

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

Université Mouloud Mammeri, 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 écosystèmes

Thème

Sensibilisation et accompagnement pour le tri et la valorisation des déchets organiques par compostage dans deux établissements scolaires de la commune de Bouzeguène.

Réalisé par :

-Melle ZERMANI Souhila

Devant le jury :

Présidente	M ^{me} CHAOUCHI-TALMAT N., Maitre de conférences A	U.M.M.T.O
Promoteur	M ^f Hammoum A., Maitre de conférences B	U.M.M.T.O
Co-promotrice	M ^{elle} Metna F., Maitre de conférences A	U.M.M.T.O
Examineur	M ^f Limane A., Maitre de conférences B	U.M.M.T.O
Examinatrice	M ^{elle} Kanane M., Doctorante	U.M.M.T.O

Promotion 2018/2019

Remerciements

Nous remercions Allah, le bon Dieu miséricordieux de nous avoir aidé à réaliser ce travail.

Au terme de notre travail, nous tenons à remercier chaleureusement:

- Notre promoteur Mr. HAMMOUM A., maître de conférences B à l'U.M.M.T.O pour son encadrement, ses conseils, ses encouragements Et son aide.

- Notre Co- promotrice Melle METNA F., maître de conférences A à l'U.M.M.T.O, de nous avoir accompagnés durant notre formation et notre cursus, et pour ses orientations.

Nous remercions aussi Mr OUJIANE A., maître de conférences A à l'U.M.M.T.O qui nous a fait l'honneur de présider le jury.

Nos remerciements s'adressent aussi à :

LIMANE K., Maitre de conférences à L'U.M.M.T.O.

Melle. KANNANE M., Doctorante à L'U.M.M.T.O

M.METNA B., Maitre assistant A à L'U.M.M.T.O.

Nos remerciement vont également a tout le personnel de deux établissements scolaires de bouzeguène (lycée Hanouti et collège Akli Amar) de nous avoir ouvert leurs portes et pour leur gentillesse et leur aide

A tous ceux qu'ont contribués de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

Liste des abréviations

AND : agence nationale des déchets

APC : assemblée populaire communale

APW : assemblée populaire wilaya

C/N : Rapport Carbone/Azote.

CEM : Collège d'Enseignement Moyen.

CET : Centre d'Enfouissement Technique.

DC : Déchets carton.

DM : Déchets de métaux.

DMA : Déchets Ménagers et Assimilés.

DO : Déchets organiques.

DP : Plastique.

DR : Déchets recycle

DU : Déchets ultimes.

H% : Taux d'humidité.

MOT : Matière Organique Totale

PDAU : Plan d'Aménagement et d'Urbanisme du groupement de Bouzeguène.

pH : Potentiel hydrogène.

RGPH : Recensement géographique de population et d'habitat

Liste des figures et des tableaux

Figure 1 : Situation géographique de la commune de Bouzeguène (Google Maps, 2019....14

Figure 2 : Occupation des logements dans la commune de Bouzeguène. (RGPH, Bouzeguène 2008).....15

Figure 3 : schéma représentatif de la structure des établissements scolaires. (Direction des établissements).....21

Figure 04 : Bacs de tri au niveau de la cantine.....23

Figure 05 : Pesage des déchets récupérés de la cantine.....23

Figure 06: Composteur prépare pour le compostage.....24

Figure 07: Déchets récupérés au niveau de la cantine.....24

Figure 08 : Mise en composteur des bio-déchets.....25

Figure 09: Les trois composteurs du collège Akli Amar.....25

Figure 10 : Mise en composteur les bio-déchets.....26

Figure 11: Mesure de température.....26

Figure 12: Le test de la poignée pour la vérification du taux d'humidité.....27

Figure 13: Mesure de ph.....27

Figure14 : Arrosage avec de l'eau.....28

Figure15 : Retournement à l'aide d'une fourche.....28

Figure 16: Séance de sensibilisation en classe au lycée des frères Hanouti29

Figure 17: Cours de sensibilisation en classes pour les élèves du collège Akli Amar.....30

Figure18: Tri des restes de repas par les élèves dans la cantine.....31

Figure 19 : Sensibilisation des élèves à la cantine pour trier leurs restes de repas.....31

Figure 20 : Table des élèves après le tri des restes de leurs repas32

Figure 21: Résultats de la première question.....	33
Figure 22 : Résultats de la deuxième réponse.....	33
Figure 23 : Résultat de la troisième question.....	34
Figure 24 : Résultat de la quatrième question.....	35
Figure 25: Résultat de la cinquième question.	35
Figure 26 : Résultat de la sixième réponse.....	36
Figure 27 : Résultat de la septième réponse.....	37
Figure 28 : Résultat de la huitième réponse.....	37
Figure 29: Résultat de la neuvième réponse.....	38
Figure 30: Résultat de la dixième question.....	39
Figure 31: Quantités des déchets générés par type durant les jours de la semaine au Lycée Hanouti et au CEM Akli Amar.....	42
Figure 32: Evolution de la taille des composts durant la période de l'étude.....	46
Figure 33 : Variation des températures des quatre composts durant la période d'essai.....	47
Figure34 : Variation du pH des quatre composts durant la période d'essai.....	48
Figure 35: Rencontre avec le président de l'APC de Bouzeguène.	49
Figure 36: Rencontre avec le Chef de service de sensibilisation et communication environnementale au niveau de la direction de l'environnement.....	50
Tableau 01 : Déchets ménagers générés par type au niveaux des deux établissements scolaires.....	40
Tableau02: Déchets ménagers générés durant une semaine au Lycée Hanouti et collège Akli Amar.....	40
Tableau 03 : Déchets organiques générés durant une semaine au Lycée Hanouti et le collège Akli Amar.....	41
Tableau 04 : Déchets recyclables générés durant une semaine au lycée Hanouti et collège Akli Amar.....	41

Tableau 05 : Déchets ultimes génères durant une semaine au lycée Hanouti et au collège Akli Amar.....41

Table des matières

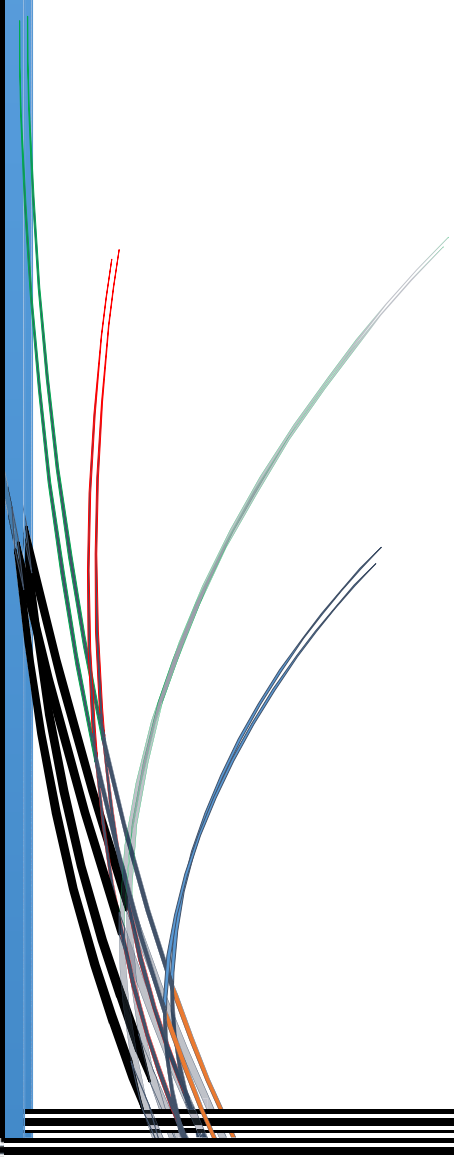


Table des matières

Introduction	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
1-définition d'un déchet	3
2-classification des déchets	3
2-1- déchet spéciaux y a compris les déchets dangereux	3
2-2-Déchets inertes	3
2-3-déchets ménagers et assimilés	4
2-3-1-Caractéristique des déchets ménagers et assimilés.....	4
2-3-1-1-Densité.....	4
2-3-1-2-Humidité.....	4
2-3-1-3-Le pouvoir calorifique.....	4
2-3-1-4-Rapport du carbone par rapport à l'azote (C/N).....	4
3-Cade réglementaire des déchets	5
4-Impacts des déchets	6
4-1-Sur l'environnement.....	6
4-2-Sur la santé publique.....	6
4-3-Sur l'économie.....	6
5- La gestion des déchets.....	7
5-1- Principe de 3RV-E (Réduction, réemploi, recyclage, valorisation).....	7
5-1-1 La réduction.....	7
5-1-2-La réutilisation (réemploi).....	7
5-1-3-Recyclage.....	7
5-1-4- Valorisation.....	7
5-1-5-Élimination.....	7

5-2-a collecte.....	8
5-2-1-Les différents modes de la collecte	8
5-2-1-1-La collecte en porte à porte.....	8
5-2-1-2-Collecte sélective ou séparative.....	8
5-2-1-3-Collectes par conteneur.....	8
5-2-1-4-Collecte par points de regroupements.....	8
5-2-1-5-Collecte multi matériaux.....	9
5-2-1-6-Collecte simultanée.....	9
5-3-Transport.....	9
5-4-Stockage.....	9
5-4-1- Le centre d'enfouissement technique.....	9
6-Traitement des déchets	9
6-1-Traitement thermique	10
6-1-1- L'incinération.....	10
6-1-2- Pyrolyse.....	10
6-2-traitement Biologique.....	10
6-2-1-La méthanisation.....	10
6-2-2-Le Compostage.....	11
7-Généralité sur le compostage.....	11
7-1- procède de compostage.....	11
7-2-La matière compostables.....	11
7-3-Les phases du processus de compostage.....	11
7-3-1- Phase mésophile.....	11
7-3-2- Phase thermophile.....	12
7-3-3-Phase de refroidissement.....	12

7-3-4-Phase de maturation.....	12
7-4- Les paramètres de compostage.....	12
7-4-1 Température.....	12
7-4-2-Teneur en humidité.....	13
7-4-3- Rapport Carbone/Azote.....	13
7-4-4-Teneur en Matière Organique Totale (MOT).....	13
7-4-5-Apport d'oxygène.....	13
7-4-6-Granulométrie.....	13

Chapitre II : Présentation de la région d'étude

1-Présentation de la commune de bouzeguène.....	14
2- population.....	15
3- habitat.....	15
4-Activités de la commune génératrice de déchets ménagers et assimilés.....	16
5-Gestion des déchets dans la commune de Bouzeguène.....	17

Chapitre III : Matériel et méthode

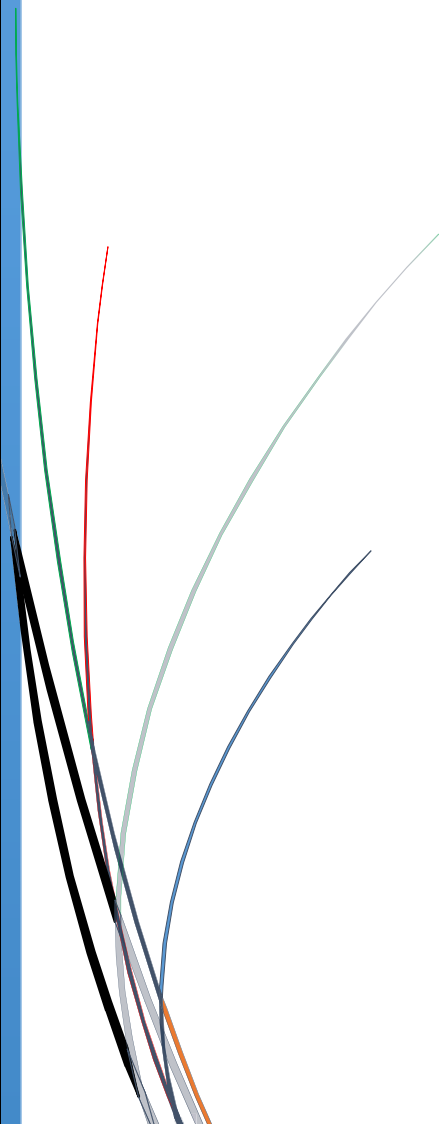
1- Présentation des deux établissements scolaires.....	20
2- Sensibilisation au niveau du Lycée des Frères Hanouti et CEM Akli Amar.....	21
2-1- Rencontre avec les Directeurs.....	21
2-2-Sensibilisation des élèves en classe.....	21
2-3- Sensibilisation des élèves dans la cantine.....	21
3-Questionnaires.....	22
4- Identification et quantification des déchets générés au niveau des cantines scolaire.....	22
5-Essai de valorisation des bio-déchets par compostage.....	23

6-Récupération des bio-déchets.....	24
6-1- Lycée des frères Hanouti.....	24
6-2-Collège Akli Amar.....	24
7-Mesure les paramètres de compostage.....	26
7-1-Mesure de la température.....	26
7-2- Vérification de l'humidité.....	26
7-3-Mesure du ph.....	26
8-Arrosage et retournement.....	28
9-Traitement des données.....	28
10- Rencontre avec les acteurs institutionnels.....	29
10-1- Rencontre avec le président de l'APC de Bouzeguène.....	29
10-2- Rencontre au niveau de la direction de l'environnement.....	29
10-3- Rencontre avec les élus de l'APW.....	29
 Chapitre VI : Résultats et discussion	
1-Sensibilisation au niveau du Lycée des Frères Hanouti et CEM Akli Amar.....	28
1-1-Rencontre avec les Directeurs.....	28
1-2-Sensibilisation des élèves en classe.....	28
1-2-1- Lycée des frères Hanouti.....	28
1-2-2-Collège Akli Amar.....	29
1-3- Sensibilisation des élèves dans la cantine.....	30
1- 3-1-Au lycée des frères Hanouti.....	30
1-3-2-Au collège Akli Amar.....	31

2- Résultats de Questionnaire.....	32
2-1- Comparaison des résultats du questionnaire entre les deux établissements scolaire...39	
3- Résultats d'identification et de quantification des déchets générés au niveau de la cantine de deux établissements scolaires.....	39
3-1- Déchets ménagers générés par type durant une semaine dans les cantines des établissements scolaires Hanouti et Akli Amar.....	39
3-2- Déchets ménagers générés durant une semaine dans les cantines des établissements scolaires Hanouti et Akli Amar.....	40
3-3- Déchets organiques générés durant une semaine dans les cantines des établissements scolaires Hanouti et Akli Amar.....	40
3-4- Déchets Recyclable durant une semaine dans les cantines des établissements scolaires Hanouti et Akli Amar.....	41
3-5- Déchets Ultime génère durant une semaine dans les cantines des établissements scolaires Hanouti et Akli Amar.....	41
4- Quantités des déchets générés par type durant les jours de la semaine au niveaux de Lycée Hanouti et CEM Akli Amar.....	42
4-1- Comparaison les quantités des déchets génère par type entre les deux établissements scolaire lycée Hanouti et Akli Amar	43
5- Essai de valorisation des bio-déchets par compostage.....	43
5-1- Paramètres du compostage.....	43
5-2- Evaluation de la taille des composts.....	43
5-3- Evaluation de la température.....	46
5-4- Evaluation de ph.....	48
6- Résultats de la rencontre avec les acteurs institutionnels.....	49

6-1- Résultat de la rencontre avec le président de l'APC de Bouzeguène.....	49
6-2-Résultat de la rencontre au niveau de la direction de l'environnement.....	49
6-3 Résultat de la rencontre avec le responsable de la commission de l'environnement de l'APW.....	50
Conclusion	
Références bibliographiques	
Annexes	

Introduction générale



Introduction générale

La gestion des déchets est l'un des problèmes de l'environnement que vivent les divers secteurs de l'activité humaine, en particulier dans les établissements scolaires. Environ 207 000 tonnes de déchets ménagers sont générées chaque année par les établissements scolaires (656 écoles primaires, 179 CEM et 67 lycées) de la wilaya de Tizi Ouzou. Ce sont essentiellement des déchets organiques. Ils sont collectés et traités par enfouissement.

Même schéma de gestion pour les 23 établissements scolaires de la commune de Bouzeguène (15 écoles primaires, 04 CEM, 02 lycées, 01 école de formation professionnelle et une école pour handicapés). La collecte des déchets générés par ces établissements est assurée par les services de l'APC de Bouzeguène et sont évacués vers le CET de Tizi-Ouzou (Oued Fali) pour un traitement par enfouissement, sauf pour les 14 écoles primaires qui sont situés dans les villages où la collecte des déchets n'est pas assurée.

Ces déchets ont des conséquences sur l'environnement et la santé humaine. Ils produisent essentiellement du lixiviat et du méthane et il y a donc apparition de nuisances notamment les mauvaises odeurs.

Notre travail fait suite à d'autres travaux déjà réalisés dans ce domaine dans la commune de Bouzeguène, notamment le travail de Kanane M. (2018). L'étude est effectuée au niveau de deux établissements scolaires de la commune de Bouzeguène (le lycée des frères Hanouti et le collège Akli Amar) qui sont situés respectivement au 2^e chef-lieu, Loudha, et au 1^{er} chef-lieu, Bouzeguène.

L'objectif est de quantifier et d'identifier les déchets générés par les cantines scolaires des deux établissements, Faire un essai de valorisation des déchets organiques par compostage et faire des campagnes de sensibilisation pour installer le tri compostage dans les établissements scolaires.

