

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU
Faculté des sciences biologiques et agronomiques
Département de biologie



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE
En vue de l'obtention du diplôme de Master en Biologie
Spécialité : Protection des écosystèmes
Thème

***Sensibilisation au tri sélectif et valorisation
des bio-déchets au sein de l'établissement
scolaire HAFHAF Rachid***

Réalisé par : M^{elle} BOUTAGHOU Ahlem
M^{elle} CHABANE Fariza

Devant le jury composé de :

Présidente : M^{me} MALLIL K.

Promotrice : M^{me} METNA ALI AHMED F.

Co- Promoteur: M^r SLIMANI R.

Examinatrice : M^{me} CHIBANE G.

Examinatrice : M^{elle} KANANE M.

M.A.A UMMTO

M.C.A UMMTO

Doctorant UMMTO

M.A.A UMMTO

Doctorante UMMTO

Promotion: 2019/2020

Remerciement

On remercie en premier lieu Dieu tout puissant de nous avoir accordé la puissance et la volonté pour achever ce travail.

*Il y va de notre honneur d'adresser nos sincères remerciements à notre promotrice **Mme Metna F.** Maître de conférences classe A à l'U.M.M.T.O. et à notre Co-promoteur **Mr Slimani R.** Doctorant à l'U.M.M.T.O. Pour avoir accepté de nous encadrer et de nous orienter tout au long de ce travail.*

Nous tenons à adresser notre gratitude et remercier aussi :

***Mme Mallil K.** Maître assistant classe A à L'U.M.M.T.O. Qui nous a fait l'honneur de présider le jury*

***Kanane M.** Doctorante. Et **Chibane G.** qui nous ont fait l'honneur de bien vouloir examiner avec attention notre travail.*

*Nous remercions **Mme Baleh Z.** directrice de l'école HAFHAF Rachid de nous avoir encouragées durant tout notre travail.*

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail,

Aux deux êtres qui me sont les plus chers au monde mon père et ma mère à qui je dois le mérite d'être arrivée là, qui ont œuvré pour ma réussite, de par leur amour, leur soutien, tous les sacrifices consentis et leur précieux conseil, pour toute leur assistance et présence dans ma vie. Recevez à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et mon éternelle gratitude.

A mes grands-parents maternels et paternels

A mes adorables frères chakib Arslane et Mohammed

A ma belle-sœur Sarah et ma douce nièce Malak

A ma famille

A mon binôme Fariza

A tous ceux qui m'ont soutenu tout au long de cette période.

Que ce travail soit l'accomplissement de leurs vœux tant allégués, et le fruit de leur soutien infaillible.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail,

Aux deux êtres qui me sont les plus chers au monde mon père et ma mère à qui je dois le mérite d'être arrivée là, qui ont œuvré pour ma réussite, de part leur amour, leur soutien, tous les sacrifices consentis et leur précieux conseil, pour toute leur assistance et présence dans ma vie. Recevez à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et mon éternelle gratitude.

A mes grands-parents maternels et paternels

A mes adorables frères Adel, Mahdi, Rabah et Said et sa femme

A mes adorables sœurs Dalila, Malika et Samia et son mari

A ma famille

A mon binôme Ahlem

A tous ceux qui m'ont soutenu tout au long de cette période.

Que ce travail soit l'accomplissement de leurs vœux tant allégués, et le fruit de leur soutien infailible.



Liste des abréviations

AND : Agence Nationale des Déchets.

APC : Assemblée Populaire Communale.

ASTA : Association Sociale Tagmat Ait Bouadda.

AP : Année Primaire.

CET : Centre d'Enfouissement Technique

CNFE : Centre National des Formations à l'Environnement.

CNTPP : Centre National des Technologies de Production plus Propre.

DMA : Déchets Ménagers et Assimilés.

FM : Feuilles Mortes.

GO : Grignon d'Olive.

GD : Gestion des Déchets.

GDM : Gestion des Déchets Ménagers.

Nbr : Nombre.

PE : Protection de l'Environnement.

pH : Potentiel Hydrogène.

SB : Sciure de bois.

TH : Taux d'Humidité

T : Température

TEOM : Taxe d'Enlèvement des Ordures Ménagères.

TAPD : Taxe relative aux Activités Polluantes ou Dangereuses.

