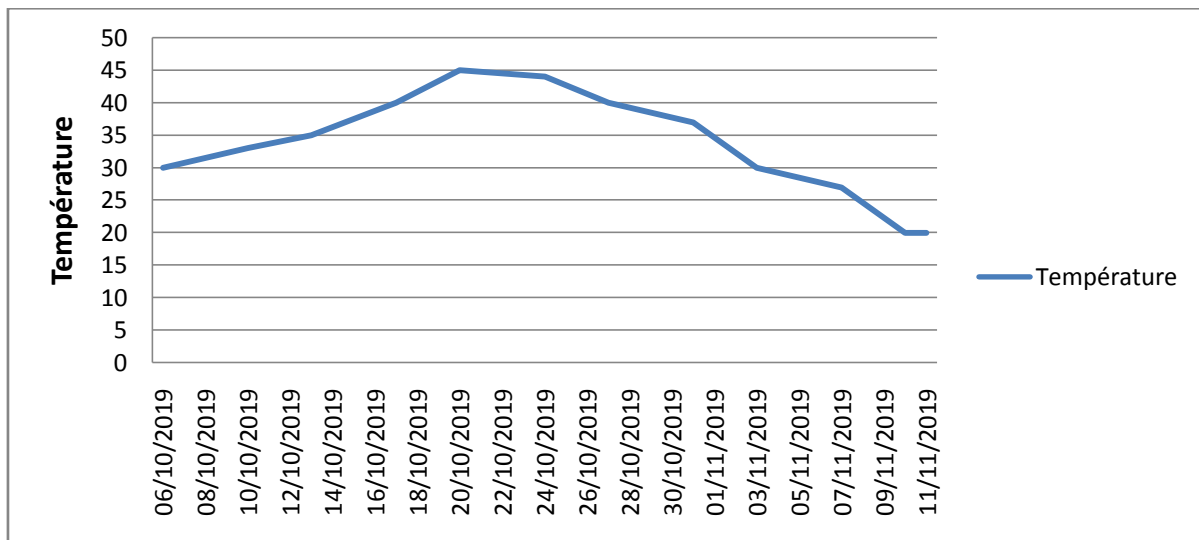


Figure 32 : Evolution de la température durant le processus de compostage.

Durant la troisième et la quatrième semaine du processus, le milieu est colonisé par les micro-organismes (bactéries et champignons) afin de dégrader la matière organique qui représente la phase mésophile ; cette activité bactérienne lors de la dégradation de la matière organique à provoqué un pic de température qui est de 45°C.

A partir de la 3^{ème} semaine nous avons enregistré une baisse de température qui est du à la diminution de la quantité de la matière organique qui représente la phase de refroidissement.

La température a continué de diminuer ; jusqu'à la stabilisation autour de 20°C durant la sixième semaine. Cela est du à la dégradation totale de la matière organique qui représente la phase de maturation.

III.1.2. Evolution du pH

Après avoir suivi l'évolution du deuxième paramètre (pH) durant le processus de compostage, les résultats obtenus sont illustrés dans la figure 33.

Nous remarquons que les valeurs du pH durant le processus de compostage, varient entre 4,5 et 7,5.