La sensibilisation est basée sur la gestion durable des déchets aux niveaux des deux établissements scolaires. On a commencé par les élèves car ils représentent un intermédiaire fiable permettant de véhiculer notre message vers leurs parents et d'autres personnes en plus d'être les graines de la société, puis les employés de la cantine qui sont directement concernés parce qu'ils ont la charge de la gestion des déchets et enfin les responsables des établissements.

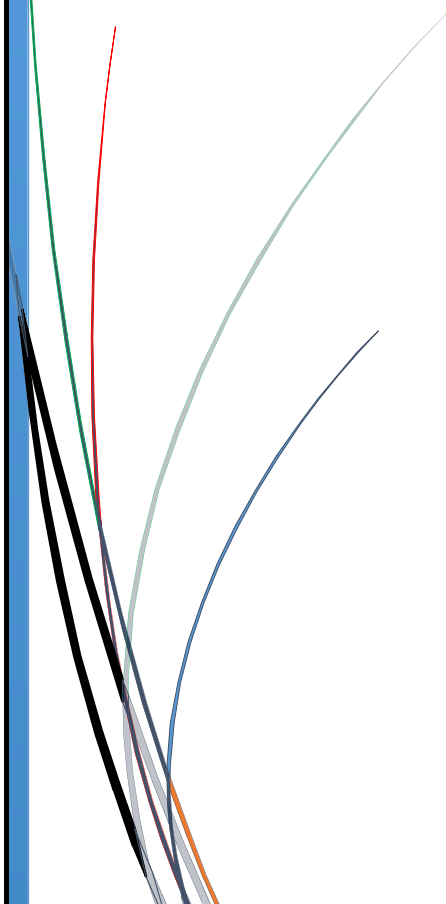
Puis, nous avons effectué une caractérisation des déchets générés par les cantines de ces établissements. Elle consiste à connaître les différents types et les quantités de déchets générés par les cantines des deux établissements scolaires (lycée Hanouti et collège Akli

Amar). Et mettre en place un schéma plus durable de gestion des déchets ménagers basé sur le tri et le compostage.

Enfin, nous avons réalisé un essai de compostage des déchets organiques générés par les deux établissements en utilisant trois apports différents de carbone (sciure du bois, grignon d'olive et papier carton).

Notre travail est structuré en quatre chapitres : le premier est consacré à une synthèse bibliographique dans lequel nous avons abordé les différentes notions liées aux déchets. Le deuxième est consacré à la présentation de la région d'étude et des deux établissements scolaires. Quant au troisième chapitre, il est consacré à la méthodologie utilisée lors de notre étude. Dans le quatrième chapitre, nous avons présenté et traité les résultats obtenus. Le mémoire s'achève par une conclusion générale suivie de quelques recommandations.

Chapitre I : Généralité sur les déchets



1-Définition d'un déchet

La notion d'un déchet peut être définie de différentes manières selon le domaine et l'intérêt d'étude et parfois l'origine et l'état d'un déchet.

Selon la loi de la République algérienne n° 01-19 du 12 décembre 2001, relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets

« Un déchet est tout un résidu d'un processus de production, de la 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 ».

2. Classification des déchets

Selon la loi algérienne n°01-19 du 12 décembre 2001 dans son article 5 les déchets sont classés comme suit:

2-1-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.

2-1-1-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.

2-2-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.

2-3-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.

2-3-1-Caractéristiques des déchets ménagers et assimilés

Les caractéristiques des déchets solides sont physico-chimiques. Elles contribuent à la détermination des méthodes optimales pour leur élimination.

2-3-1-1- Densité

Elle représente la masse du déchet solide par rapport au volume qu'il occupe. Elle est aussi appelée densité en poubelle. Cette caractéristique détermine d'une part, le type et le volume du matériel de pré-collecte, de collecte et de stockage et d'une autre part, le type de traitement à préconiser. La densité change durant les étapes de traitement du déchet et ceci depuis le moment de sa production avec les moyens de pré-collecte et de collecte jusqu'au moment de sa décharge. Elle varie également selon le type de tissu urbain puisque cette densité décroît au fur et à mesure qu'on passe des quartiers de haut standing aux quartiers pauvres (Gillet, 1985).

2-3-1-2-Humidité

Elle donne la valeur de l'eau présente dans la matière. La quantité d'eau varie suivant les saisons, la température et les conditions sociales et économiques (du moment que le niveau de vie est élevé la consommation sera en majorité à base de fruits et légumes). « Plus la valeur d'eau présente dans les déchets est importante, plus elle est riche en produit organique et son humidité atteint 80% »

Le taux d'humidité a une influence majeure sur le pouvoir calorifique des déchets. Ainsi il permet d'apprécier l'aptitude des déchets au compostage quand leur taux d'humidité varie de 50% à 70%(Gillet, 1985).

2-3-1-3- Pouvoir calorifique :

Le pouvoir calorifique défini comme la quantité de chaleur dégagée par la combustion de l'unité de poids en ordures brutes. Il s'exprime en millithermie par kilogramme d'ordures (mth/Kg) (Brahimat, 2017).

2-3-1-4-Rapport du carbone par rapport à l'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 (Brahimat, 2017).

3-Cade réglementaire des déchets

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

- Loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement ;
- Loi 01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets ;
- 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
- Loi n° 11-10 du 22 juin 2011 relative à la commune

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

- Décret exécutif n° 84-378 du 15 décembre 1984 fixant les conditions de nettoyage, d'enlèvement et du traitement des déchets solides urbains
- Décret exécutif n° 02-115 du 3 avril 2002, Portant création de l'observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable ;
- Décret n° 2002-540 du 18 avril 2002 relatif à la classification des déchets
- Décret exécutifs n° 02-175 du 20 mai 2002 portant création organisation et fonctionnement de l'Agence nationale des déchets
- Décret exécutif n° 02-262 du 17 août 2002, Portant création d'un Centre National des Technologies de Production plus Propre (CNTPP) ;
- Décret exécutif n° 02- 263 du 17 août 2002, Portant création d'un Centre National des Formations à l'Environnement (CNFE) ;
- Décret exécutif n°02-372 du 11 novembre 2002 relatif aux déchets des emballages :
- Décret exécutifs n° 03- 477 du 09 décembre 2003 fixant les modalités et les procédures d'élaboration de publication et de révision du plan national de gestion des déchets spéciaux
- Décret exécutifs n° 3-478 du 09 décembre 2003 définissant les modalités de gestion des déchets d'activités de soins
- 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 ;

4-Impact des déchets

4-1- Impact des déchets sur l'environnement

Le risque lié aux déchets des ménages ou aux déchets dangereux que produisent les industries est dans la plupart des cas, un risque pour l'environnement.

Selon Desachy (2001), certains déchets sont susceptibles de polluer directement :

L'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 qui se

manifeste par une prolifération des algues liée à l'enrichissement du milieu en élément nutritifs. La pollution des eaux de mer par le déversement de déchets est moins visible.

L'air

Ils dégagent un gaz toxique. Mais ils peuvent aussi participer indirectement à la pollution atmosphérique lorsque leur traitement par incinération est réalisé dans des conditions mauvaises.

Le sol

La pollution des sols est la moins visible des pollutions ; elle frappe avec retard. Un site pollué est un site dont le sol ou les eaux souterraines ont été pollués par d'anciens dépôts de déchets ou l'infiltration de substances polluantes, la pollution étant susceptible de provoquer une nuisance ou un risque permanent pour les personnes ou l'environnement.

4-2- Impact des déchets sur la santé publique

L'impact de déchets sur la santé public est du généralement à la décomposition des matières organiques présentes dans les déchets solides entassés dans les décharges. La fermentation des rejets provoque des émanations d'odeurs putrides et nauséabondes (CH₄) et des gaz toxiques (biogaz) comme le méthane et le dioxyde du carbone. Ces gaz sont très néfastes pour le système respiratoire de l'être humain et provoque beaucoup de maladies comme la rhinite, la conjonctivite et l'asthme.

4-3- Impact des déchets 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).

5- Gestion des déchets

Dans une société de consommation et de gaspillage, la prise en charge de la gestion des déchets est indispensable pour les raisons que nous venons de voir (santé, publique, respect de l'environnement, hygiène, écotoxicologie...).

5-1- Principe de 3RV-E (Réduction, réemploi, recyclage, valorisation)

5-1-1-Réduction

C'est une technique de gestion des déchets selon laquelle les produits sont conçus et fabriqués pour diminuer le volume des déchets solides et la quantité de déchets dangereux dans le flux des déchets solides. Elle peut être réalisée de plusieurs manières, en employant par exemple des matières premières qui génèrent moins de déchets lors du processus de fabrication, en réutilisant ou en recyclant les déchets dans les usines où ils sont produits (Berg & al., 2009).

5-1-2- Réutilisation (réemploi)

L'objectif essentiel du réemploi des déchets consiste à maintenir, le plus longtemps possible, les matières dans le circuit économique et réduire ainsi la consommation des matières premières et l'accumulation des déchets.

5-1-3-Recyclage

Ce mode de traitement concerne surtout le verre, le papier-carton, les emballages et les métaux : ces déchets font l'objet d'une collecte séparative déjà bien établie depuis longtemps et suivis d'un traitement spécifique de valorisation sous forme de recyclage ; il s'agit d'une récupération de matière, sans véritable transformation (Balet, 2005).

5-1-4- Valorisation

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

5-1-5-Élimination

Seuls les résidus par lesquels il n'existe aucune possibilité de mise en valeur (réduction à la source, recyclage...) devraient être éliminés. Les pratiques usuelles de gestion par élimination restent les CET, les décharges et l'incinération tout en garantissant la sécurité pour les personnes comme pour l'environnement.

5-2- Collecte

De lieu de production des différents déchets, le souci de toujours a été de s'en débarrasser. La collecte des déchets s'organise avec des moyens spécifiques en fonction de la typologie des déchets et du lieu concerné.

Après la collecte, c'est ensuite, dans un deuxième temps, que les déchets sont transportés, généralement par voie routière, vers un centre de transferts ou de traitement. Là encore, des véhicules spécifiques sont dédiés à ces opérations.(TURLANT, 2013).

5-2-1- Différents modes de collecte

5-2-1-1- Collecte en 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).

5-2-1-2-Collecte sélective ou séparative

Les déchets sont répartis en fonction de leurs caractéristiques pour être stocké dans des conteneurs spécifiques (verre, papier-carton, bio-déchets, plastiques,... etc.) afin d'éviter toute contamination par d'autres déchets, produit ou matériaux potentiellement polluants, en vue d'une valorisation ou d'un traitement spécifique après transport préalable. Ces termes désignent aussi l'ensemble des opérations d'enlèvement des déchets disposés dans ces conteneurs spécifiques jusqu'à leur livraison vers un centre de tri, de traitement ou de stockage (Damien, 2009).

5-2-1-3-Collectes par conteneur

Elle s'effectue, soit auprès des habitations familiales, utilisant des sacs ou conteneurs de petites tailles, soit dans de conteneurs routier de grandes capacités, allant de 360 à 1700 litres, ou encore des conteneurs auprès des grands usagers avec bacs de capacités qui peuvent aller de 240 à 360 litres (Balet, 2005).

5-2-1-4- Collecte par points de regroupements

La collecte par points de regroupement implique pour les usagés l'obligation de ramener eux-mêmes leurs déchets aux lieux de réception (Desachy, 2001)

Ils sont situés à un endroit de convergence ou les déchets sont enlevés périodiquement par des bennes ou véhicules.

5-2-1-5- Collecte multi matériaux

C'est la collecte dans la même benne d'au moins deux déchets qui ne se polluent pas l'un et l'autre, permettant un tri performant par la suite. Cette collecte est principalement utilisée pour les déchets industriels non dangereux (Damien, 2009).

5-2-1-6-Collecte simultanée

Deux fractions plus de déchets sont ramassées simultanément dans une benne compartimentée pendant la même tournée. C'est souvent une benne de déchets ménagers avec des déchets recyclables (Damien, 2009).

5-3-Transport

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

5-4- Stockage

La mise en décharge est la méthode de traitement la plus répandue dans le monde, utilisée pour traiter une grande partie des déchets. Il existe différentes techniques de mise en décharge plus ou moins contrôlées, cette technique est employée depuis longtemps mais sans véritable contrôle sur les impacts engendrés. Leur gestion est aussi rendue difficile par manque de données sur la nature et la composition des déchets enfouis (Rogaume, 2006).

5-4-1-Centres d'enfouissement technique

Appelé aussi décharge contrôlée, c'est un site de qualités géologique convenables où les déchets sont disposés en couches minces, recouvertes de terre ou compactées par des engins spéciaux. Cette meilleure utilisation du terrain peut cependant, entraîner la production de gaz et d'un liquide, le lixiviat, qu'il faut traiter selon les techniques d'aujourd'hui bien maîtrisées.

En fonction de la nature des déchets, les centres d'enfouissement technique sont divisés en trois classes :

- Classe 1 : réservée aux déchets industriels spéciaux ou toxiques ;
- Classe 2 : réservée aux déchets ménagers et assimilés ;
- Classe 3 : réservée aux déchets inertes

6-Traitement des déchets

Le traitement des déchets, comme toute mesure pratique permettant d'assurer que les déchets sont valorisés, stockés et éliminés, d'une manière garantissant la protection de la santé publique et/ou de l'environnement, contre les effets nuisibles que peuvent avoir ces déchets (la loi 01-19). Parmi ces traitements en trouve :

6-1-Traitement thermique

La principale caractéristique du traitement thermique des déchets est de « réduire le volume et la masse des déchets en minéralisation la quasi-totalité des déchets. La préparation des déchets entrant dans ce procédé est quasi inexistante » (TURLANT, 2013).

6-1-1- Incinération

De façon générale, l'incinération est un procédé de traitement thermique des déchets en présence d'oxygène de l'air dans des fours quel que soit le type de déchet (Addou, 2009).

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).

6-1-2-Pyrolyse

La pyrolyse est la décomposition ou thermolyse des déchets organiques à des températures généralement comprises entre 300 et 650°C en l'absence d'oxygène. Il en résulte une production d'un gaz combustible, d'un liquide (huile), et d'un résidu solide contenant la fraction minérale du déchet entrant (Addou, 2009).

6-2-Traitement biologique

Elle concerne le compostage ou la méthanisation des déchets fermentescibles, déchets de jardin, papier souillés d'emballage... pour en faire du compost ou du biogaz (Addou, 2009).

6-2-1-Méthanisation

Elle consiste en la décomposition anaérobie des déchets organiques : fraction fermentescible des ordures ménagères, déchets verts, déchets agricoles et de l'agroalimentaire.

Elle permet la production de biogaz qui peut être valorisé directement pour produire de la chaleur ou pré-traité. Les rejets du digesteur sont proches de boues et se nomment le digestat qu'il convient de traiter (Rogaume, 2006).

6-2-2-Compostage

On définit le compostage comme un processus qui consiste à transformer et à décomposer de manière contrôlée la matière organique en présence de l'oxygène de l'air et sous l'action de populations microbiennes pour donner le compost (Addou,2009).

Selon Mustin,1987 le compostage c'est un processus biologique assurant la décomposition des constituants organiques stables riches en composés humiques : le compost.

6-2-2-1-Processus de compostage

Le compostage est un processus utilisant l'action de divers organismes aérobies pour décomposer sous contrôle (aération, température, humidité), et de façon accélérée, les matières putrescibles. Cela, en vue d'obtenir un amendement organique riche en humus.

Le compost doit être stable d'un point de vue biologique et exempt d'organismes pathogènes grâce à la chaleur dégagée par le processus (environ 60°C).

Il existe plusieurs techniques de compostages à savoir en système ouvert comme le compostage en andain (retournés, statiques aérés ou aérés passivement), et en système fermé avec le compostage en silo, en casier et en lits rectangulaires (Hatik, 2014).

6-2-2-2-Matière compostable

Toutes les matières organiques contenues dans les déchets peuvent en principe être traitées par compostage (Desachy, 2001)

- Fraction fermentescible et papier-carton des ordures ménagères.
- Boues de station d'épuration.
- Graisses et matières de vidange.
- Déjection animales.
- Déchets des coopératives et des industries agro-alimentaires.

6-2-2-3-Phases de compostage

➤ Phase mésophile

La phase mésophile est la phase initiale du compostage. Les matières premières sont envahies par les micro-organismes mésophiles (bactéries et champignons essentiellement), absorbant les molécules simples (sucres simples, acides aminés, alcools...) et transformant une partie des polymères (protéines, acides nucléiques, amidon, pectines, hémicellulose, cellulose...). Leur activité engendre une montée en température (de 10-15 °C à 30- 40 °C), un dégagement important de CO₂ (d'où la diminution du rapport C/N) ainsi qu'une acidification (Znaidi, 2002)

➤ **Phase thermophile**

La phase thermophile est atteinte au centre du tas, à des températures élevées (de l'ordre de 60 à 70°C pour les composts agricoles, auxquelles ne résistent que des microorganismes thermotolérants ou thermophiles (arrêt de l'activité des champignons développement des actinomycètes et des bactéries thermophiles) (Znaidi, 2002).

Durant cette phase, les microorganismes dégradent les polymères entraînant une augmentation du pH (6,5 à 8,5) (Celerier, 2008).