Listes des figures :

Figure 1: situation géographique de la commune d'Azazga (Google Maps, 2009 modifier)...	18
Figure 2: Participation à la journée d'information et de sensibilisation sur le recyclage et la valorisation des déchets à Ait Bouada.....	21
Figure 3: Sensibilisation des élèves	22
Figure 4: Prise de parole des élèves	22
Figure 5: journée d'information et de sensibilisation au tri sélectif des déchets	24
Figure 6: Visite et présentation de l'aire de tri aux élèves.....	24
Figure 7: L'aire de tri des déchets.....	25
Figure 8: Déversement des déchets sur une planche fine en bois et contrôlé	28
Figure 9: Récupération des bio-déchets.	28
Figure 10: Homogénéisation des déchets.....	28
Figure 11: Ajout de la matière sèche.....	29
Figure 12: Mélange des fractions sèches et humides.	29
Figure 13: Thermomètre à compost.	31
Figure 14: Hygromètre du sol.	31
Figure 15: Le test de la poignée pour la vérification de taux d'humidité.....	32
Figure 16: pH mètre.	32
Figure 17: Arrosage durant le test.	33
Figure 18: Test du cresson.	33
Figure 19: Test de phytotoxicité.....	34
Figure 20: Test radiculaire.	35
Figure 21: Participation des élèves au tri sélectif des déchets.	36
Figure 22: Compost contenant du GO, FM et SB à la phase initiale du processus.....	37
Figure 23: Compost contenant du GO, SB et FM à la phase finale du processus.....	38
Figure 24: Echantillon de compost tamisé issu du GO.	38
Figure 25: Les restes du compost après tamisage.	38
Figure 26: Evolution des températures journalières des différents substrats durant tout le processus de compostage.	39
Figure 27: Evolution du taux d'humidité durant la période d'essai au niveau de tous les substrats.....	41

Figure 28: Evolution du pH durant tout le processus de compostage au niveau de tous les substrats.	42
Figure 29: Taux de germination des graines du cresson pour tous les substrats au septième jour.	44
Figure 30: Poids sec et humide des parties aériennes des plantes pesé au 7 ^{ème} jour après la semence.	45
Figure 31: Moyenne des poids racinaires secs obtenus pour les différentes répétitions de chaque type de substrat.	46
Figure 32: Taille des plus longues racinaires obtenues pour chaque substrat.....	47
Figure 33: Poids secs des parties aériennes et racinaires.....	48

Listes des tableaux :

Tableau 1: Caracérisation des déchets et leurs effets sur la santé.....	9
Tableau 2: Présentation de l'établissement scolaire HAFHAF Rachid.....	19
Tableau 3: Nombre de graines sur 10 répétitions 7 jours après la semence.....	43

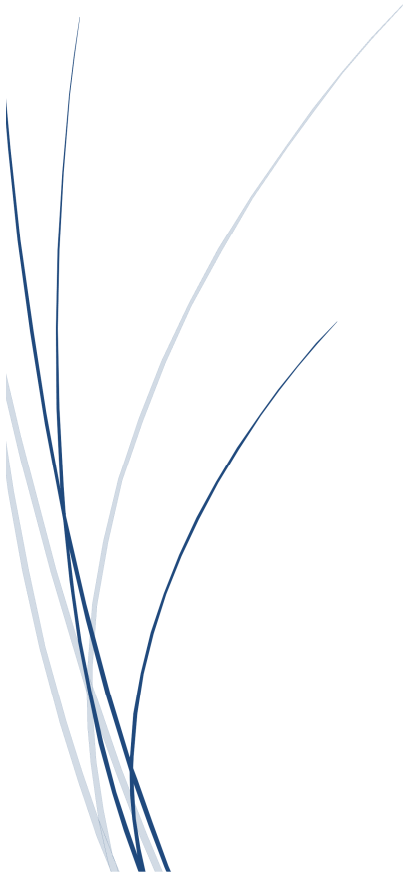
Sommaire

Introduction.....	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	4
I. Généralité sur les déchets.....	4
I.1.Définitions	4
I.2.Classification des déchets.....	4
I.3.Déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux	4
I.3.1.Déchets spéciaux	4
I.3.2.Déchets spéciaux dangereux.....	4
1.2.1.3. Déchets d'activité de soins.....	5
I.2.4. Déchets ménagers et assimilés (DMA)	5
I.2.5. Déchets encombrants	5
I.2.6 Déchets inertes.....	5
I.3.Cadre législatif	5
I.4.Composition des déchets ménagers et assimilés (DMA)	7
I.4.1.Typologie des DMA	8
I.5.Méthodes d'élimination et de traitement des DMA	8
I.6.Risques liés aux déchets	9
1.6.1. Risques pour la santé	10
I.6.2. Risques pour l'environnement.....	11
I.6.3. Risques pour l'économie	12
I.7.Principe de 3RV-E (réduction, réemploi, recyclage, valorisation et élimination)	12
II. Généralités sur le compostage.....	15
II.1Définition	15
II.2Objectifs et principe du compostage.....	15
II.3Matières compostables :.....	15
II.4Description des différentes phases du processus de compostage	16
II.5Modes de compostage.....	17
Chapitre II : Présentation de la zone d'étude.....	19
I.Présentation de la commune d'Azazga	19
I.1.Situation géographique d'Azazga	19
I.4. Gestion et traitement des déchets dans la commune d'Azazga.....	20
II- Présentation de l'établissement scolaire	20