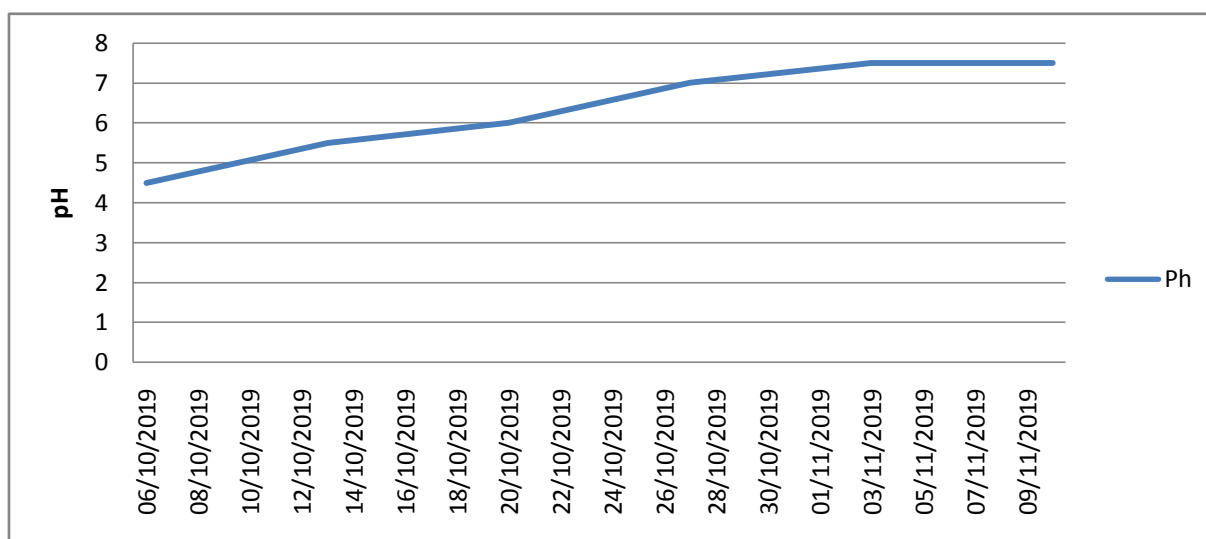


Figure 33 : Evolution de pH durant le processus de compostage.

Durant la première semaine nous avons remarqué que le pH est faible, ce résultat est dû à l'acidité des déchets collectés. À partir de la troisième semaine, nous remarquons une augmentation de pH qui correspond à la période de fermentation ; cette augmentation est suivie par une stabilisation autour de 7,5 durant les deux dernières semaines (phase de la maturation).

III.1.3. Evolution de l'humidité

D'après le tableau N°03, nous remarquons que l'humidité est suffisante dans le composteur durant les trois premières semaines de compostage ; cela est dû aux déchets (fruits et légumes) contenant une teneur importante de l'eau. Après nous avons effectué notre premier arrosage durant la deuxième semaine pour éviter le dessèchement du compost car la température a été élevée ; suivi par des autres arrosages la troisième et la quatrième semaine.

L'humidité commence à baisser jusqu'à atteindre l'état sec à la fin du processus.

Tableau 03 : Résultats du test de poignée de l'évolution de l'humidité du compost au niveau de l'école primaire.

Jours	Compost	Arrosage
6/10/2019	***	-
10/10/2019	**	-
13/10/2019	*	-
17/10/2019	S	+
20/10/2019	S	+
24/10/2019	**	-
27/10/2019	*	-
31/10/2019	S	+
3/11/2019	**	-
7/11/2019	*	-
10/11/2019	S	-
11/11/2019	S	-

*** : très humide

** : humide

* : peu humide

S : sec

- : pas d'arrosage

+ : arrosage

Discussion des résultats

D'après les résultats que nous avons obtenus à partir de la caractérisation des déchets au niveau de deux établissements scolaires durant deux semaines, nous remarquons que la quantité des déchets organiques est plus importante par rapport aux autres fractions (DR-DU). Cela est dû aux épluchures des légumes lors de la préparation des repas et les épluchures des fruits qui pèsent beaucoup et aussi à la mauvaise qualité des repas qui obligent les élèves de les jeter.

Quant aux autres fractions recyclables et ultimes nous remarquons une différence de quantité entre les deux établissements :

- Au niveau du primaire : nous avons constaté que les déchets ultimes sont plus générés par rapport aux déchets recyclables ; cela est dû au type de dessert servis (pots de yaourt, emballage de fromage).
- Au niveau du CEM : nos résultats montre que les déchets recyclables sont plus générés par rapport au déchet ultime ; cela est dû à la présence remarquable des boites de conserves (ananas, tomate) et le carton.