➤ **Phase de refroidissement**

Une fois que les molécules simples ont toutes été consommées on observe un ralentissement de l'activité microbiologique et donc une diminution de la température jusqu'à 40-50°C. Cette température permet une nouvelle colonisation par les micro-organismes mésophiles notamment les champignons. Néanmoins ces derniers sont d'une nature différente de celle observée lors de la première phase mésophile. Ces nouveaux mésophiles permettent de dégrader la cellulose, l'hémicellulose et la lignine. On observe alors le début de la formation d'humus et l'incorporation d'azote dans les molécules complexes. (A.D.E.M.E, 2012).

➤ **Phase de maturation**

Cette phase est dominée par les processus d'humidification pouvant s'étaler sur plusieurs mois. Les micro-organismes menant cette phase sont essentiellement les champignons et les bactéries. On observe alors une augmentation de la biomasse microbienne et l'arrivée de lombrics. A la fin de cette phase on dispose d'un compost stabilisé, constitué d'humus. (A.D.E.M.E ,2012).

6-2-2-4-Paramètres de compostage

Les paramètres physico-chimiques à prendre en compte durant le processus de compostage sont la température, la teneur en eau, le rapport carbone/azote, l'apport d'air et la granulométrie.

- **Température**

Selon Faverial,2016 l'évolution de la température traduit l'activité microbienne relative à la décomposition de la matière organique. Il a montré que les températures opérationnelles pour maximiser l'hygiénisation et la stabilisation, et suggère que des températures supérieures à 55°C maximisent l'hygiénisation, de 45 à 55°C maximisent le taux

de dégradation, et de 35° à 40°C maximisent la diversité microbologique. L'augmentation de la température est un paramètre indispensable pour la qualité du compost et son innocuité.

- **Teneur en humidité**

La teneur en eau des déchets mis à composter conditionne l'activité des micro-organismes. L'humidité optimale pour le compostage est généralement 50-60%, Si la teneur en eau baisse en dessous de 30%, la décomposition de la matière organique est inhibée ; si elle dépasse 70%, l'eau commence à remplir les espaces lacunaires des déchets et empêche les échanges d'oxygène, provoquant des conditions défavorables au compostage. Il est en général nécessaire de contrôler l'humidité et d'arroser régulièrement le compost en cours de décomposition (Charnay, 2005).

- **Rapport Carbone/Azote**

Le rapport C/N est un facteur indispensable à l'activité biologique. Les bactéries utilisent le carbone comme source d'énergie et l'azote comme source protéique (Mustin, 1987). Pour que le compostage se fasse dans des conditions optimales, le bon rapport Carbone/Azote doit être entre 30-50.

- **Teneur en Matière Organique Totale (M.O.T.)**

La minéralisation du compost correspond à une diminution de la M.O.T. au cours de ladégradation biologique du substrat (Houot et *al.*, 2002). Cette diminution est variable et dépend des conditions de réalisation du processus de dégradation mais également de la durée du procédé (Sotameno, 2010).

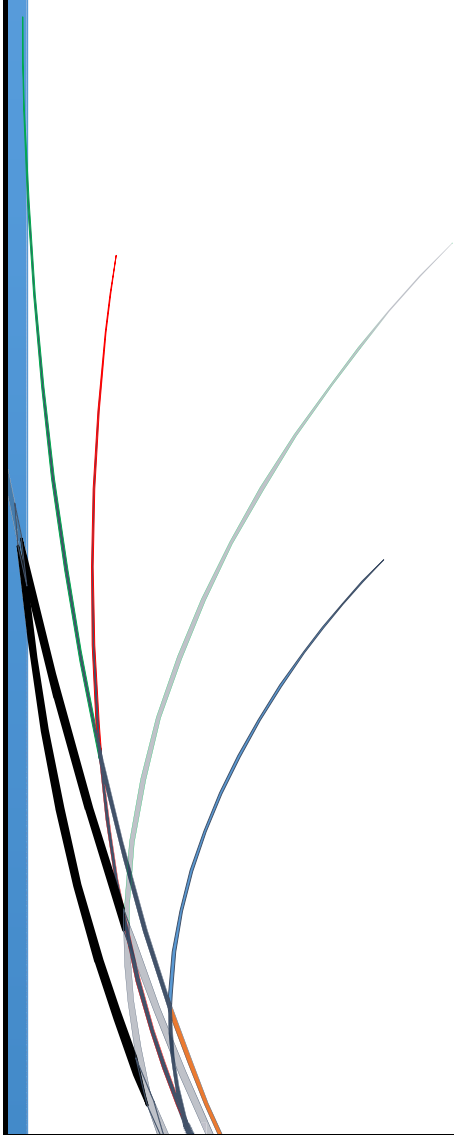
- **Apport d'oxygène**

L'oxygène est utilisé par les micro-organismes comme un récepteur terminal d'électrons lors de la respiration aérobie et de l'oxydation des substances organiques (Waas et *al.*, 1996). La présence d'oxygène est indispensable au bon déroulement du compostage pour maintenir les conditions aérobies nécessaires à une décomposition rapide et inodore.

- **Granulométrie**

La granulométrie détermine la vitesse de décomposition. Si la surface de contact entre les déchets et les micro-organismes est importante, la fermentation sera meilleure. Une granulométrie trop fine diminue en revanche la circulation de l'air, provoquant une insuffisance d'oxygène. Une granulométrie trop élevée contribue à des apports en oxygène trop importants qui assèchent le compost, et qui réduisent la montée en température (Charnay, 2005).

Chapitre II : Présentation de la région d'étude



Chapitre II : Présentation de la région d'étude

L'étude a été réalisée au niveau de deux établissements scolaires, le lycée des Frères Hanouti situé au deuxième chef lieu de la commune, le plateau Loudha et le collège Akli Amar situé au chef lieu de la commune de Bouzeguène.

1-Présentation de la commune de bouzeguène

La commune de Bouzeguène est située dans à l'est de la wilaya de Tizi-Ouzou, à environ 75km du chef-lieu de la wilaya. Elle s'étend sur une superficie de 6690 hectares et elle est délimitée :

- Au Nord : par la commune d'Idjeur
- Au Sud : par la commune d'IlloulaOumalouet Béni Zikki
- A l'Est : par la wilaya de Bejaia (la commune de chemini)
- A l'Ouest : par la commune d'Ifigha



Figure 1 : Situation géographique de la commune de Bouzeguène (Google Maps, 2019 modifiée).

2-Population

La population de la commune de Bouzeguène est de 24 311 habitants. Les habitants habitent dans l'agglomération du chef-lieu et dans l'agglomération secondaire (PDAU, 2018).

2-1-Agglomération chef-lieu

L'agglomération chef-lieu de Bouzeguène est située au centre de la commune. Elle regroupe une population totale de 21097 habitants, soit 86.78%, elle est le résultat de la fusion de 20 villages.

2-2-Agglomération secondaire

Cette agglomération est située au Nord-Ouest de la commune, elle compte une population de 3214 habitants. Soit 13.22% et elle est composée de 04 villages.

3-Habitat

La commune de Bouzeguène compte 7780 constructions dont 4371 habitées, soit 56% des constructions, 736 logements secondaires, soit 9%, 2631 inhabitées, soit 34% et 42 constructions seulement sont occupées par des activités professionnelles, soit 0.53%.

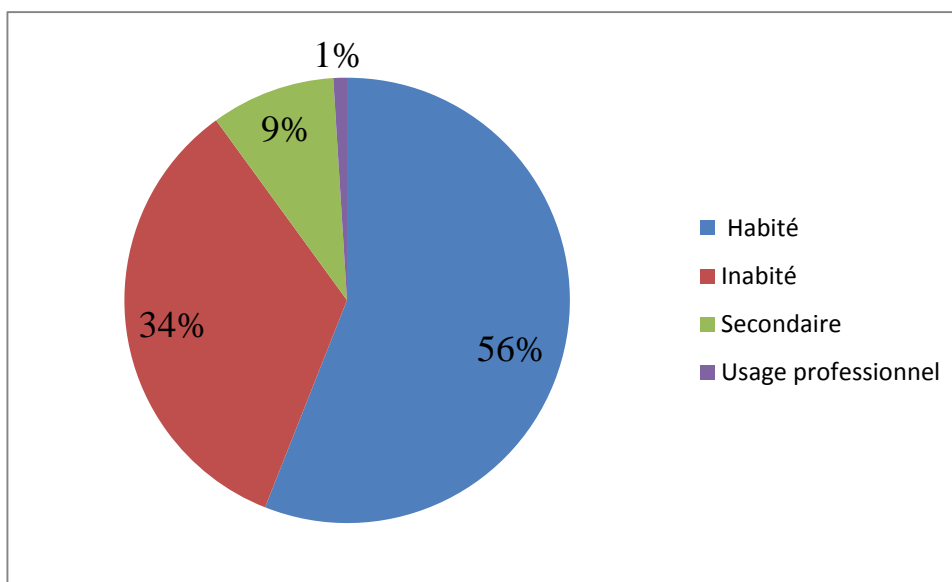


Figure 2 : Occupation des logements dans la commune de Bouzeguène (APC Bouzeguène, RGPH 2008).

4-Activités de la commune génératrice de déchets ménagers et assimilés

Il existe dans la commune de Bouzeguène plusieurs établissements générateurs des déchets ménagers et assimilés représentés dans le tableau (APC de Bouzeguène, 2018) suivant :

Infrastructure scolaires	Infrastructure de jeunesse et sports	Infrastructure administratifs
Ecole primaire : 15 CEM : 04 Lycée : 02 Crèche : 01 Centre psychopédagogique : 01	Foyer de jeunes : 12 Stade de football : 11 Complexe sportif communal : 01	Il existe dans la commune de Bouzeguène plusieurs administrations qui génèrent essentiellement des déchets en papier.
d Infrastructure e formation professionnelle	Infrastructure culturels	Infrastructure commerciaux
Centre de Formation professionnelle : 01	Mosquée : 08 Zaouïa : 01	Alimentation générales : 86 Magasin de légumes : 01 Boucheries, viandes volailles : 21 Restaurants : 09 Fast Food : 19
Infrastructure sanitaires	Infrastructure culturels	Autres Infrastructure
Polyclinique : 01 Salles de soins : 05 Centre de santé : 01	Bibliothèques: 01 Centre culturel : 01 Maison de jeunes : 01	Il existe dans la commune de Bouzeguène plusieurs équipements d'activités économiques génératrices de déchets ménagers et assimilés (activités commerciales, unités de production industrielle, activité agricole et d'élevage).

(APC de Bouzeguène, 2018, modifié)

5- Gestion des déchets dans la commune de Bouzeguène

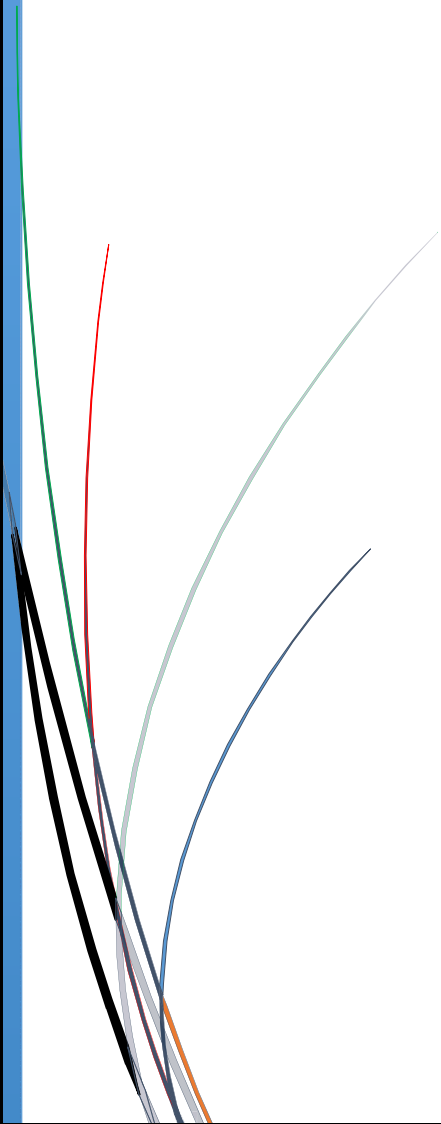
5-1-Gestion des DMA au niveau des chefs-lieux

Les déchets générés dans l'agglomération chef lieu et le plateau Loudha sont collectés 6 fois par semaine par les services de la commune, à raison de 3 fois par semaine pour chaque chef-lieu, en utilisant 01 camions, et sont évacués vers le CET de Oued Falli (Tizi-Ouzou).

5-2- Gestion des DMA au niveau de deux établissements scolaire

Les établissements scolaires génèrent essentiellement des déchets organiques. L'APC collecte les déchets ménagers et assimilés des établissements scolaires trois jours par semaine. Un camion est mis à disposition avec un chauffeur et deux ouvriers. Les derniers sont ensuite acheminés vers le CET de Oued Fali Tizi-Ouzou.

Chapitre III : Matériel et méthode



Chapitre III : Matériel et Méthode

Cette étude est réalisée au niveau de deux établissements scolaires situées au niveau de la commune de Bouzeguène, pendant la période allant du 21 avril jusqu'à la fin du mois de juin 2019.

1-Présentation les deux établissements scolaire

Nombre Nom	Nombre d'élèves	Nombres d'enseignants	Nombre d'ouvriers professionnels	Nombre du personnel administratif	Nombre du personnel du la cantine
CEM Akli Amar	424	32	03	12	06
Lycée des Frères Hanouti	576	54	20	21	06

1-1- Présentation de la structure des établissements scolaires

La structure des deux établissements scolaire est constituée d'un bloc administratif, de blocs pédagogiques, de logements, de labo-atelier, d'une salle de sport, d'une cantine, d'une infirmerie.

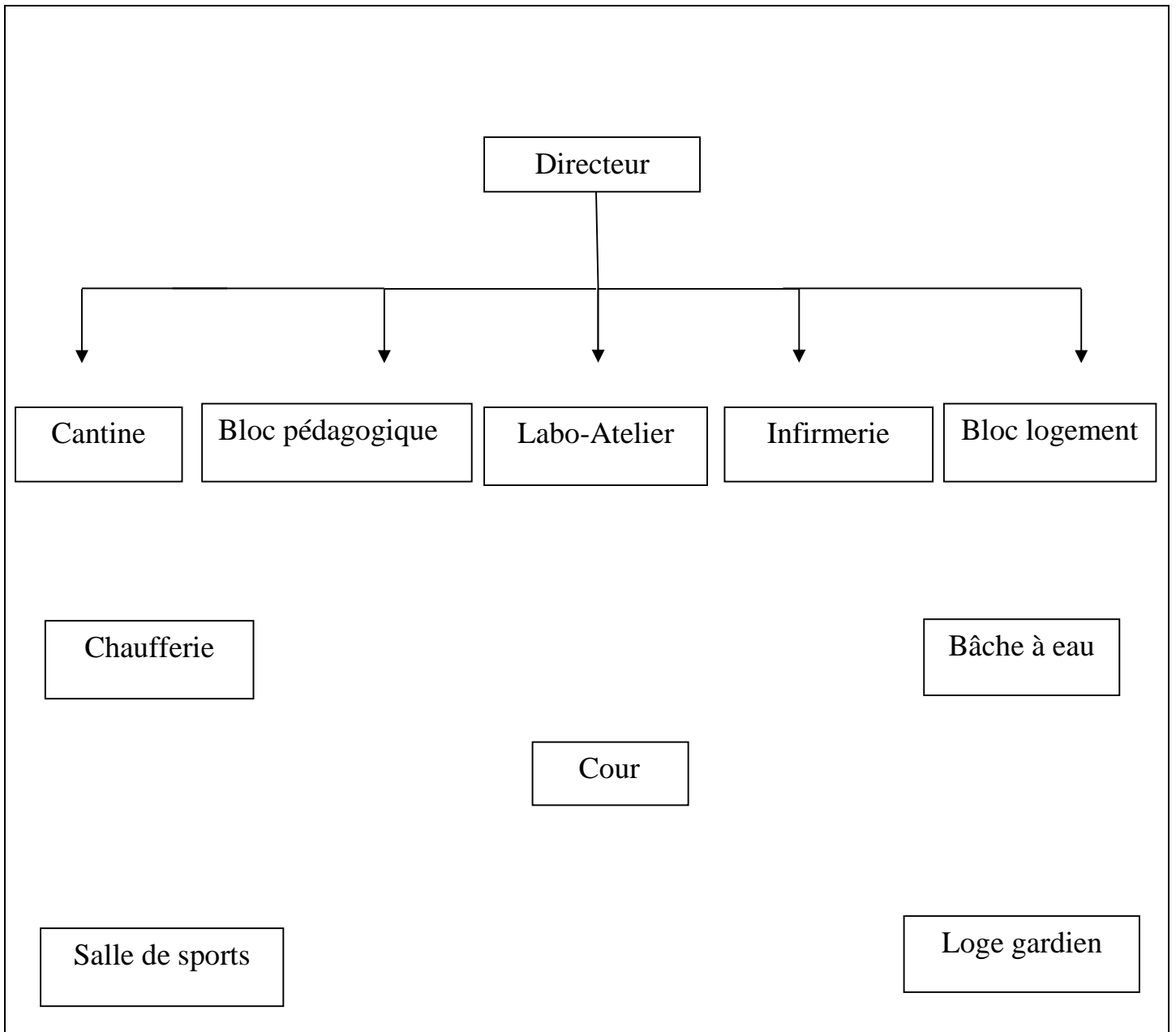


Figure 3 : Schéma représentatif de la structure des établissements scolaires (**Direction des l'établissement**).