II.1. Gestion des DMA au niveau de l'établissement scolaire.....	20
Chapitre II : Matériels et méthodes	21
I. Choix de la zone d'étude	21
II. Objectifs de cette étude	21
III. Choix de la période d'échantillonnage	22
IV. Volet sensibilisation	22
IV.1. Participation à une journée d'information et de sensibilisation sur le recyclage et la valorisation des déchets réalisés par l'association Sociale Tagmat Ait Bouadda (ASTA) :	22
IV.2. Sensibilisation au niveau de l'établissement	23
IV.2.1 Rencontre avec la directrice.....	23
IV.2.2 Sensibilisation des élèves en classe	23
IV.2.4 Sensibilisation des parents d'élèves.....	24
IV.2.5. Sensibilisation des élèves sur terrain (aire de tri)	25
V. Essai de valorisation des bio-déchets par compostage	25
VI- Création et préparation de la plateforme de compostage (aire de tri/compostage)...	25
VII. Récupération des bio-déchets.....	26
VII.1. Fraction organique des DMA (déchets azotés ou humides).....	26
VIII. Protocole expérimental pour le compostage	27
VIII.1. Mise en place du protocole expérimental	28
IX. Suivi des paramètres.....	31
XI. Test de Phytotoxicité	33
XI.1. Test de germination	33
XI.2. Test de croissance.....	34
Chapitre IV : Résultats et discussion	37
I. Volet sensibilisation	37
I.1. Rencontre avec la directrice	37
I.2. Sensibilisation des élèves en classe.....	37
I.3. Sensibilisation des élèves à la cantine	37
I.4. Visite de l'aire de tri des déchets	38
II. Essai de compostage	38
III. Evolution des paramètres du compostage	39
III.1. Evolution de la température	40
III.2. Evolution de l'humidité	40

III.3. Evolution du pH	43
IV. Test de phytotoxicité	44
IV.1. Test de germination	44
IV.2. Test de croissance.....	46
Conclusion.....	50
Perspectives	52

Introduction



Introduction

La protection de l'environnement a commencé à prendre une importance au cours des dernières années, ce qui a conduit à une évolution des attitudes et des réflexions, ainsi les différents débats ont dégagé un consensus sur la nécessité d'intégrer à la croissance socio-économique la protection de l'environnement sur la base d'un concept nouveau, qui est le développement durable. Le volume de déchets ménagers ne cesse de s'accroître partout dans le monde, contrastant une diversité inhabituelle qui rend complexe leur traitement ou leur élimination (Merniz et *al.*, 2018).

La gestion des déchets est devenue en quelques années un enjeu environnemental majeur, et un problème du tout le monde.

Si réduire la quantité de déchets produits est une nécessité incontournable, l'hypothèse d'une production nulle de déchets est bien sûr utopique. Il s'agit donc de gérer au mieux les quantités restantes en essayant de les insérer dans une filière de valorisation avant d'envisager leur élimination.

Cette étude vient s'ajouter à d'autres travaux qui ont été réalisés par des étudiants en master de « Gestion des déchets solides » actuellement « Protection des écosystèmes » de L'UMMTO. Conscient des enjeux que l'environnement représente pour un développement durable, nous avons voulu apporter notre pierre à l'édifice sur l'axe de la gestion des déchets au sein des établissements scolaires, car l'école primaire constitue le premier lieu d'apprentissage notamment l'apprentissage des notions relatives à la protection de l'environnement.

Notre étude est réalisée au sein de l'établissement scolaire HAFHAF Rachid situé dans la commune d'Azazga. Selon l'Ademe, à chaque service de déjeuner, une cantine scolaire jette en moyenne 44 kilos de nourriture (pour un service de 365 élèves en moyenne). Ce qui nous montre que des quantités importantes de déchets sont générées annuellement au niveau de ces établissements.