Concernant la quantification des déchets ménagers générés par les dix familles pendant 7 jours, les résultats obtenus nous montrent que la quantité des déchets générée varie d'une famille à l'autre en fonction de plusieurs facteurs à savoir le pouvoir d'achat , les membres de famille.....etc.

Dans notre étude, nous avons prouvé que le nombre de personnes dans une famille n'influence pas toujours sur la quantité des déchets générés le cas de la famille n°5 qui est constituée de 9 personnes et qui génèrent moins des déchets par rapport à la famille n°6 qui est composée de 7 personnes.

Nos résultats se rapprochent de ceux d'Abkari et Challal en 2019 au village Tisseguine de la commune de Boudjima, ces étudiantes ont constaté que le nombre de personnes dans une famille n'influence pas toujours sur la quantité des déchets générés donc un résultat correspondent a ce que nous avons obtenus.

A partir de nos résultats nous constatons que :

- La fraction organique est la fraction la plus générée par les dix familles ; cela reflète que nos repas sont constitués essentiellement de la matière organique (fruits et légumes).
- La fraction ultime est la plus générée par rapport à la fraction recyclable dans les familles n°5, n°7, n°8, n°9 et n°10 ; cela peut être expliqué par le fait que les ménages choisis comportent plus d'enfants qui utilisent les couches bébé et consomment les produits d'emballages.
- La fraction recyclable est plus générée dans les familles n°1 ; n°2, n°3 ; n°4 et n°6 par rapport à la fraction ultime ; cela peut s'expliquer par les membres de ces familles. La plupart sont des adultes (ils utilisent les aliments conservés).

Durant le processus de compostage ; nous avons constaté l'état de notre composte en vérifiant les paramètres de compostage à savoir l'aération (brassage), l'humidité (arrosage), le rapport C/N (l'ajout de la sciure de bois), la température et le Ph.

A partir de nos résultats, nous constatons que :

➤ Taille

L'activité microbienne implique forcément une diminution de la taille (Michad, 2007). La diminution de la taille est dus à l'envahissement des matières premières par les micro-organismes (Mustin et al ; 2005), durant la phase initiale du compostage. Ces micro-organismes dégradent les molécules simples (sucres simples, acides aminés, alcools,...etc.) et transforment une partie des polymères (protéines, acides nucléique, amidons, pectines, hémicellulose, cellulose,...etc.) La dégradation de la cellulose durant cette phase est responsable de plus de 75% de la perte du poids sec (Mustin et al ; 2005).

➤ Température

Les résultats obtenus par le suivi de la température coïncident avec la courbe de l'évolution de la température au cours des différentes phases de la première partie du processus de compostage (phase de dégradation) (Michaud, 2007).

Les bactéries et les champignons sont responsables de l'accroissement de la température en phase mésophile (Znaidi, 2002).

Cette augmentation de la température persiste durant la phase mésophile pour atteindre une température maximale de 35 à 45°C pour marquer l'installation de la phase thermophile caractérisée par une forte activité microbienne qui dégage de l'énergie sous forme de chaleur en dégradant la matière. Nos résultats coïncident avec les travaux D'Attrassi et al. (2005) qui notent que la température du compost augmente rapidement pendant les premières semaines du compostage et ceux de Misre et al (2005) qui montrent que la température idéale pour la phase initiale de compostage est de 20°C à 45°C ce qui a été le cas de notre expérience.

A partir de la troisième semaine nous avons constaté que la température commençait à baisser pour atteindre une température qui avoisine la température extérieure, cela est dû à la dégradation complète de la matière azotée (phase de refroidissement).

➤ PH

L'arrosage de compost n'influence pas sur le pH, car le pH du compost dépend plutôt de la nature des déchets mise à composter ainsi que les différentes phases du processus de la dégradation aérobie de la matière organique.

Durant la phase mésophile ; La production d'acides organiques entraîne une diminution du pH (pH 4,5 à 5,5) (Celerier, 2008). Le pH dépend du bon déroulement du compostage, une aération efficace, par exemple, permettant une bonne dégradation de la matière organique et conduisant à un pH final plus élevé (Ferrer et al ., 2001).