2- Sensibilisation au niveau du Lycée des Frères Hanouti et CEM Akli Amar

2-1- Rencontre avec les Directeurs

Nous avons sollicité un entretien avec les directeurs des deux établissements scolaires pour expliquer notre projet, l'objectif de notre mémoire et les activités que nous souhaitons organiser dans leurs établissements.

2-2-Sensibilisation des élèves en classe

Nous avons effectué des campagnes de sensibilisation et d'incitation, auprès des élèves du lycée et du collège, pour expliquer la nécessité de gérer leurs déchets par le tri. Nous avons donné les avantages du tri et expliqué la valeur du recyclage, les déchets à composter et comment faire un essai de compostage dans l'établissement scolaire.

2-3- Sensibilisation des élèves dans la cantine

Nous avons organisé des activités pour les élèves du lycée et du collège ou les élèves ont participé, lors de la pause midi au sein même du réfectoire de l'école. L'ensemble des écoliers ont coopéré avec nous durant ces activités.

3-Questionnaires

Pour cette étape, nous avons préparé des questionnaires que nous avons distribués à la fin de la séance de sensibilisation aux élèves des deux établissements scolaires (Annexe 5).

L'objectif est d'évaluer si les élèves ont compris c'est quoi la gestion des déchets en général et comment faire le tri sélectif et le compostage en particulier.

4- Identification et quantification des déchets générés au niveau des cantines scolaire

Nous avons identifié et quantifié les déchets générés au niveau des cantines des deux établissements scolaires.

L'opération de tri est effectuée pendant 15 jours au moment du déjeuner. Une semaine pour le Lycée des frères Hanouti (du 21 au 25 avril 2019) et une semaine pour le CEM Akli Amar (du 28 avril au 02 mai 2019).

Nous avons installé des bacs de collecte sélective au niveau de la cantine (Figure 4), de manière à ce que les élèves et les travailleurs mettent chaque type de déchets dans le bac approprié. Un bac pour les déchets organiques, un autre pour les déchets recyclables et un troisième bac pour les déchets ultimes. Une fois triés et à la fin du service, ces bacs ont été pesés à l'aide d'une balance (Figure 5).



Figure 4 : Bacs de tri au niveau de la cantine.



Figure 5 : Pesage des déchets récupérés dans la cantine.

5-Essai de valorisation des bio-déchets par compostage

Pour l'essai de valorisation des bio-déchets générés au niveau des cantines des deux établissements scolaires (lycée Hanouti et le CEM Akli Amar), nous avons utilisé des composteurs qui sont déjà installés par l'APC de Bouzeguène.

Nous avons d'abord nettoyé les composteurs avec les employés des deux établissements avant de commencer l'expérimentation (Figure 6).



Figure 6: Composteur préparé pour le compostage.

6-Récupération des bio-déchets

Nous avons procédé au tri des déchets au niveau de la cantine des deux établissements scolaires de manière à récupérer les bio-déchets triés (Figure 7). La quantité de bio-déchets utilisés est de 40 kg pour chaque composteur auquel nous avons ajouté un volume d'apport carboné.



Figure 7: Déchets récupère au niveau de la cantine

6-1- Lycée des frères Hanouti

Au niveau de ce lycée nous avons utilisé un composteur (Figure 8) dans lequel nous avons mis un volume de déchets biodégradable (éplucheurs de légume + les restes de repas) et un volume de déchets carbonés (scieur du bois).



Figure 8 : Mise en composteur les bio-déchets.

6-2-Collège Akli Amar

Au niveau du collège Akli Amar il existe trois composteurs (Figure 9) deux ont été installés par l'APC de Bouzeguène et le troisième est fabriqué par l'établissement.

Dans chaque composteur nous avons mis un volume de déchet organiques (éplucheurs de légume + le reste de repas) récupérés de la cantine auquel nous avons ajouté un volume de sciure de bois dans le premier composteur, un volume de grignons d'olive dans le deuxième composteur et un volume de papier dans le troisième composteur (Figure 10).



Figure 09: Les trois composteurs du collège Akli Amar.

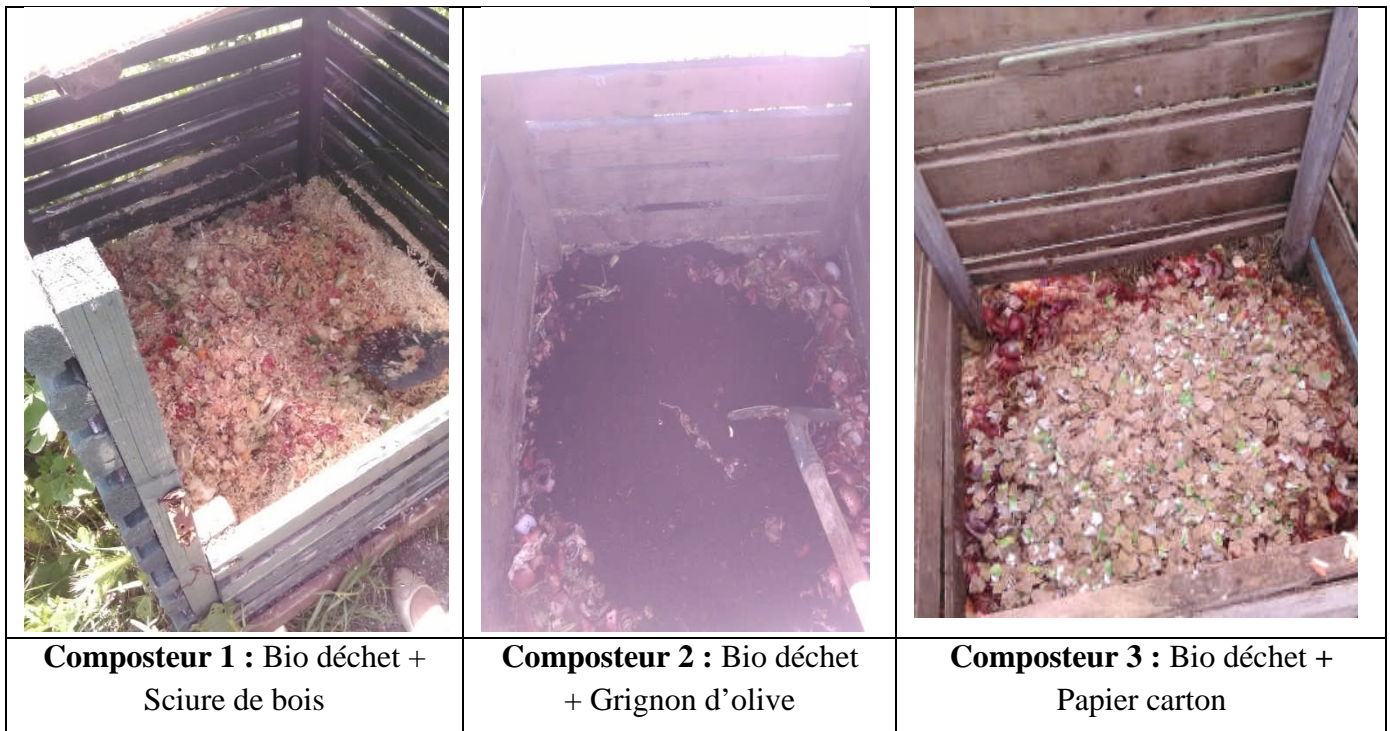


Figure 10 : Mise en composteur des bio-déchets.

7-Mesure des paramètres de compostage

Au cours de la période d'essai de valorisation des bio-déchets par compostage, nous avons pris soin de suivre les paramètres suivant: la température, l'humidité et le pH.

7-1-Mesure de la température

La température est mesurée une fois par semaine durant tout le processus à l'aide d'un thermomètre, qu'on introduit directement dans le compost (Figure11).



Figure 11: Mesure de température.

7-2- Vérification de l'humidité

L'humidité est un facteur indispensable à la décomposition des substrats. Pour mesurer le taux d'humidité nous avons utilisé le test de la poignée. Il suffit de prendre un échantillon dans la main et le presser (Figure 12).

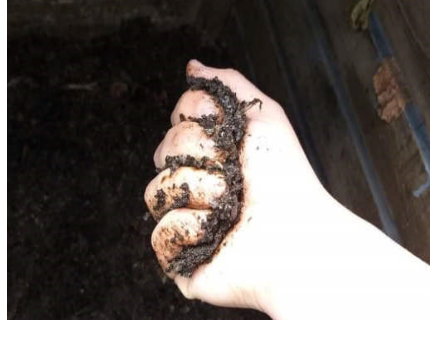


		
<p>Si l'eau passe entre les doigts (ou un fin filet d'eau s'échappe) le compost est trop mouillé.</p>	<p>Si quelques gouttes passent entre les doigts et le compost forme une boule et ne se disperse pas, il possède une bonne humidité,</p>	<p>Si la boule s'effrite, il est trop sec.</p>

Figure 12: Test de la poignée pour la vérification du taux d'humidité.

7-3-Mesure du pH

Le pH est mesuré une fois par semaine durant tout le processus de compostage à l'aide d'un Ph mètre, qui est introduit directement dans le compost puis on lit le ph affiché (figure13).



Figure 13: Mesure du pH.

8-Arrosage et retournement

Le compost nécessite un taux d'humidité constante, pour cela nos échantillons ont été arrosés quand c'était nécessaire (figure 14). Nous avons aussi procédé à l'aération du compost par retournement à l'aide d'une pelle durant tout le processus de compostage. Au début nous avons effectué un retournement chaque trois jour. A partir de la quatrième semaine nous avons effectué un retournement par semaine (figure15).



Figure 14 : Arrosage avec de l'eau.



Figure 15 : Retournement à l'aide d'une pelle.

9-Traitement des données

Nous avons traité nos données sous forme de tableaux et des graphiques en utilisant l'Excel 2007.

Pour la comparaison des quantités des déchets générés par types dans les deux établissements scolaires niveaux du la cantine nous avons utilisé le test de student.

Pour l'analyse des réponses au questionnaire nous avons utilisé le test d'hypothèse (χ^2).

L'ensemble de ses analyses a été réalisé sur le logiciel de traitement statistique « STAT BOX » et le logiciel de calcul « STATISTICA » version 7.1.

10- Rencontre avec les acteurs institutionnels

10-1- Rencontre avec le président de l'APC de Bouzeguène

Nous avons sollicité une entrevue avec le président de l'APC de Bouzeguène, pour l'entretenir sur la problématique de la gestion des déchets générés au niveau des établissements scolaires de la commune de Bouzeguène et sur la l'impérative nécessité de gérer ces déchets de manière plus durable.

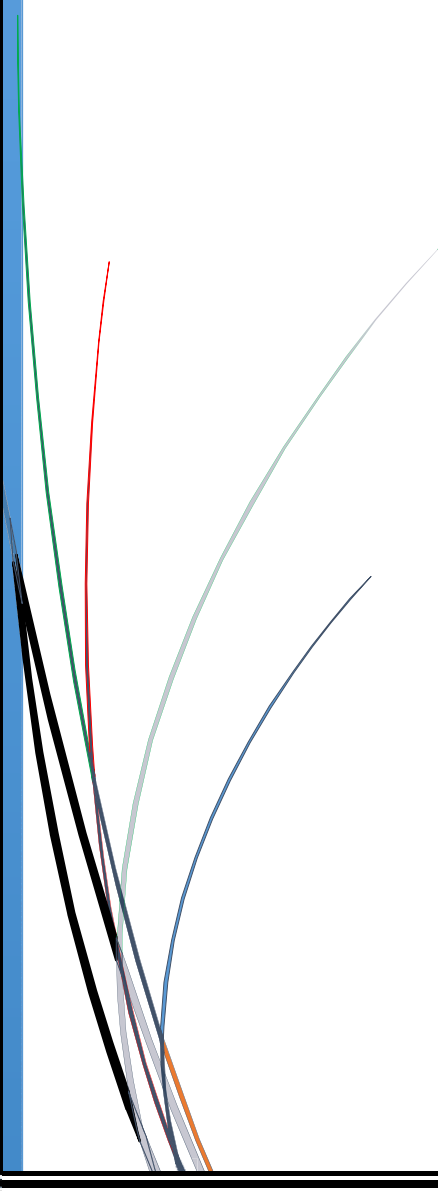
10-2-Rencontre au niveau de la direction de l'environnement

Au niveau de la maison de l'environnement de Tizi Ouzou, nous avons sollicité une entrevue avec le chef de service de sensibilisation et communication environnementale au niveau de la direction de l'environnement pour un entretien portant sur les projets et programmes prévisionnels de quant à la gestion des déchets ménagers et assimilés au niveau des établissements scolaires.

10-3- Rencontre avec les élus de l'APW

Nous avons sollicité une rencontre avec responsable de la commission environnement de l'APW de Tizi Ouzou dans le but de nous éclairer sur leur stratégie, pour une gestion durable des déchets dans les établissements scolaires de la wilaya de Tizi Ouzou.

Chapitre IV : Résultats et discussion



Chapitre IV : Résultats et discussions

1-Sensibilisation au niveau du Lycée des Frères Hanouti et CEM Akli Amar

1-1-Rencontre avec les Directeurs

L'objectif de cette rencontre avec les directeurs était de présenter le travail. La rencontre s'est déroulée le 14 avril 2019, en présence du directeur du collège Akli Amar et le 18 avril 2019 avec le directeur du lycée des frères Hanouti et La discussion a porté sur les différentes étapes et activités prévues lors de l'enquête. A la fin de la rencontre les directeurs étaient favorables pour le principe et ils ont accepté qu'on les accompagne pour une gestion durable des déchets, par tri sélectif, le recyclage et la valorisation des déchets organiques par compostage au sein même de l'établissement. Les directeurs m'ont aidée à programmer des journées de sensibilisations pour les élèves et le personnel travaillant à la cantine.

1-2-Sensibilisation des élèves en classe

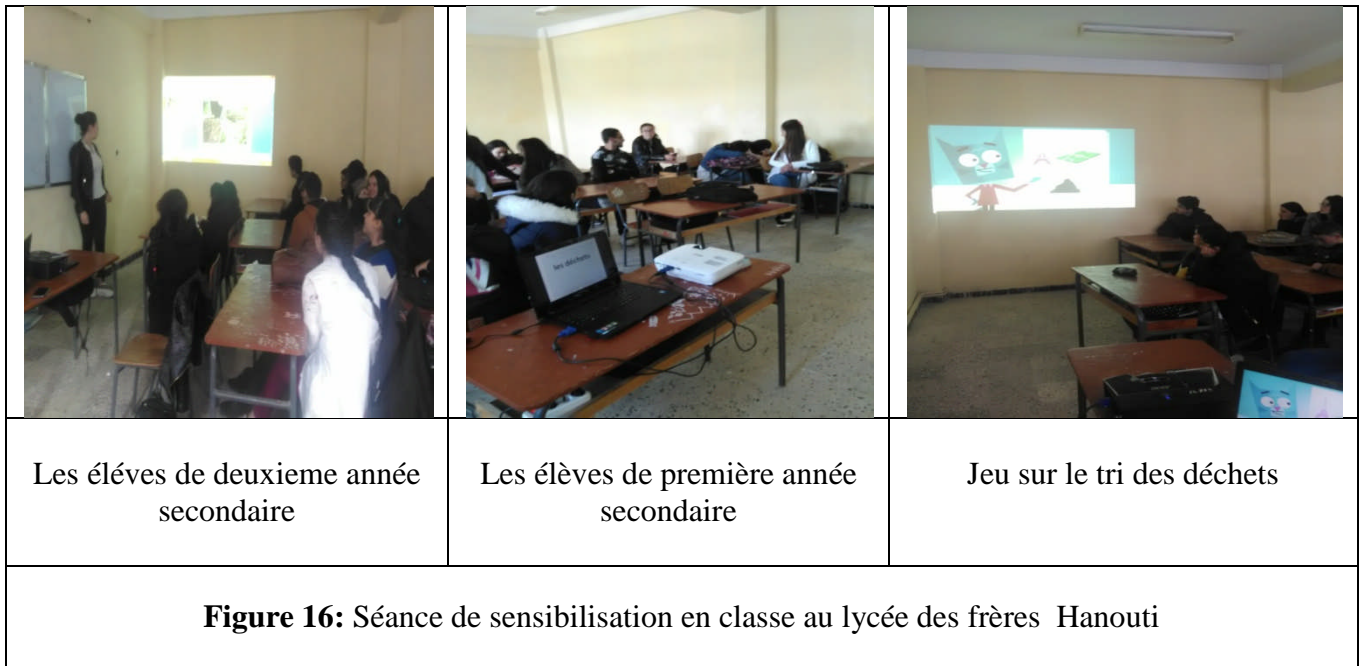
Pour cette étape, nous avons réalisé des séances de sensibilisation au niveaux de deux établissements scolaires.

1-2-1- Lycée des frères Hanouti

Le 23 et 24 avril 2019 au niveaux du lycée des frères Hanouti une séance de sensibilisation est réalisé avec une projection pour deux classes (une classe de première et une classe de deuxième années secondaires).