La problématique de notre étude se trouve dans la gestion des déchets au sein de l'établissement scolaire où leurs déchets sont collectés en mélange et acheminés vers les centres d'enfouissements techniques.

L'objectif de notre étude est double :

- ❖ Sensibilisation à la réduction et au tri des déchets.

- ❖ Lancer une dynamique efficace de tri sélectif et de valorisation des bio-déchets au sein de l'école.

Pour permettre à cette école d'éliminer ses déchets tout en les triant, nous avons mis en place avec la directrice un projet « d'école pilote ». Ceci en créant une plateforme de tri et de valorisation des déchets, notamment une partie dédiée au traitement par compostage issus de la restauration de l'établissement.

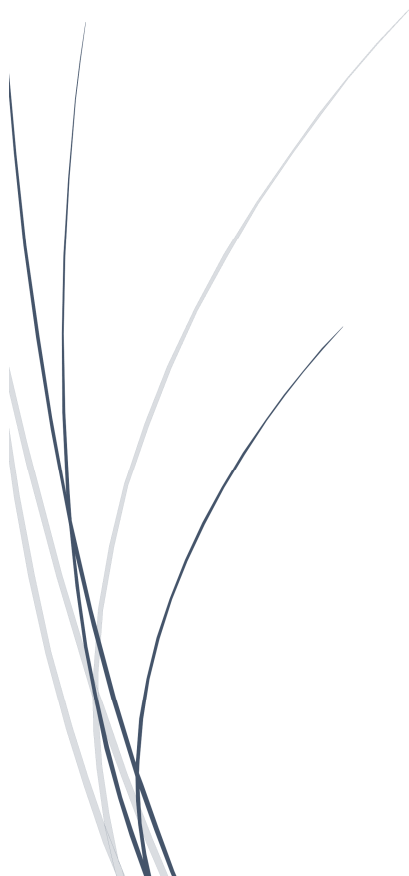
Le projet d'école pilote vise à inculquer aux générations futures le respect de l'environnement et participer à sa préservation. En apprenant aux élèves les méthodes de préservation de l'environnement et la manière de traiter les déchets. Les prépare ainsi à se comporter avec l'environnement de manière appropriée lorsqu'ils seront plus grands.

Afin de partager cette expérience, et de développer ce type d'initiatives nous vous présentons dans ce modeste travail quatre chapitres comportant un chapitre de synthèse bibliographique dans lequel nous avons abordé les différentes notions liées aux déchets. Le deuxième chapitre est consacré à la présentation du site d'étude et de l'établissement scolaire. Le troisième chapitre est dédié à présenter la méthodologie utilisée lors de notre étude.

Dans le quatrième chapitre nous avons présenté et traité les résultats obtenus. Nous avons clôturé ce mémoire par une conclusion générale suivie de quelques recommandations.

Synthèse

Bibliographique



Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. Généralité sur les déchets

I.1.Définitions

La législation algérienne définit le déchet dans l'article 03 de la loi 01-19 comme suit :

« Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou, plus généralement, tout objet, bien meuble dont le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer ».

I.2.Classification des déchets

La classification des déchets diffère d'un pays à un autre selon les textes législatifs. En Algérie, les déchets au sens de l'article n° 05 de la loi 01-19 et tels qu'ils sont définis dans l'article n° 03 de ladite loi sont classifiés comme suit :

I.2.1.Déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux

Les déchets spéciaux et les déchets spéciaux dangereux sont répartis en trois classes

I.2.1.1.Déchets spéciaux

Les déchets spéciaux sont tous les 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.

I.2.1.2.Déchets spéciaux dangereux

Les déchets spéciaux dangereux sont tous les 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.

1.2.1.3. Déchets d'activité de soins

Tous déchets issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif ou curatif, dans les domaines de la médecine humaine et vétérinaire.

1.2.4. Déchets ménagers et assimilés (DMA)

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.

1.2.5. Déchets encombrants

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

1.2.6 Déchets inertes

Tous déchets provenant notamment de l'exploitation des carrières, des mines, des travaux de démolition, de construction ou de rénovation, qui ne subit 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.