Le pH varie lors du compostage pour se stabilisé à la neutralité dans beaucoup de cas à la fin du processus c'est le cas de notre étude, (pH=7.5).

Le pH est un indicateur du degré de décomposition et biochimique de la matière organique.

➤ Humidité

Ce paramètre influence sur la température, l'aération et l'activité des microorganismes. Le taux de l'humidité affecte la vitesse de la dégradation des déchets, la circulation de l'eau dans les déchets joue un rôle essentiel en assurant la dispersion des microorganismes et des nutriments (Ademe 2009) .Pour cela nous avons arrosé le composte chaque fois qu'il devient sec pour assurer un bon déroulement du processus de compostage et pour ne pas avoir une humidité moins de 20%.

L'optimum de l'humidité entre 40% et 60% Mustin (1987).

➤ Oxygène

Dans toute fermentation aérobie, les micro-organismes ont besoin d'oxygène pour oxyder la matière organique, ce besoin est maximal au début et diminue progressivement au cour du temps. C'est le cas de notre expérience, au début nous avons aérée le composte une fois par deux jours, après durant la troisième et quatrième semaine deux fois par semaine et durant la cinquième et la sixième semaine une fois par semaine.

Ces résultats correspondent à ceux obtenus par Slimani Rachid et Chemim Farid en 2018 au niveau de la résidence universitaire EX-Habitat.

*Conclusion et
recommandations*

L'enquête que nous avons menée durant notre période d'étude (Mai et Octobre 2019) sur la gestion des déchets ménagers et assimilés, dont l'objectif consiste à étudier les problèmes liés à la mauvaise gestion des DMA, et de proposer des stratégies pour une gestion durable des DMA, nous a permis d'estimer la quantité, les types et la nature des déchets générés dans les établissements scolaires et les ménages.

La caractérisation des DMA nous a permis de déterminer que les déchets ménagers sont constitués essentiellement de déchets organiques aussi bien pour les ménages que pour les établissements scolaires (primaire et CEM). Les quantités des bio-déchets obtenus durant la période d'étude sont 155,2 Kg, 110,05 Kg et 723,3Kg pour respectivement les ménages, primaire et CEM.

À partir des questionnaires que nous avons distribués aux élèves de deux établissements scolaires et d'après leurs réponses que nous avons recueillies ; nous avons déduit qu'ils ont bien compris le message ; chose qui les a poussés à nous aider pour faire le tri sélectif au niveau des deux cantines. Après la sensibilisation que nous avons effectuée au niveau des ménages ; nous sommes convaincus que les familles sont bien informées vis-à-vis du tri des déchets ; ce résultat est le fruit d'un grand effort que nous avons fourni.

Le président de l'APC a refusé de nous aider pour élargir notre terrain de sensibilisation, car pour lui ce projet nécessite un budget important, et l'APC de Makouda ne dispose pas de ce budget.

Enfin l'essai de valorisation des bio-déchets au niveau du primaire, nous a permis d'obtenir des résultats satisfaisants. Cet essai va permettre de réduire les quantités des déchets acheminés vers le CET de Oued Fali.

Recommandations

Suite à cette étude nous avons élaboré quelques recommandations :