Nous avons commencé par définir les « déchets » ; les déchets liquide ; les déchets solides ; et les trois classes des déchets solides que sont les déchets ménagers et assimilés, les déchets spéciaux et déchets inertes. Parmi les déchets ménagers et assimilés nous avons distingué les trois fractions : les déchets organiques, les déchets recyclables et les déchets ultimes. Nous avons expliqué le principe du tri sélectif et les différents modes de traitements pour aller vers une gestion durable, nous avons enchainé par la présentation de vidéos pour illustrer les points les plus importants de notre intervention.

Enfin nous avons fini la séance de sensibilisation par une activité audio visuelle sous forme de jeu éducatif portant sur un questionnaire concernant le tri sélectif, afin de s'assurer que le message soit passé de manière explicite et a été assimilé par les élèves.



1-2-2-Collège Akli Amar

Le 08 et 12 mai 2019 au collège Akli Amar nous avons présenté un cours oral pour les élèves de première et deuxième année, dans laquelle nous avons expliqué les trois classes des déchets solides que sont les déchets ménagers et assimilés, les déchets spéciaux et déchets inertes. Parmi les déchets ménagers et assimilés nous avons distingué les trois fractions : les déchets organiques, les déchets recyclables et les déchets ultimes. Nous avons expliqué le principe du tri sélectif et les différents modes de traitements pour aller vers une gestion durable. Puis nous avons cité des exemples pour chaque type de déchet afin qu'ils saisissent concrètement le principe du tri sélectif.

Malgré le manque de projection, d'illustration et de vidéos les élèves étaient réceptifs. A la fin du cours un débat est ouvert car quelques élèves se sont déjà imprégnés de ce concept là car dans leurs villages on pratique déjà le tri sélectif, ont des centres de tri, tandis que d'autre s'inspiraient afin de mettre en place ce principe simple dans leur village.



Figure 17: Cours de sensibilisation en classes pour les élèves du collège Akli Amar.

1-3- Sensibilisation des élèves dans la cantine

Cette partie de travail était primordiale pour la mise en application et la concrétisation des cours que nous avons donnés aux élèves de l'école et aussi les travailleurs de la cantine.

1-3-1-Au lycée des frères Hanouti

A cet effet, durant la période allé du 22 au 25 avril 2019, lors du repas de midi, un atelier de tri des déchets dans le restaurant du lycée. Nous avons placé au niveau du comptoir du self-service une caisse en plastique destiné à accueillir les déchets ultime (pots de yaourt et emballages de fromage) et à l'intérieure de la cuisine de la cantine un bac pour les déchets organiques. Les lycéens prenaient leurs repas au fur et à mesure en raison de leur nombre important. Nous avons demandé de mettre les pots de yaourt et emballages de fromage dans la caisse en plastique déposé par terre et les restes de repas dans le plateau déposé sur le comptoir récupéré par les travailleurs de la cantine.

Le tri sélectif des déchets était réalisé de manière simple et organisée de la part des lycéens, qui avaient participé volontiers à cette action qui a duré une heure, de 12h à 13h pendant une semaine.



Figure18: Tri des restes de repas par les élèves dans la cantine.

1-3-2-Au collège Akli Amar

Pour ce faire, de 28/04/2019 au 02/05/2019 à l'heure de la pause déjeuner, nous avons organisé une activité au niveau de la cantine du collège. Nous sommes passées table par table afin d'expliquer aux élèves le principe du tri sélectif des déchets, qui consistait donc à isoler la partie recyclables (pots de yaourt) des restes de repas qu'il y avait dans leurs assiettes. Ils devaient, dès lors mettre les déchets organiques dans une assiette et les autres déchets de côté dans une autre assiette.

Cette opération de tri devait faciliter le travail de nettoyage aux personnels de la cantine. L'action fut une réussite et le tri a été fait parfaitement réalisé par les élèves.



Figure 19 : Sensibilisation des élèves à la cantine pour trier leurs restes de repas.



Figure 20 : Table des élèves après le tri des restes de leurs repas .

2- Résultats du Questionnaire

D'après les réponses, La plupart des élèves de deux établissements scolaires (Lycée des frères Hanouti et CEM Akli Amar) ont compris comment faire le tri sélectif et le compostage.

La distribution des questionnaires est effectué sur deux classes pour chaque établissement 56 élèves (lycée Hanouti) et 52 élèves pour le CEM Akli Amar.

1-Déchets organiques

Les résultats de la première question est constitue de trois réponses.

La première réponse a porté sur les déchets spéciaux dans laquelle nous avons constaté un pourcentage de 0% dans les deux établissements.

La deuxième réponse sur les déchets biodégradables a montré un pourcentage de 35,71% au lycée Hanouti, et 76,92% au CEM Akli Amar. Les pourcentages obtenu dans cette réponse sont les plus important.

La dernière réponse sur les déchets valorisable par compostage, cette dernière a constitué un pourcentage de 35,71% au lycée Hanouti, 76,92% au CEM Akli Amar (figure21).

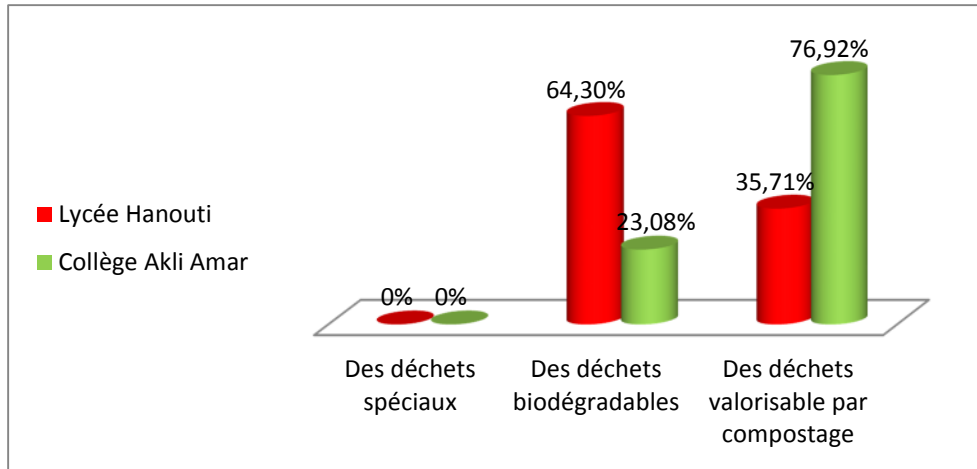


Figure 21: Résultats de la première question.

2- Déchets spéciaux

Les résultats de la deuxième question sont constitués de trois réponses.

La première réponse a porté sur les déchets hospitaliers. Elle a montré un pourcentage de 89.29% au lycée Hanouti, 65 .39% au CEM Akli Amar. Les pourcentages obtenus dans cette réponse sont les plus élevés.

La deuxième réponse sur les déchets ménagers et a montré un pourcentage de 35,71% au lycée Hanouti, et 76,92% au CEM Akli Amar. La dernière réponse sur les déchets dangereux, cette dernière est constitué d'un pourcentage de 10,71% au lycée Hanouti et 17.30% au CEM Akli Amar (figure22).

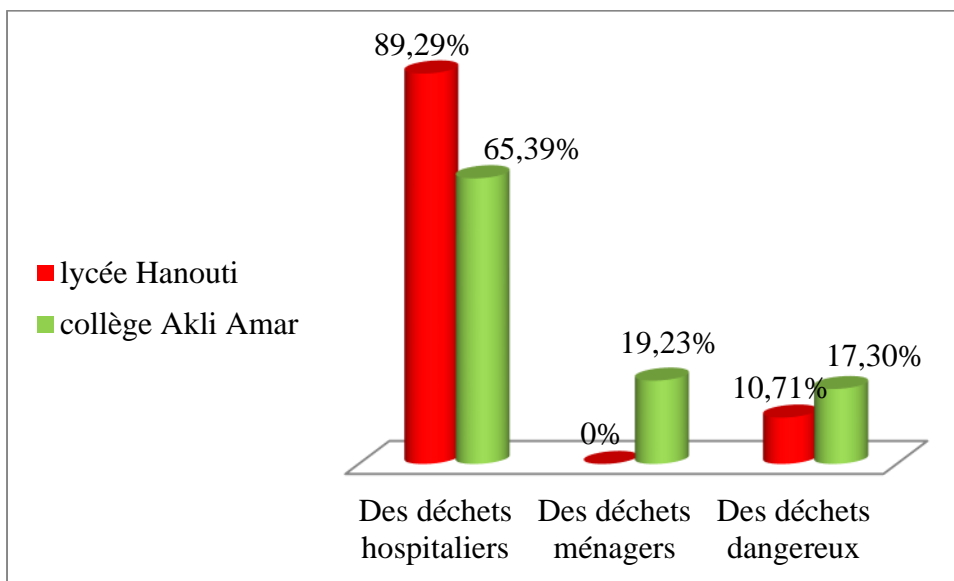


Figure 22 : Résultats de la deuxième réponse.

3-Déchets inertes

La figure 23 montre les résultats obtenus de la troisième question.

La première réponse à porte sur les déchets qui ne subissent aucune transformation biologiques a montré un pourcentage est de 55.36% au lycée Hanouti, 53.85% au collège Akli Amar. Les pourcentages obtenus dans cette réponse sont les plus élevée.

La deuxième réponse sur les déchets non dangereux a montré un pourcentage de 18% au lycée Hanouti, et 28.85% au CEM Akli Amar. La dernière réponse sur les DMA, cette dernière est constitué d'un pourcentage de 27% au lycée Hanouti et 17.30% au CEM Akli Amar.

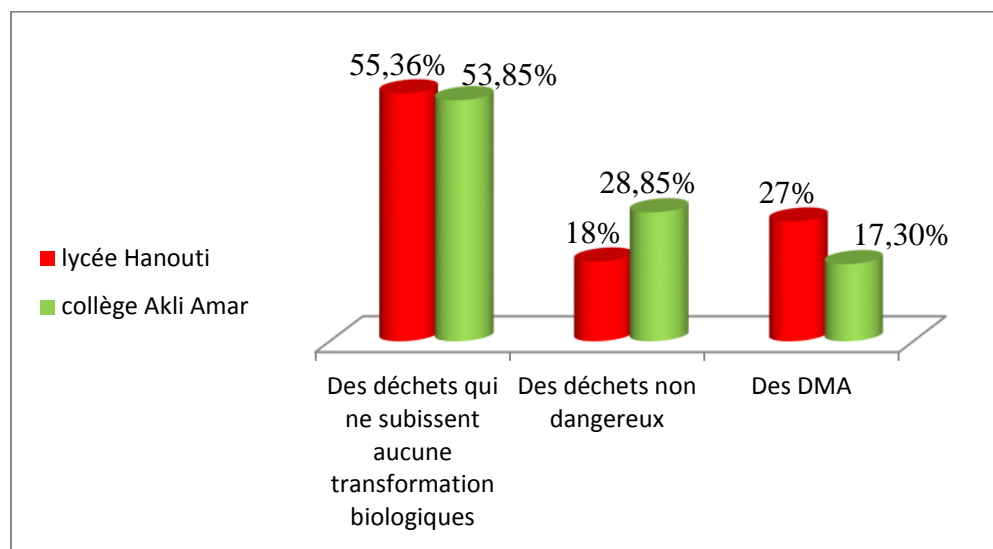


Figure 23 : Résultat de la troisième question.

4- Déchets recyclé

La figure 24 montre les résultats obtenus de la quatrième question.

La première réponse a porté sur es épluchures des légumes et des fruits dans laquelle nous avons constaté un pourcentage de 0% dans les deux établissements.

La deuxième réponse sur les boites de yaourts a montré un pourcentage de 48.1% au lycée Hanouti et 28.85% au CEM. La dernière réponse sur le plastique est le verre, cette dernière a constitué un pourcentage de 51.9% au lycée Hanouti, et 71.15% au CEM Akli Amar. Les pourcentages obtenus dans cette réponse sont les plus importante.

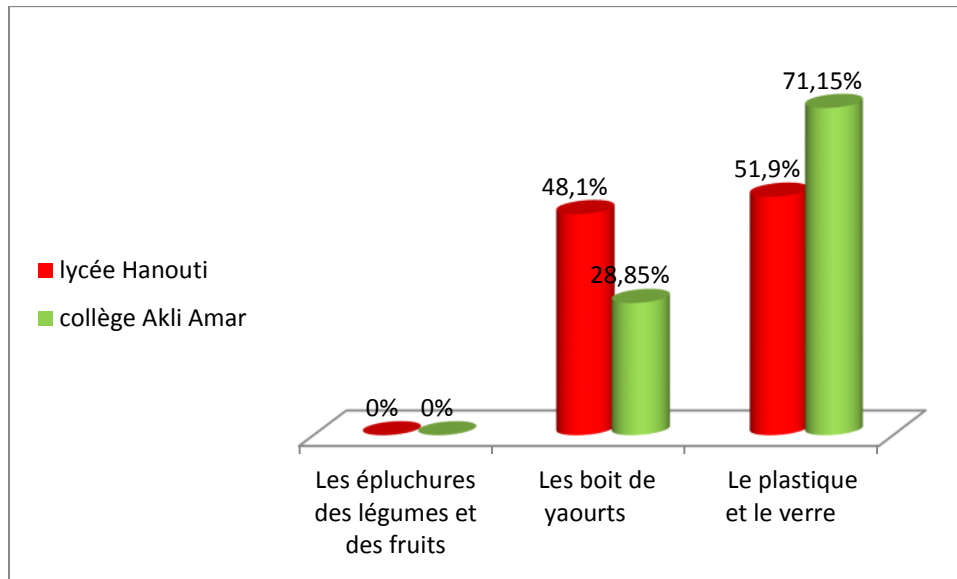


Figure 24 : Résultat de la quatrième question.

5-Déchets ultimes

La figure 25 montre les réponses obtenues dans la cinquième question.

La première réponse sur le verre et les métaux a montré un pourcentage de 30.36% au lycée Hanouti et 11.54% au CEM Akli Amar. La deuxième réponse sur les sacs en plastiques a un pourcentage de 60.71% au lycée Hanouti et 80.77% au CEM. La dernière réponse sur les déchets de déconstruction, cette dernière est constituée d'un pourcentage de 8.93% au lycée et 7.69% au collège.

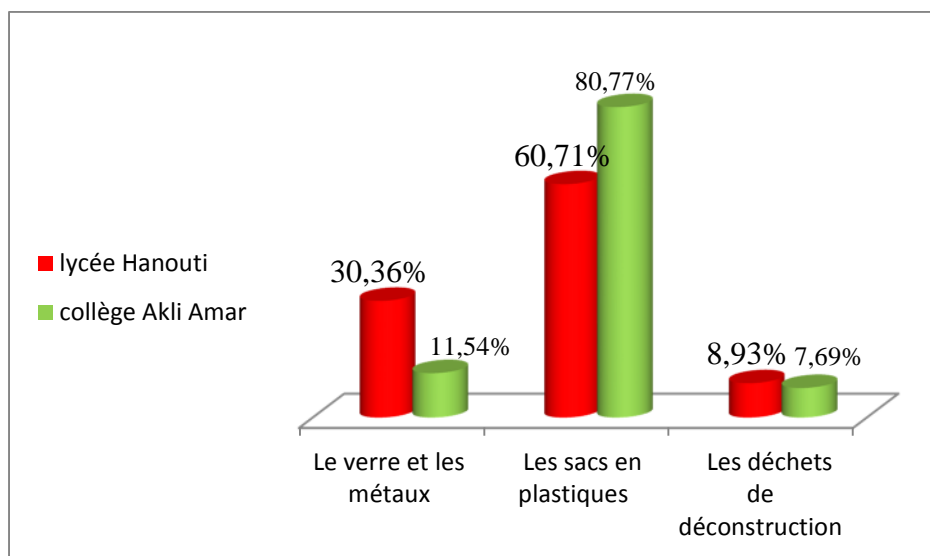


Figure 25: Résultat de la cinquième question.

6-DMA

Les résultats de la sixième question avaient été constitués de trois réponses.

La première réponse à porte sur les déchets dangereux dans laquelle on a constaté un pourcentage de 0% dans les deux établissements.

La deuxième réponse sur les déchets non dangereux a montré un pourcentage de 53.58% eau lycée Hanouti, 19.23% au CEM Akli Amar. La dernière réponse sur les déchets organique, cette dernière a montré un pourcentage de 46.43% au lycée Hanouti et 80.77% au collège Akli Amar (figure 26).