1.3.Cadre législatif

La réglementation algérienne concernant la problématique des déchets urbains a connu une nette évolution depuis le décret présidentiel n° 98-158 portant adhésions, avec réserve, de l'Algérie, à la convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières des déchets dangereux et de leur élimination. Ces dernières années, plusieurs lois ont été promulguées :

- ❖ Loi n° 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 ;

Entrée en application de la fiscalité écologique en janvier 2005. La législation fiscale en matière d'environnement et de développement durable a vu son départ par la loi des finances (1992), avec l'introduction de la taxe relative aux activités polluantes ou dangereuses (TAPD). Les diverses dispositions fiscales ont été introduites par les lois des finances pour les années 2000, 2002 et 2003. Ces dispositions sont relatives aux déchets solides (exemple TEOM : Taxe d'Enlèvement des Ordures Ménagères), aux effluents liquides industriels, aux émissions atmosphériques aux activités polluantes ou dangereuses pour l'environnement.

La loi relative à la gestion des déchets, est venue combler un vide juridique, mais les textes d'application de cette dernière sont insuffisants.

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

- ❖ Décret exécutif N° 02-115 du 3 avril 2002, Portant création l'observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable ;
- ❖ Décret exécutif N° 02-175 du 20 mai 2002, portant création de l'agence nationale du déchet ;
- ❖ 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 d'emballage ;
- ❖ Décret N°03-477 du 9 décembre 2003, Fixant les modalités et les procédures d'élaboration, de publication et de révision du plan national de gestion des déchets spéciaux ;
- ❖ Décret exécutif N°03-478 du 9 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 ;
- ❖ Décret exécutif n°04-210 du 28 juillet 2004, définissant les modalités de détermination de caractéristiques des emballages destinés à contenir directement des produits alimentaires ou des objets destinés à être manipulés ;

- ❖ Décret exécutif n° 04-410 du 14/12/2004, Fixant les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau de ces Installations d'emballages « ECO-JEM » ;
- ❖ Décret N°05-314 du 10 septembre 2005, Portant modalités d'agrément des groupements des générateurs et/ou détenteurs de déchets spéciaux ;
- ❖ Décret exécutif N°05-315 du 10 septembre 2005, Fixant les modalités de déclaration de déchets spéciaux dangereux ;
- ❖ Décret présidentiel 06-170 ratifiant la convention de Bâle ;
- ❖ Décret exécutif N°07-205 du 30/06/2007, Fixant les modalités et procédures d'élaboration, de publication et de révision du schéma communal de gestion des déchets ménagers et Assimilés ;
- ❖ Décret N°09-19 du 20 janvier 2009, Portant réglementation de l'activité de collecte des déchets spéciaux.

I.4.Composition des déchets ménagers et assimilés (DMA)

La grande majorité des services chargés de la gestion des déchets des différents pays définissent les ordures ménagères comme un ensemble de résidus hétérogène dans lesquelles on trouve :

- ❖ Les détritres de toute nature générés par les ménages (déchets de nourriture, de préparation de repas, balayures, textile, journaux Etc.)
- ❖ Les déchets de bureaux, commerces, industries et administrations, déchets des cours et jardins dans la mesure où ces déchets peuvent prendre place dans une limite à fixer, dans les récipients individuels ou collectifs aux fins d'enlèvement par les services municipaux.
- ❖ Les crottins, feuilles mortes, bois résidu du nettoyage et du balayage de la voirie jardins, cimetières, parcs, etc., rassemblés aux fins d'évacuation.
- ❖ Les détritres de foires, Souks et marchés, etc.
- ❖ Les résidus des collectivités (cantines, écoles, casernes, hospices, prisons ...etc.), ainsi que les résidus des hôpitaux ayant un caractère ménager que l'on rassemble dans des récipients appropriés.
- ❖ Tout objet abandonné sur la voie publique, ainsi que les cadavres des petits animaux (chelah, 2018).

I.4.1. Typologie des DMA

Selon l'A.N.D (2014), l'Algérie produit annuellement 10,3 MT/an de déchets ménagers et assimilés. Cependant, la connaissance de la composition des déchets est essentielle afin d'apprécier les possibilités de valorisation comme le compostage, la récupération de métaux ou d'autres matériaux recyclables tels que le papier/carton, le verre, le plastique...etc.

I.5. Méthodes d'élimination et de traitement des DMA

En raison du caractère nocif des déchets et des risques de pollution qu'ils engendrent lors de leurs contacts mutuels avec le milieu, différentes opérations mécaniques et biologiques relatives à plusieurs modes de traitement sont établies (Chaouchi, 2000).

Selon le même auteur, les traitements doivent s'adapter à l'origine, à la composition et à l'état bio-physico-chimique des déchets sans omettre pour cela l'hygiène et l'aspect sanitaire vis-à-vis de la pollution environnante.