- Améliorer la qualité des repas pour éviter les gaspillages ;
- Appliquer le principe de tri sélectif à la source ;
- Encourager le compostage au niveau des ménages ;
- Organiser des campagnes de sensibilisations pour améliorer les connaissances des gens sur la gestion des déchets ;
- Installer des composteurs au niveau de tous les établissements scolaires ;
- Développer l'intégration du compostage dans la gestion des déchets ;
- Appliquer les trois règles : Réduire, Réutiliser et Recycler.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- **Agence National des déchets.**, 2012.
- **Addou A., 2009.** *Traitement des déchets : Valorisation, élimination*, Ed. Ellipses, Paris, 284p.
- **Ademe ., 2009.** Campagne nationale de caractérisation des ordures ménagères. Résultats année 2007.6p.
- **Attrassi. B, Mrabet. L, B, Douira. A Ounine.K et El Haloui.L., 2005.** Etude de la valorisation des déchets ménagers. Revue de Biotechnologie et environnement.
- **Balet J. (2008).** Gestion des déchets. Aide-mémoire. Paris : Lavoisier. 246p.
- **Balet J-M., 2005.** *Gestion des déchets : aide-mémoire*, 2ème édition. DUNOD, Paris. 230p.
- **Bouterfas I., 2017.** Identification et caractérisation des déchets ménagers solides de la ville de Tlemcen.90p.
- **Celerier J., 2008.** Caractérisation moléculaire et dynamique de la matière organique de compost (Déchets verts/Bio déchets) dans un sol. Thèse de doctorat de 'université de Poitiers. 37 p.
- **Demez L., Paulet D., Sambon J. (2012).** La gestion des déchets : conceptions, obligations, responsabilités, taxation. Ceder : Anthemis. 273p.
- **Desachy C., 2001.** *Les déchets : Sensibilisation à une gestion écologique*, 2ème édition. TEC & Doc, Paris, 70p.
- **Faurie C., Ferra C., Medori P., Dereaux J. & Hemptinne J., 2006.** Ecologie : Approche scientifique et pratique. 5ème édition. P 343-356.
- **Ferrer J., Paez, G., Marmol Z., Ramones E., Chandler C., Marin M Andferrer J., 2001.** "Agronomic use of biotechnologically processed grape wastes". Bioresource Technology. 76p.
- **Koller E., 2004.** *Traitement des pollutions industrielles : Eau, Air, Déchets, Sols, Boues*, 2ème édition. DUNOD, Paris, 432p.
- **Michaud L., 2007.** Tout sur le compost : le connaitre, le faire et l'utiliser. Québec : Litho Chic. P212.
- **Misra. Rv, Roy. Rn, Hiraoka. H., 2005.** Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole. Documents de travail sur les terres et les eaux. Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture, Rome.

Références bibliographiques

- **Moletta R., 2009.** *Le traitement des déchets*, Ed. TEC & DOC – Lavoisier, Paris, 686p.
- **Mustin M., 1987.** *Le compost : gestion de la matière organique*, Ed. François Lubusc, Paris, 954p.
- **Journal officiel de la république Algérienne n°06. 2009.** Décret N°09-19 du 20 janvier 2009, Portant réglementation de l'activité de collecte des déchets spéciaux. P8.
- **Journal officiel de la république Algérienne n°10. 2002.** Loi n° 02 – 02 du 05 février 2002 relative à la protection et la valorisation du littoral. Pp 18-22.
- **Journal officiel de la république Algérienne n°22. 2002.** Décret exécutif N° 02-175 du 20 mai 2002, portant création de l'agence nationale du déchet. Pp10.
- **Journal officiel de la république Algérienne n°35. 2006.** Décret présidentiel 06-170 ratifiant la convention de Bâle. P3.
- **Journal officiel de la république Algérienne n°37. 2011.** Loi n° 11 du 10 de 22 juin 2011 relative à la commune.P4-16.
- **Journal officiel de la république Algérienne n°43. 2003.** Loi n° 03 – 10 du 19 juillet 2003, relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable. P 6-19.
- **Journal officiel de la république Algérienne n°43. 2007.** Décret exécutif N°07-205 du 30/06/2007, Fixant les modalités et procédures d'élaboration, de publication et de révision du schéma communal de gestion des déchets ménagers et Assimilés. 24 p.
- **Journal officiel de la république Algérienne n°46. 2004.** Décret exécutif n° 04-199 du 19/07/2004, Fixant les modalités de création ; d'organisation, de fonctionnement et de financement du système public de traitement et de valorisation des déchets. Pp 8-10.
- **Journal officiel de la république Algérienne n° 62.2004.** Arrêt interministériel du 06 du 12 de 2004, fixe les caractéristiques techniques des sacs plastiques destinés à contenir directement des produits alimentaires. P22.
- **Journal officiel de la république Algérienne n°62. 2005.** Décret N°05-314 du 10 septembre 2005, Portant modalités d'agrément des groupements des générateurs et/ou détenteurs de déchets spéciaux. P4.