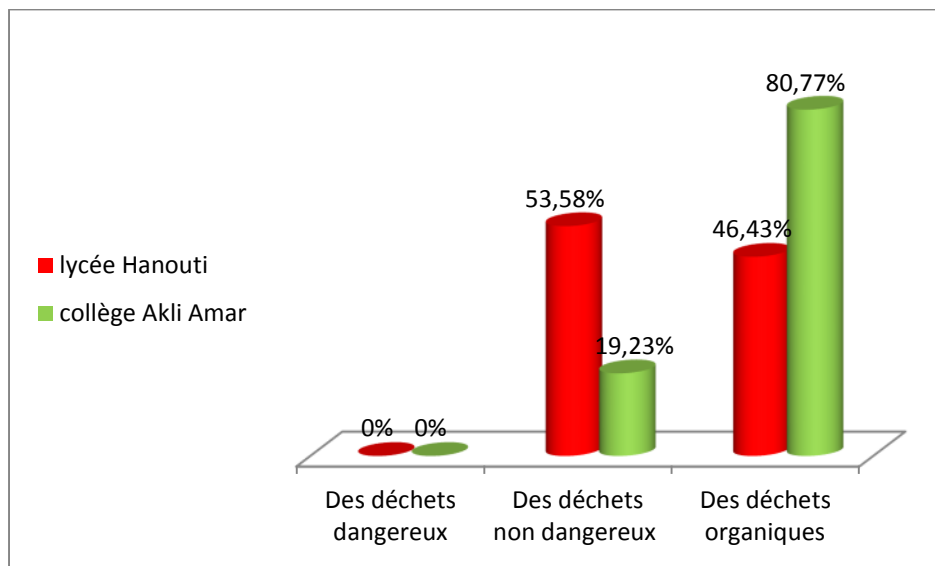


Figure 26 : Résultat de la sixième réponse.

7- Bio déchets

La figure 27 montres les résultats obtenus da la septième question.

La première réponse à porté sur les épluchures des légumes à montré un pourcentage de 83.93% au lycée Hanouti, 76.31% au CEM Akli Amar.

La deuxième réponse sur les déchets des parcs et du jardin un pourcentage de 0% au lycée et 7.70% au CEM. La dernière réponse sur les épluchures de légumes et les reste de repas, cette dernière montre un pourcentage de 16.07% au lycée Hanouti et 25% au collège.

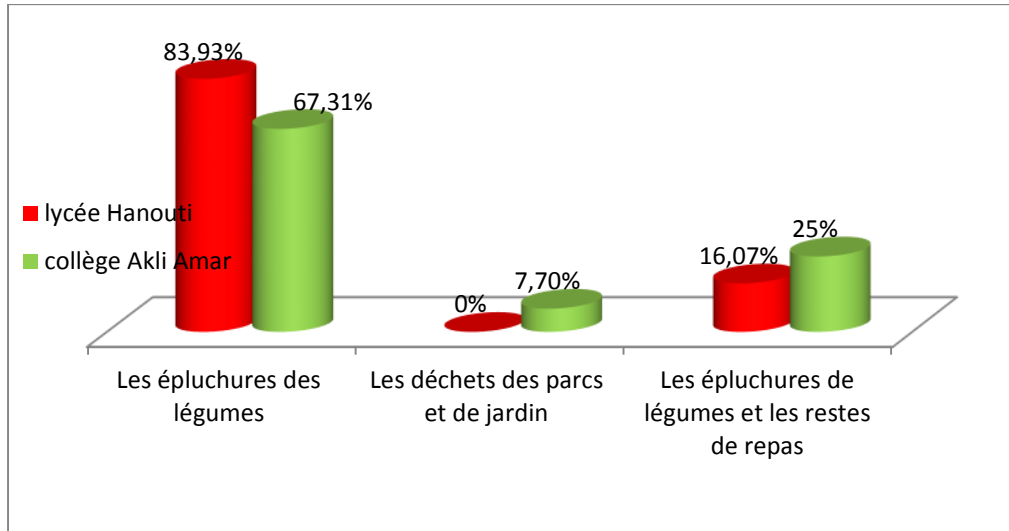


Figure 27 : Résultat de la septième réponse.

8- Compost

La figure 28montres les réponses obtenues dans la huitième question.

La première réponse a porté sur un processus de transformation biologiques de matières organiques a montré un pourcentage de 57.14% au lycée Hanouti, 55.77% au collège Akli Amar. Les pourcentages obtenus de cette réponse sont plus importants.

La deuxième réponse est un processus chimiques de dégradation de déchets organiques. Elle est présentée avec un pourcentage de 16.07% au lycée et 21.15% au collège. La dernière réponse est une dégradation aérobie de déchets organiques, cette dernière à montré un pourcentage de 26.79% au lycée et 23.08% au CEM.

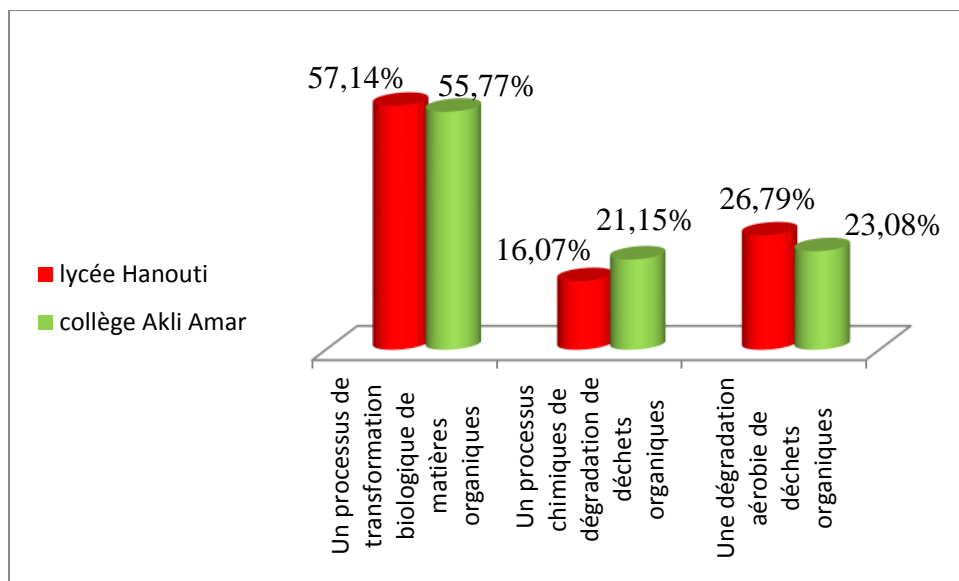


Figure 28 : Résultat de la huitième réponse.

9- Durée d'un compost

Les résultats obtenus de la neuvième question avaient été constitué de trois réponses.

La première réponse a porté sur quelques jours et la deuxième sur quelques semaines dans lesquelles à montré un pourcentage de 0% pour les deux établissements scolaires. La dernière réponse sur quelques mois. Les résultats enregistrés pour cette question sont de 100% dans les deux établissements scolaires (figure 29).

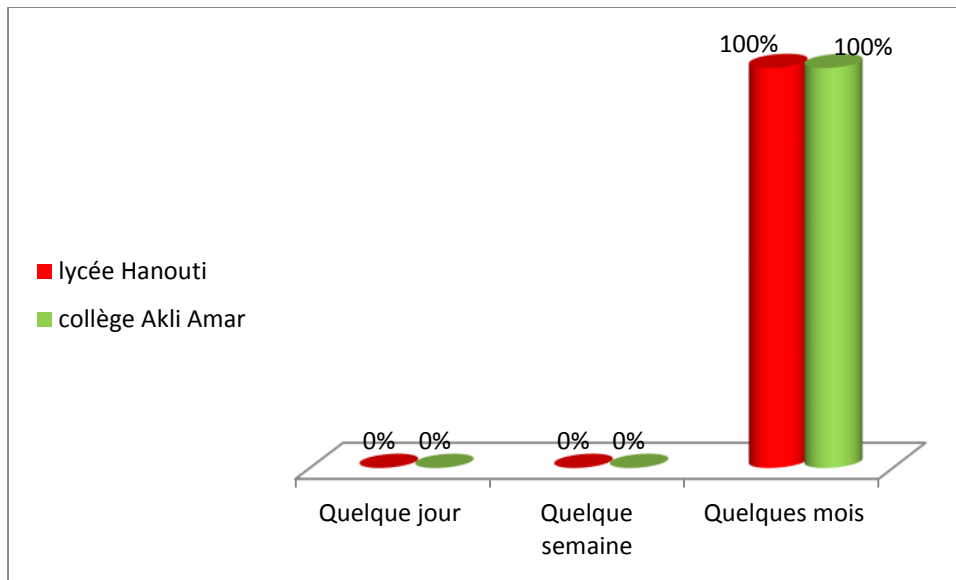


Figure 29: Résultat de la neuvième réponse.

10- Compostage

La figure 30 montres les résultats obtenus de la dernière question.

La première réponse est un mélange de matière organiques a montré un pourcentage de 33.93% au lycée et 1.93% au collège.

La deuxième réponse est un produit riche en compose humique un pourcentage de 26.79% au lycée Hanouti et 19.23% au collège Akli Amar. La dernière réponse est un amendement organique à montré un pourcentage de 39.29% au lycée, 78.84% collège.

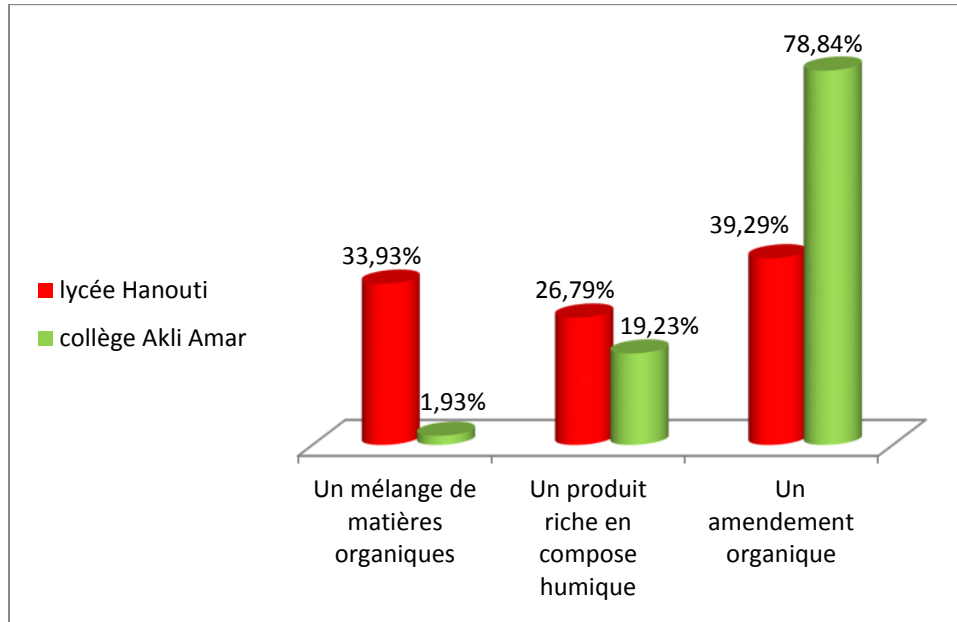


Figure 30: Résultat de la dixième question.

D’après les réponses on conclut que les élèves des deux établissements ont bien reçu le message sur le tri sélectif, et ils ont pu faire la différence entre les trois fractions des déchets ménagers (déchets organiques, recyclable et ultime), les déchets spéciaux, les déchets inertes et aussi comment faire un essai de compostage pour obtenir un compost.

2-1- Comparaison des résultats du questionnaire entre les deux établissements scolaire

La comparaison des résultats du questionnaire entre les deux établissements scolaire est faite par le test de khi2 d’homogénéité. Les résultats obtenus montrent qu’il n’y a pas une différence significative entre les réponses des élèves des deux établissements au seuil de 5%.

Tableau 01 : Résultats du test khi2

Le tableau ci-dessous montre les résultats du test de Khi2 d’homogénéité.

Variable	P-Value
Réponse 1	0.08201
Réponse 2	0.06026
Réponse 3	0.088202
Réponse 4	0.089763
Réponse 5	0.077030
Réponse 6	0.066052
Réponse 7	0.082620
Réponse 8	0.075161

Réponse 9	0.063354
Réponse 10	0.078907

Le tableau 01 montre qu'il n'y a pas de différence significative pour les réponses des élèves de deux établissements scolaires avec des P-value > 0,05 pour toutes les réponses.

3- Résultats d'identification et de quantification des déchets générés au niveau de la cantine des deux établissements scolaires.

La quantité globale des déchets générés durant la période d'étude (une semaine) au moment du déjeuner est de 340,95 Kg au lycée Hanouti et 365,61 Kg au collège Akli Amar (annexes 2 et 3 respectivement).

3-1- Déchets ménagers générés par type durant une semaine dans les cantines des établissements scolaires Hanouti et Akli Amar

Le tableau 01 montre que la quantité des déchets organiques générés au niveau du collège Akli Amar est de 332,06 Kg et au niveau du lycée Hanouti 302,82 Kg. La quantité de déchets recyclables est de 12,98 Kg au lycée Hanouti et 9,05 au collège Akli Amar par contre les déchets ultimes sont générés avec presque la même quantité à savoir 25,15 kg au lycée Hanouti et 24,5 Kg au collège Akli Amar.

D'après les résultats on constate que les deux établissements scolaires génèrent beaucoup plus des déchets organiques par rapport à d'autres déchets tels que les déchets recyclables (carton, métaux, plastique...) et les déchets ultimes, cela est dû à la qualité du repas du jour préparé et aux déchets de cuisine (les épluchures).

Tableau 02 : Déchets ménagers générés par type au niveau des deux établissements scolaires.

Quantité en (kg)	DM	DO	DR	DU
Lycée Hanouti	340,95	302,82	12,98	25,15
CEM Akli Amar	365,61	332,06	9,05	24,5

3-2- Déchets ménagers générés durant une semaine dans les cantines des établissements scolaires Hanouti et Akli Amar

Au niveau de Lycée des frères Hanouti les 2721 élèves ont généré 340,97 Kg des déchets ménagers pendant une semaine. Cela donne un ratio de 0,1253 par élève par jour. Par contre au collège Akli Amar les 1913 élèves ont généré 365,61 Kg des déchets ménagers pendant une semaine avec un ratio de 0,1911 par élève par jour (tableau 02).

Tableau 03: Déchets ménagers générés durant une semaine au Lycée Hanouti et collège Akli Amar.

Quantité en (kg)	DM	Nb élèves	Nb jours	R. (kg/ élève/j)
Lycée Hanouti	340.95	2721	5	0.0250
CEM Akli Amar	365.61	1913	5	0.0382

3-3- Déchets organiques générés durant une semaine dans les cantines des établissements scolaires Hanouti et Akli Amar

La quantité de déchets organiques générés par semaine au niveau du lycée Hanouti est de 302.82Kg pour 2721 élèves ce qui nous donne un ratio de 0.0222 kg par élèves par jour. Au niveau du collège Akli Amar elle est de 332.06Kg pour 1913 élèves. Cela nous donne un ratio de 0.0347 kg par élève par jour (tableau03).

Selon les résultats on constate que les deux établissements produit presque une même quantité des déchets organique.

Tableau 04 : Déchets organiques générés durant une semaine au Lycée Hanouti et le collège Akli Amar

Quantité en (kg)	DO	Nb élèves	Nb jours	R. (kg / élève/j)
Lycée Hanouti	302.82	2721	5	0.0222
CEM Akli Amar	332.06	1913	5	0.0347

3-4- Déchets Recyclable durant une semaine dans les cantines des établissements scolaires Hanouti et Akli Amar

Dans le lycée Hanouti les 2721 élèves produit 12.98Kg des déchets recyclable et 9.05Kg par les 1913 élèves de collège Akli Amar pendant une semaine. Cela donne un ratio de 0.009 par élève par jour dans les deux établissements (Tableau 04).

D'après ces résultats on conclut que les élèves des deux établissements scolaires génèrent la même quantité des déchets recyclables.

Tableau 05: Déchets recyclables générés durant une semaine au lycée Hanouti et collège Akli Amar.

Quantité en (kg)	DR	Nb élèves	Nb jours	R. (kg/Nb élève/j)
Lycée Hanouti	12.98	2721	5	0.0009
CEM Akli Amar	9.05	1913	5	0.0009

3-5-Déchets Ultime générés durant une semaine dans les cantines des établissements scolaires Hanouti et Akli Amar

Selon le tableau 05 les 2721 élèves de lycée Hanouti produisent 25.15Kg des déchets ultime pendant une semaine ce qui donne un ratio de 0.0018 kg par élève par jour. Par contre les 1913 élèves de collège Akli Amar génèrent 24.5Kg de déchets ultimes, Ce qui nous donne un ratio de 0.0025 kg par élève par jour.

Selon les résultats on conclut que les deux établissements scolaires génèrent presque la même quantité de déchet ultime.

Tableau 06 : Déchets ultime générés durant une semaine au lycée Hanouti et au collège Akli Amar.

Quantité en (kg)	DU	Nb élèves	Nb jours	R. (Kg/ élève/j)
Lycée Hanouti	25.15	2721	5	0.0018
CEM Akli Amar	24.5	1913	5	0.0025

4- Quantités des déchets générés par type durant les jours de la semaine au niveau de Lycée Hanouti et CEM Akli Amar.

D'après la figure 31 les quantités de déchets organiques générés durant les jours de la semaine, du dimanche au jeudi, où nous remarquons que la quantité la plus élevée est observée le lundi 31.99% et la quantité la plus faible est observée le dimanche 7.01% au lycée Hanouti. Par contre au niveau de collège Akli Amar la quantité la plus élevée est observée le jeudi 37.69% et la quantité la plus faible est observée mardi 10.06%.

Au niveau du lycée Hanouti la quantité de déchets recyclables générés durant les jours de la semaine, du dimanche au jeudi, nous remarquons que la quantité la plus élevée est observée le mardi 26.04% et la quantité la plus faible est observée dimanche 13.48% au lycée Hanouti. Au niveau du collège Akli Amar la quantité la plus élevée est observée le dimanche 20.18% et la quantité la plus faible est observée mercredi 3.87% (figure 31).

Enfin la quantité élevée de déchets ultimes produits durant les jours de la semaine, est observée mercredi (24.8%) et la quantité la plus faible est observée le mardi (16.90%) au niveau du lycée Hanouti. Dans le collège Akli Amar la quantité la plus élevée est observée jeudi (28.37%) et la quantité la plus faible est observée mardi (8.37%).

D’après les résultats obtenus on conclut que les deux établissements scolaires (lycée Hanouti, CEM Akli Amar) la quantité de déchets organiques est toujours la plus élevée et cela s’explique par le menu qui a toujours la même composition, ajouter à cela les épluchures générées lors de la préparation des repas. Parfois, la mauvaise qualité des repas.

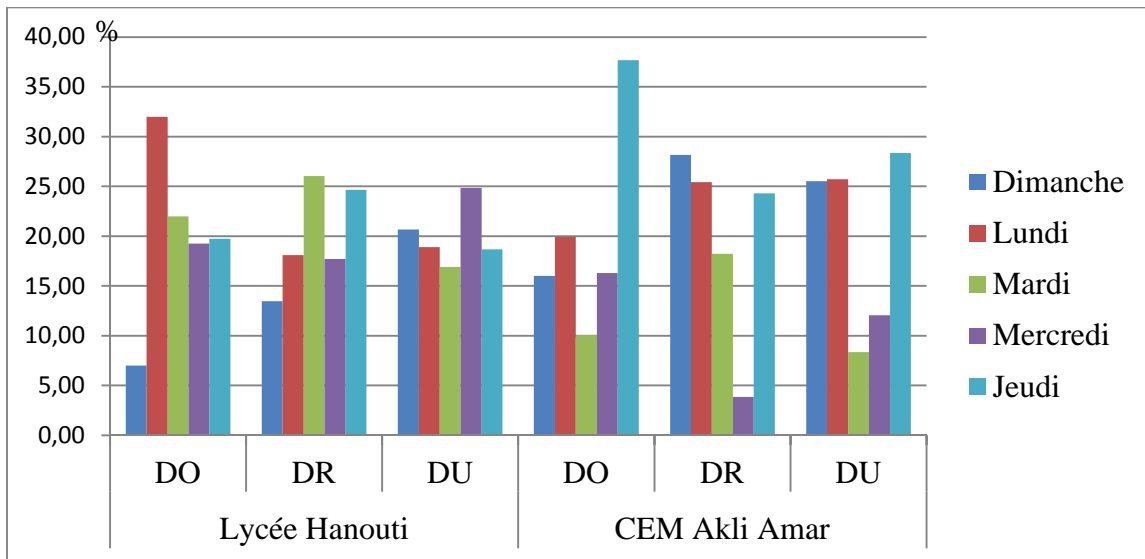


Figure 31: Quantités des déchets générés par type durant les jours de la semaine au Lycée Hanouti et au CEM Akli Amar.

4-1- Comparaison les quantités de déchets génèrent par type entre les deux établissements scolaire lycée Hanouti et Akli Amar

La comparaison des quantités des déchets génère par type entre le lycée Hanouti et le collège Akli Amar est fait par le test de student. Les résultats obtenus montrent qu’il n’y a pas une différence significatives entre les différents quantités produit par les deux établissements scolaires telle que les déchets organiques, les déchets recyclable et les déchets ultime au seuil de 5% (Annexe 08).

5- Essai de valorisation des bio-déchets par compostage

5-1-Paramètres du compostage

5-1-1- Evaluation de la taille des composts

La figure 32, montre une diminution remarquable de la taille des quatre composts en fonction du temps.



Compost A



Compost B



Compost C



compost D

a- 1-Taille de compost pendant la deuxième semaine



a-2-Taille de compost pendant la cinquième semaine



Figure 32 (a): Evolution de la taille des composts durant la période de l'étude.

5-1-2-Evaluation de la température

Les températures enregistrées durant la période de l'étude sont présentées dans l'annexe 6 et la figure 35.

Les résultats de notre travail montrent que pendant les trois premières semaines une augmentation de la température des différents composts qui atteint des valeurs maximales de 36°C pour le compost B mélange avec le grignon d'olive, 30°C pour le compost A mélange avec la sciure de bois et 27°C pour le compost D mélange avec la sciure de bois et 25°C pour le compost C mélangé avec le papier carton.

Durant la quatrième semaine une diminution de la température est enregistré pour les différents composts qui avoisine à la température extérieure puis subit des fluctuations jusqu'à la sixième semaine.

A partir de la septième semaine une légère augmentation de température est enregistrée après arrosage avec l'eau pour les différents composts sauf le compost mélange avec le papier carton.

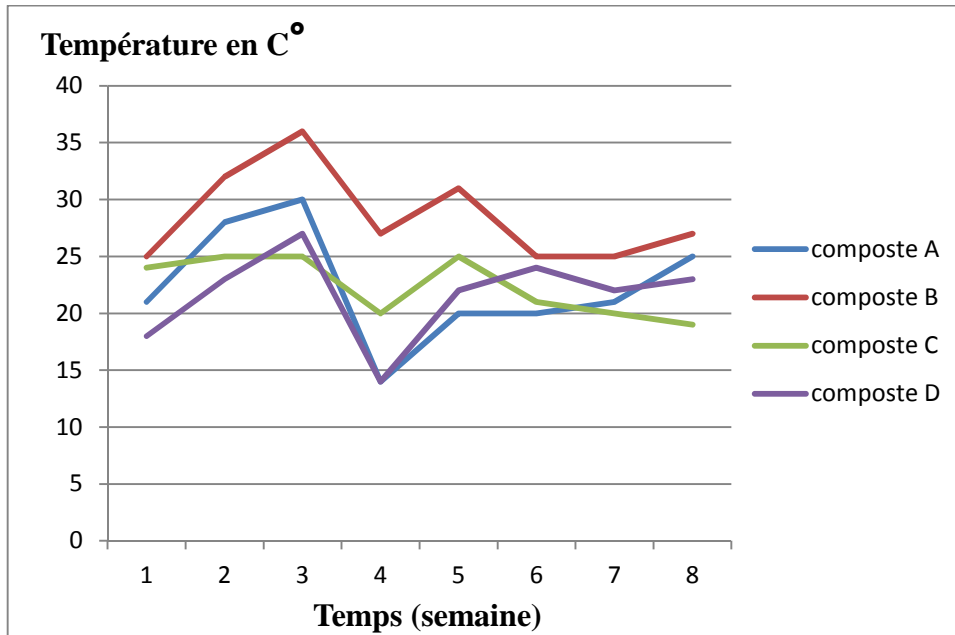


Figure 33 : Variation des températures des quatre composts durant la période d'essai.

Discussion

L'activité microbienne implique forcément une diminution de la taille et du poids du compost (Michad, 2007). La perte du poids et la diminution de la taille sont 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)

Cette augmentation de la température persiste durant la phase mésophile pour atteindre une température maximale de 30 à 48°C pour marquer l'installation de la phase thermophile caractérisée par une forte activité microbienne. 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.

Au cours de la sixième 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 dans les tas A, B et D (phase de refroidissement).

Malgré les augmentations enregistrées, les températures n'ont pas dépassé 36°C. Cela peut être dû à la période de notre expérience (climat pluvieux) ou peut être dû à la taille des composts (40Kg).

La différence du déroulement du processus de compostage entre les différents composts A et D mélangé avec la sciure du bois, B mélange avec le grignon d'olive et C mélangé avec le papier carton s'explique par une texture qui favorise la dégradation rapide au niveau des composts A, B et D due à une bonne aération, par contre le compost C, une fois mouillé il forme une pâte comparable à une membrane imperméable qui isole la matière azotée ce qui la rend inaccessible aux microorganismes. Ces conditions créent un milieu anaérobie où la méthanisation est déclenchée, d'où les mauvaises odeurs (dégagement du gaz de méthane), Cela est dû aussi au fait que le papier est traité chimiquement.

La différence de température entre les deux composts mélangés avec la sciure du bois est peut être due au type des déchets ajouté. Dans le compost D est mélangé essentiellement avec les épluchures de salade qui se décompose rapidement et le reste de repas et aussi l'endroit où nous avons placé le composteur au lycée Hanouti est humide. Par contre le compost A nous avons mélangé la moitié des épluchures de légume et l'autre moitié des restes de repas. Le composteur est placé dans un milieu pas trop humide.

5-1-3- Evaluation du pH

Le pH enregistré durant la période de l'étude est présenté dans l'annexe 7 et la figure 34.

D'après les courbes d'évaluation du pH au cours du processus du compostage. Nous avons remarqué que le pH varie entre 6.5 et 7 pour les différents composts.

Le pH dépend du bon déroulement du compostage, une aération efficace, par exemple, permet une bonne dégradation de la matière organique et conduit à un pH final plus élevé (Ferrer et al., 2001).

Les pH acides caractérisent des composts instables, donc immatures tandis que les composts mûrs sont caractérisés par des pH compris entre 7 et 9. Le pH varie lors du compostage pour se stabiliser à la neutralité dans beaucoup de cas à la fin du processus c'est le cas de notre étude, (pH=7) pour les différents composts.

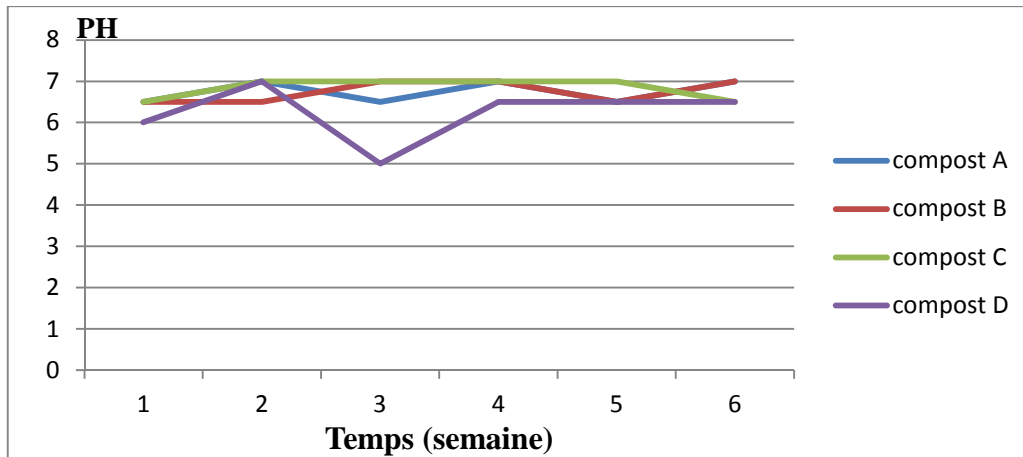


Figure34 : Variation du pH des quatre composts durant la période d'essai.

6- Résultats de la rencontre avec les acteurs institutionnels

6-1- Rencontre avec le président de l'APC de Bouzeguène.

La rencontre est effectuée le 23 juin 2019 nous avons discuté sur la problématique de la gestion des déchets générés au niveau des établissements scolaires. Ces dernières, génèrent des quantités importantes des déchets organiques par rapport à d'autres déchets. Cette fraction peut être gérée sur place par compostage au lieu de l'évacuer vers le CET de Tizi- Ouzou.

Le président de l'APC nous a informé que le projet d'installation des composteurs a commencé et ils vont le généraliser au niveau de tous les établissements de la commune de Bouzeguène. En effet, la commune a déjà installé des composteurs dans 4 écoles primaires 1 collège, 1 lycée, et le centre de formation professionnelle. D'autres composteurs ont été préparés pour les placer dans les établissements restants. Malgré l'absence de coopération du personnel de ces établissements. Il est difficile de faire participer le personnel des 4 collèges et des 2 lycées car ils dépendent de la direction de l'éducation nationale.



Figure 35: Rencontre avec le président de l'APC de Bouzeguène.

6-2-Résultat de rencontre au niveau de la direction de l'environnement

Nous sommes allées à la maison de l'environnement de Tizi Ouzou le 11 juin 2019 et nous avons été reçus par le Chef de service de sensibilisation et communication environnemental. Le but de cette rencontre est de savoir c'est quoi les projets de la direction de l'environnement quant à la gestion des déchets générés par les établissements scolaires.

D'après le chef de service de sensibilisation et communication environnemental qui nous a reçus, la direction de l'environnement est favorable par rapport à la sensibilisation sur la protection de l'environnement dans le but d'une gestion durable des déchets dans des différents villages et quartier. Et en particulier dans les établissements scolaires, avec l'aide des associations. En plus ils nous ont promis d'installé des composteurs dans toutes les établissements scolaires et de formation de la wilaya de Tizi-Ouzou. Ils ont fait une convention avec une association qui fabrique des composteurs au niveau de centre de boukhalfa le projet est en cours de réalisation.

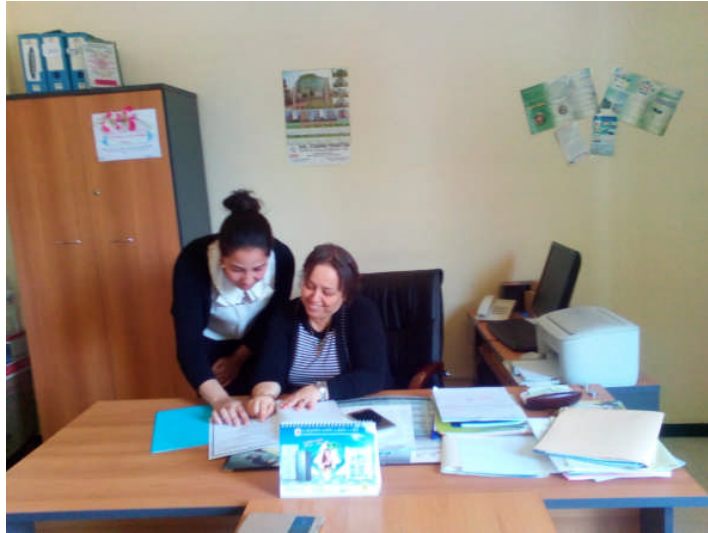
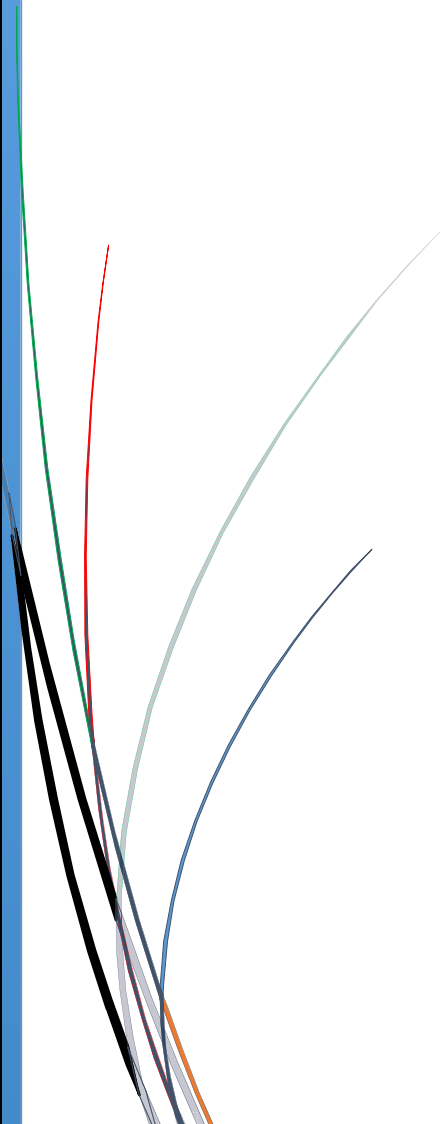


Figure 36: Rencontre avec le Chef de service de sensibiliser et communication environnemental au niveau de la direction de l'environnement.

6-3-Résultat de la rencontre avec le responsable de la commission de l'environnement de l'APW

Nous avons rencontré le responsable de la commission de l'environnement de l'APW le 24 juin 2019. Lors de cet entretien il nous a expliqué que les établissements scolaires sont du ressort de la commune et que la gestion des déchets doit être assurée par celle-ci, mais que l'APW a pour projet de sensibiliser dans les établissements scolaires en vue d'une gestion durable des déchets par le tri et le compostage au niveau de la wilaya de Tizi Ouzou.

Conclusion



Conclusion

L'objectif de notre étude était de sensibiliser les différents acteurs des deux établissements scolaires de la commune de Bouzeguène pour trier leurs déchets et composter les déchets organiques sur place au sein de l'établissement et la mise en oeuvre d'un plan durable de gestion leurs déchets.

Lors de la campagne d'information et de sensibilisation organisée auprès des élèves, les élèves ont été très attentifs à nos explications et avides de connaître la nature des déchets générés par leurs établissements.

A partir du résultat au questionnaire distribué aux élèves des deux établissements on a considéré que les élèves ont bien reçu le message sur le tri/ compostage et la typologie des déchets. Les élèves ne constituent pas un facteur de blocage pour la mise en œuvre d'un schéma de gestion plus durable dans ces établissements. Par contre les employés de la cantine n'ont pas toujours été coopératifs. Il a fallu plus de temps pour convaincre un employé de faire le tri des déchets.