Références bibliographiques

- **Journal officiel de la république Algérienne n°77. 2001.** Décret exécutif N° 02-115 du 3 avril 2002, Portant création l'observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable. Pp 7-15.
- **Journal officiel de la république Algérienne n°77. 2001.** Loi n° 01 -19 du 12 décembre 2001, relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets. Pp 7-15.
- **Journal officiel de la république Algérienne n°81. 2004.** Décret exécutif n° 04-410 du 14/12/2004, Fixant les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau de ces Installations d'emballages « ECO-JEM ». P5.
- **Znaïdi I.E.A., 2002.** Etude et évaluation du compostage de différents types de matières organiques et des effets des jus de composts biologiques sur les maladies des plantes. Mémoire de master en biologie de l'UMMTO. 104p.

Annexes

Annexes

Annexe 01 : Test d'évaluation pour les élèves du primaire

السنة

الاسم

اللقب

التمرين الأول

تعريف النفايات العضوية

تعريف النفايات القابلة للتدوير

تعريف النفايات الغير قابلة للتدوير

التمرين الثاني

ضع في حيز النفايات القابلة للتدوير



ضع في حيز النفايات العضوية



ضع في حيز النفايات الغير قابلة للتدوير



Annexes

التمرين الثالث

ضع علامة (×) أمام الإجابة الصحيحة

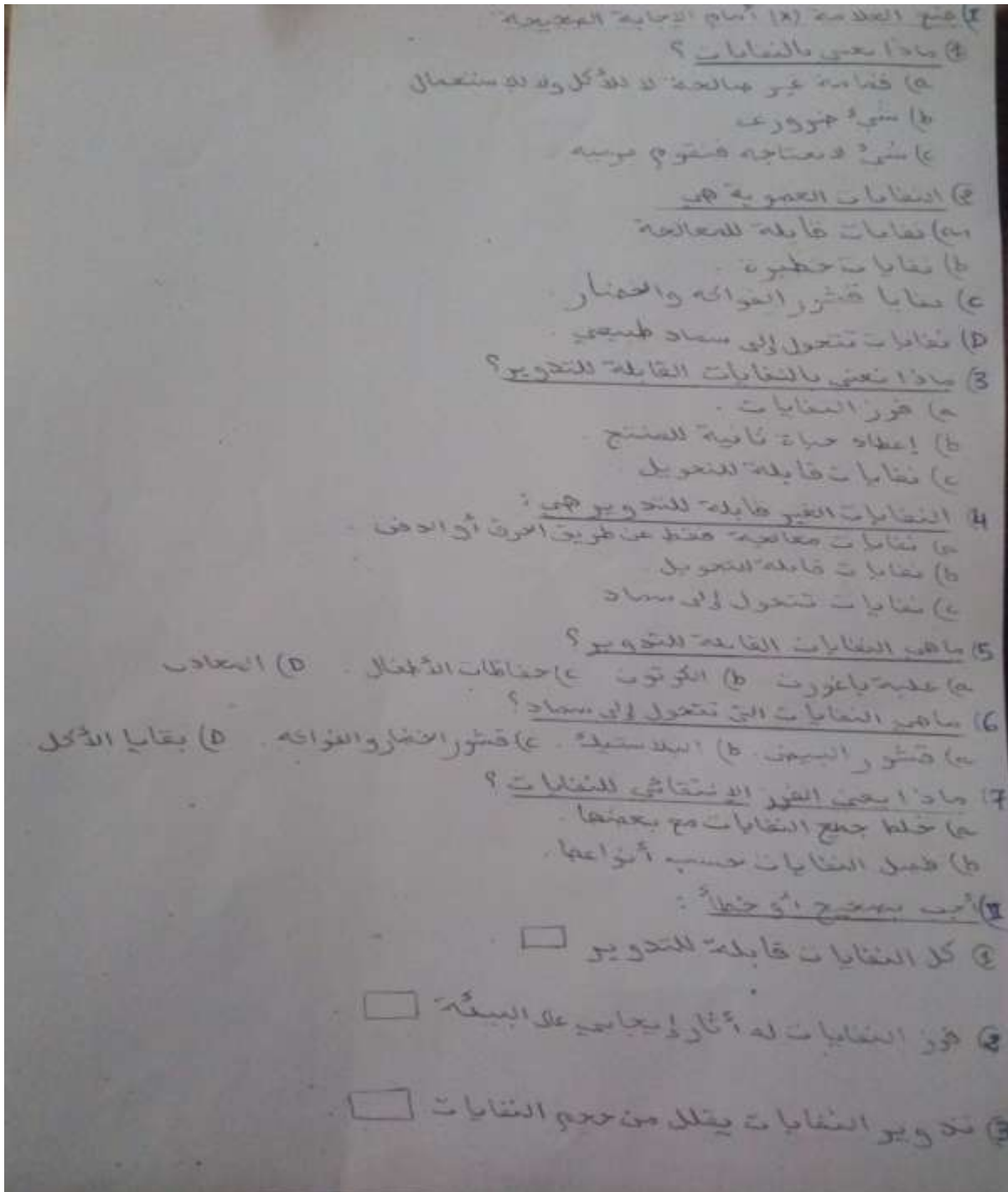
النفايات الغير قابلة للتدوير	النفايات القابلة للتدوير	النفايات العضوية	النفايات
			بقايا الخبز
			قارورة البلاستيك
			علبة ياغورت
			منديل ورقي
			نجارة الخشب
			بقايا الفواكه و الخضر
			الألمنيوم
			النفايات الطبية
			علبة التونة
			قشور البيض
			الأكياس البلاستيك
			حفاضات الأطفال
			قارورة الزجاج