La quantification et l'identification des déchets ménagers générés par les deux établissements scolaires au niveau de la cantine nous a permis de conclure qu'ils génèrent essentiellement des déchets organiques à plus de 80 %. Au niveau du lycée Hanouti 340,95 Kg de déchets ménagers ont été générés durant la période de quantification/caractérisation avec un ratio de 0,0250 kg par élève et par jour. Au niveau du collège Akli Amar 365,61Kg de déchets ménagers ont été générés durant la période de quantification/caractérisation avec un ratio de 0,0382 kg par élève et par jour.

Nous avons réalisé un essai de valorisation par compostage des bio-déchets pour montrer aux différents acteurs des deux établissements scolaires l'intérêt de cette pratique et les avantages qu'elle procure (moins coûteuse, plus écologique, et permet d'éliminer 80% des déchets générés au niveau des établissements scolaires). Le suivi de la température dans les différents composts nous a révélé que le processus a été plus actif au niveau du compost contenant du grignon d'olives, il est suivi par celui qui contient la sciure de bois puis celui qui contient le papier carton. Le suivi du pH pendant la période d'essai a montré que le pH est resté basique dans tous les composts.

Enfin, on a organisé des réunions avec les acteurs institutionnels, le P/APC qui a un projet d'installer des composteurs au niveau de tous les établissements scolaires de la commune de Bouzeguène mais le P/APC nous rappelle que les employés de service des CEM et des lycées sont sous la responsabilité de la direction de l'éducation, et qu'il est difficile de les convaincre de faire un effort dans le sens de la réduction des quantités de déchets par le tri et la valorisation sur place. La direction de l'environnement et l'APW, considèrent qu'il est de la responsabilité des communes de s'occuper de cette mission.

Recommandations

-Améliorer la qualité des repas servis pour diminuer la quantité des déchets organiques produits au niveau des cantines des établissements scolaires.

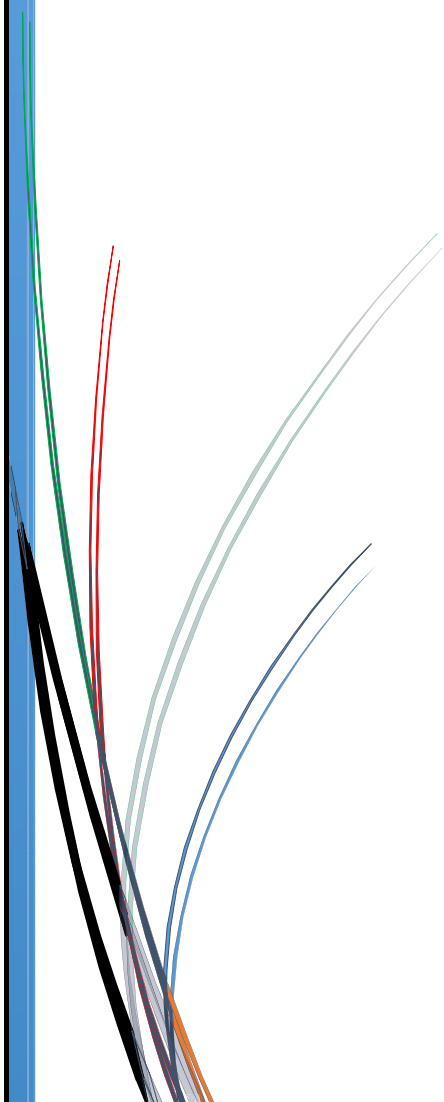
- Des campagnes de sensibilisation intenses et permanentes, en partenariat avec la direction de l'éducation, devraient se mettre en place au niveau des établissements en ayant pour objectif de cibler les employés de la cantine.

- Dans le programme scolaire devrait être incorporé, les principes de réduction des déchets par la valorisation.

-Faire des concours sur la réduction des déchets dans les établissements scolaires dans le but « école le plus propre ».

-Mise en place d'ateliers de jardinage au sein des établissements scolaires, dans le cadre d'activités pédagogiques, pour initier les élèves à la pratique du jardinage et inciter les élèves et les différents acteurs des établissements à utiliser le compost obtenu au sein de l'établissement.

Référence bibliographique



Références bibliographiques

- Addou A., 2009.** Traitement des déchets, valorisation, élimination. Ed ellipses. 284p.
- Ademe (Agence de l'environnement et de la maîtrise d'énergie), 2012.** Le compostage.
- Agence National des déchets, 2011.**
- Balet J., 2005.** Gestion des déchets. Aide-mémoire. Paris : Lavoisier. (24, 25,26) p.
- PDAU : Plan directeur d'Aménagement et d'Urbanisme du groupement de Bouzeguène.**
- Berg LR., Raven P.H & Hassenzahl D.M., 2009.** Environnement. Edition : DeBoeck, Bruxelles. Pp: 605-619.
- Brihmat M., 2017.** Gestion et Traitement des déchets dans la wilaya de Constantine, Mémoire de Master en biologie, Spécialité Gestion Durable des Ecosystèmes et Protection de l'Environnement, Université des Frères Mentouri Constantine.
- Celierier J., 2006.** Caractérisation moléculaire et dynamique de la matière organique de compost (déchets verts/bio déchets) dans un sol. Thèse de doctorat en biologie de l'université de Poitier. 333p.
- Celierier 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.
- Damien A., 2009.** Guide du traitement des déchets, réglementation et choix des Procédés. Paris : Dunod. 6ème édition. p414
- 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, Ed. TEC et DOC, Paris. (5, 6, 21,29) p.
- Faurie C., Ferra C., Medori P., Dereaux J. & Hemptine J., 2006.** Ecologie : Approche scientifique et pratique. 5ème édition. P 345.

Faverial J., 2016. Compostage et vermicompostage des effluents d'élevage. Thèse de doctorante en Sciences agronomiques, L'Université des Antilles.30p.

Gillet R., 1985. Traité de gestion des déchets solides et son application aux pays en voie de développement, 1er Volume : Programme minimum de gestion des ordures ménagères et des déchets assimilés. P (21).

Hatik CH., 2014. Proposition de scénarios de gestion raisonnée des déchets en vue de leur valorisation énergétique. Thèse de doctorat en Environnement et Génie Urbain, Université de la Réunion .73p

Houot S., Francou C., Lineres M. et Le Villio M., 2002. Gestion de la maturité des composts: conséquence sur leur valeur amendante et la disponibilité de leur azote - seconde partie-. Echo MO 35. Pp 3-4.

Moletta R. ,2009. Traitement des déchets. Paris : Levoisier. 686p.

Mustin M., 1987. Le compost. Gestion de la matière organique. Paris, édition François Dupuis. 954 p.

RGPH, 2008 : Recensement Géographique de Population et d'Habitat de la commune de Bouzeguène.

Rogaume T., 2006. Gestion des déchets : réglementaire, organisation et mise en œuvre. Paris : Ellipses Marketing. 140 p.

Sotamenou J., 2010a. Le compostage : Une alternative soutenable de gestion publique des déchets solides au Cameroun. Thèse de doctorat de l'université de Yaounde II, Cameroun. 364p.

Turlant T., 2013. Les déchets collecte –traitement –tri –recyclage. Paris, Dunod. Pp : 103-126. Ecologie : Approche scientifique et pratique. 5ème édition. P 345.

Waas E., Adjademe N. et Bideaux A., 1996. Valorisation des déchets organiques dans les quartiers populaires des villes africaines. SKAT/Centre de Coopération Suisse pour la technologie et le Management/Saint Galle, Suisse. 143 p.

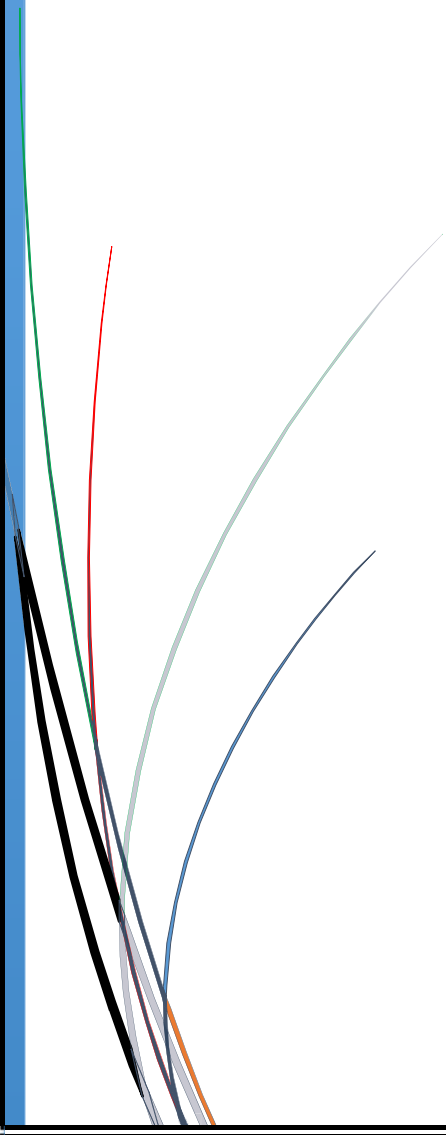
Znaïdi I.E.A., 2002. Etude et évaluation du compostage de différents types de matières organiques et des effets des jus de composts biologiques sur les maladies des plantes. Mémoire de master en biologie de l'UMMTO. 104p.

Références législatives

Décret exécutif N°01-19 du 12 décembre 2001, Journal Officiel Algérie.

Loi N°01-19 du 12 décembre 2001, Journal Officiel Algérie.

Annexe



Annexes

**Annexe 01 : Quantités globales des déchets générés au niveau de la cantine pendant
Les déjeuners (en Kg) au Lycée Hanouti.**

	Déjeuner						
Journée/ Types	D O	DR			D U	Totale	Nombre de repas servis
		D C	D P	D M			
Dimanche	21,25	1,45	0,1	0,2	5,2	28,2	550
Lundi	96,88	2,05	0,1	0,2	4,75	103,98	552
Mardi	66,54	3,03	0,15	0,2	4,25	74,17	545
Mercredi	58,35	1,95	0,15	0,2	6,25	66,9	544
Jeudi	59,8	2,85	0,15	0,2	4,7	67,7	530
Totale	302,82	11,33	0,65	1	25,15	340,95	

**Annexe 02 : Quantités globales des déchets générés au niveau de la cantine pendant
Les déjeuners (en Kg) au CEM Akli Amar.**

Journée/ Types	Déjeuner						Nombre de repas servis
	D O	DR			D U	Totale	
		D C	D P	D M			
Dimanche	53,2	2,2	0,15	0,2	6,25	62	445
Lundi	66,2	2	0,1	0,2	6,3	74,8	434
Mardi	33,4	0,2	0,15	1,3	2,05	37,1	140
Jeudi	54,1	0	0,15	0,2	2,95	57,4	443
Dimanche	125,16	1,8	0,1	0,3	6,95	134,31	451
Totale	332,06	6,2	0,65	2,2	24,5	365,61	

Annexe 03 : Fiche technique de l'action de sensibilisation des élèves du CEM Akli Amar

- ❖ **Intitulé de l'action** : Gestion durable des déchets ménagers
- ❖ **Objectif de l'action** : Sensibilisation à la gestion durable des déchets ménagers, et en particulier au tri sélectif et le compostage
- ❖ **Date** : 09 /12 mai 2019
- ❖ **Public cible** : enfant du CEM
- ❖ **Participants** : Moi-même.
- ❖ **Programme d'animation**

Phase	Activité	Support /Matériel
Présentation	-Qui sommes –nous ? - Les objectifs des animations	/
Définition des déchets	-Explication par des exemples	Projection
Déférents types des déchets	-Explication -Poser des questions pour mesurer la compréhension des élèves	Projection
Tri sélectif	-Véديو -Jeu de tri	DVD
Recyclage et valorisation des déchets	-Explication -Véديو	DVD

Annexe 04 : Fiche technique de l'action de sensibilisation des élèves du lycée des Frères Hanouti

- ❖ **Intitulé de l'action** : Gestion durable des déchets ménagers
- ❖ **Objectif de l'action** : Sensibilisation à la gestion durable des déchets ménagers, et en particulier au tri sélectif et le compostage
- ❖ **Date et lieu** : 22 /23 Avril 2019
- ❖ **Public cible** : élèves du Lycée
- ❖ **Participants** : Moi-même
- ❖ **Programme d'animation**

Phase	Activité	Support /Matériel
Présentation	-Qui sommes –nous ? - Les objectifs des animations	/
Définition du déchet	-Explication par des exemples	Projection
Déférents types des déchets	-Explication -Poser des questions pour mesurer la compréhension des élèves	Projection
Tri sélectif	-Véديو -Jeu de tri	DVD
Recyclage et valorisation des déchets	-Explication -Véديو	-DVD



Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté des sciences Biologiques et des sciences Agronomiques

Master : Protection des Ecosystèmes

Annexe 05 : Questionnaires préparé pour les élèves les établissements scolaires CEM Akli Amar et Lycée des Frères Hanouti dans le but d'évaluer la compréhension des élèves sur le tri sélectif et le compostage

<p>1-Les déchets organiques sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Des déchets spéciaux -Des déchets biodégradables -Des déchets valorisables par compostage <p>2-Les déchets spéciaux sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Des déchets hospitaliers -Des déchets ménagers -Des déchets dangereux <p>3- Les déchets inertes sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Des déchets qui ne subissent aucune transformation biologiques -Des déchets non dangereux -Des DMA <p>4-Les déchets recycles sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Les épluchures des légumes et des fruits -Les boit de yaourts -Le plastique et le verre <p>5-Les déchets ultimes sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Le verre et les métaux -Les sacs en plastiques -Les déchets de déconstruction 	<p>6-Les DMA sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Des déchets dangereux -Des déchets non dangereux -Des déchets organiques <p>7 -Les bios déchets sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Les épluchures des légumes -Les déchets des parcs et de jardin -Les épluchures de légumes et les restes de repas <p>8-Le compostage c'est :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Un processus de transformation biologique de matières organiques -Un processus chimiques de dégradation de déchets organiques -Une dégradation aérobie de déchets organiques <p>9- On obtient un compost au bout de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quelque jour -Quelque semaine -Quelques mois <p>10-Le compost c'est :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Un mélange de matières organiques -Un produit riche en compose humique - Un amendement organique
--	--

Annexe 06: Températures enregistrées durant la période du compostage en C°

Jours/T°	Compost A	Compost B	Compost C	Compost D	T° Extérieure
08/05/2019	30	25	24	18	20C°
12/05/2019	21	32	25	23	23C°
19/05/2019	28	36	30	25	18C°
27/06/2019	14	27	20	14	16C°
02/06/2019	20	31	25	22	25C°
09/06/2019	20	25	21	24	30C°
16/06/2019	21	25	20	22	31C°
23/06/2019	25	25	21	25	35C°

A et D : Mélange avec la sciure de bois.

B : Mélange avec le grignon d'olive.

C : Mélange avec le papier carton.

Annexe 07 : Ph enregistrées durant la période du compostage

Jour /PH	compost A	compost B	compost C	compost D	T° Extérieure
19/05/2019	6,5	6,5	6,5	6	18C°
27/05/2019	7	6,5	7	7	16 C°
02/06/2019	6,5	7	7	5	25 C°
09/06/2019	7	7	7	6,5	30C°
16/06/2019	6,5	6,5	7	6,5	31C°
23/06/2019	7	7	6,5	7	35C°

Annexe 08: Résultat de test du student

DO	Effectif	Moyenne	Variance	Ecart-type	p-value
Echantillon 1	5	60,56	726,41	26,95	0.39
Echantillon 2	5	66,41	1216,83	34,88	

DR	Effectif	Moyenne	Variance	Ecart-type	p-value
Echantillon 1	5	2,60	0,46	0,68	0.08
Echantillon 2	5	1,81	0,77	0,88	

DU	Effectif	Moyenne	Variance	Ecart-type	p-value
Echantillon 1	5	5,03	0,58	0,76	0.45
Echantillon 2	5	4,90	4,98	2,23	

Résumé

Cette étude est réalisée au niveau de deux établissements scolaires de la commune de Bouzeguène. Elle a pour objectif de sensibiliser, d'informer et d'initier les différents acteurs des établissements sur le tri/compostage, connaître les différents types des déchets générés par ces derniers et élaborer un schéma de gestion durable des déchets.

À partir du questionnaire que nous avons distribué aux élèves de deux établissements nous avons constaté que la plupart des élèves ont pu faire la différence entre les trois fractions des déchets ménagers (déchets organiques, recyclable et ultime). La quantification et l'identification des déchets générés par la cantine de ces établissements nous a permis de distinguer les catégories suivant les déchets organiques, le papier carton, le plastique, les métaux et les déchets ultimes. Les déchets organiques sont les plus générés avec des quantités de 340,95kg au niveau de lycée Hanouti et 365,61kg au niveau de collège Akli Amar.

Nous avons réalisé un essai de valorisation des bio-déchets par compostage pour montrer l'intérêt de cette pratique et les avantages qu'elle procure.

Enfin, nous avons sollicité les acteurs institutionnels pour des entretiens dans le but de discuter de la problématique de la gestion des déchets issus des établissements scolaires, et de discuter de leurs stratégies quant à ce sujet.

Mots clés : Gestion des déchets, compostage, bio-déchets, sensibilisation.