Annexe 02 : Résultats de test d'évaluation pour les élèves du primaire

	3 Année	4 Année	5 Année
Bonne	43,59%	64,29%	77,78%
Mauvaise	56,41%	35,71%	22,22%

Annexes

Annexe 03 : Test d'évaluation pour les élèves du CEM



Annexe 04 : Résultats de test d'évaluation pour les élèves du CEM

	1AM	2AM	3AM	4AM
Bonne	85,77%	88,46%	92,86%	91,03%
Mauvaise	14,23%	11,54%	7,14%	8,97%

Résumé

Notre étude est réalisée au niveau de deux établissements scolaires et les ménages de la commune de Makouda .Elle a pour objectif de déterminer les quantités et les types déchets générés et évaluer l'état de la gestion des déchets.

Nous avons commencé notre travail par une campagne de sensibilisation au niveau de deux établissements scolaires ; en formant les élèves et l'ensemble du personnel pour appliquer le principe de tri sélectif. Quant aux familles nous leurs avons demandé de trier et de quantifier leurs déchets quotidiennement durant la période d'étude. A la fin nous avons réalisé un essaie de compostage pour valoriser les déchets organiques qui sont collecté au niveau de l'école primaire.

La caractérisation que nous avons fait nous a permis de constater que les bio-déchets sont les plus générés par rapport aux autres fractions : ultimes et recyclables, avec des quantités de 155,2Kg avec un pourcentage de 85,93% au niveau des ménages et 110,05Kg avec un pourcentage de 92,23% au niveau du primaire et 723,3Kg avec un pourcentage de 93,79%au niveau du CEM.

A la fin nous avons réalisé un essaie de compostage pour valoriser les déchets organiques qui sont collecté au niveau de l'école primaire.

Mot clés : bio-déchets, déchets ultimes, déchets recyclables, compostage, tri sélectif, sensibilisation.