On définit ainsi :

I.5.1. Mise en décharge

La mise en décharge est un procédé relativement simple, qui ne nécessite pas d'infrastructures importantes. Cette option peut être utilisée comme mode de traitement unique ou comme solution de secours en complément des autres procédés (Chaouchi, 2000).

I.5.2. Incinération

L'incinération est un mode de destruction par le feu permettant de réduire fortement le volume et le poids de résidu en les transformant en gaz, en chaleur et en matériaux inertes (cendres et mâchefers) (Chaouchi, 2000).

I.5.3. Valorisation

La valorisation des déchets est définie comme un mode de traitement qui consiste en le réemploi, le recyclage ou toute autre action visant à obtenir, à partir des déchets, des

matériaux réutilisables ou de l'énergie (Addou, 2009). On distingue ainsi, deux types de valorisation :

- ❖ La valorisation énergétique (Incinération, méthanisation) ;
- ❖ La valorisation matière (Compostage, recyclage).

I.5.3.1. Recyclage

Le recyclage consiste à réintroduire les matériaux provenant de déchets dans un cycle de production ou processus de fabrication en remplacement total ou partiel d'une matière première vierge. Les principaux matériaux recyclables sont les matières plastiques, l'aluminium, le verre, le papier et le carton (Addou, 2009).

I.5.3.2. Méthanisation

La méthanisation est un procédé de dégradation des matières fermentescibles contenues dans les déchets en réacteur anaérobie. Le biogaz généré par la fermentation est collecté et peut-être valorisé sous forme de chaleur, d'électricité ou de carburant. Les résidus organiques (ou digestats) peuvent être valorisés en agriculture après avoir été compostés (Maletta, 2009).

I.5.3.3. Compostage

Le compostage est un processus biologique assurant la décomposition des constituants organiques stables riches en composés humiques : le compost (Mustin, 1987).

I.6. Risques liés aux déchets

Les déchets dont l'origine est la consommation domestique, les activités professionnelles ou la production agricole et industrielle sont à la fois un risque et une ressource. Les déchets éliminés sans précaution risquent non seulement de dégrader les paysages, mais aussi de polluer l'environnement et d'exposer l'homme à des nuisances et des dangers dont certains peuvent être très graves (Desachy, 2001).

1.6.1. Risques pour la santé

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

Tableau 1: Caracérisation des déchets et leurs effets sur la santé.

Caractéristiques	Effets sur la santé
Irritants	Ils peuvent provoquer une réaction inflammatoire par contact immédiat, prolongé ou répété avec la peau ou les muqueuses.
Nocifs	Ils peuvent entraîner des risques de gravité limitée par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée.
Toxiques	Ils peuvent entraîner des risques grave, aigus ou chroniques, voir lamort, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée
Cancérogènes	Ils peuvent produire le cancer ou en augmenter la fréquence par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée
Corrosifs	Ils peuvent exercer une action destructrice sur les tissus vivants avec lesquels ils sont en contact.
Infectieux	Ils contiennent des microorganismes viables ou leurs toxines qui causent des maladies
Tératogènes	Peuvent produire des malformations congénitales non héréditaires ou en augmentant la fréquence
Mutagènes	Ils peuvent produire des défauts génétiques héréditaires ou en augmenter la fréquence.

I.6.2. Risques pour l'environnement

Le principal risque lié aux déchets des ménages ou aux déchets dangereux que produisent les industries est, dans la pluparts des cas, un risque pour l'environnement (Desachy, 2001).

I.6.2.1. Eau

L'eau est le principal vecteur de la pollution générée par les déchets abandonnés ou éliminés dans des conditions écologiquement peu satisfaisantes. Ainsi, par exemple, les conséquences de la pollution d'une rivière par les déchets apparaissent sans tarder : mort des poissons, eutrophisation qui se manifeste par la prolifération des algues liée à l'enrichissement du milieu en éléments nutritifs (Desachy, 2001).

I.6.2.2. Air

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

I.6.2.3. Sol

La pollution du sol est la moins visible des pollutions, elle frappe avec retard. Un site pollué est un site dont le sol ou sous-sol ou les eaux souterraines ont été pollués par d'anciens dépôts de déchets ou infiltrations de substances polluantes, la pollution étant susceptible de provoquer une nuisance ou un risque permanent pour les personnes ou l'environnement. On distingue trois catégories de sites pollués (Regent, 2004):

- ❖ Les anciennes décharges réalisées sans respecter les règles techniques et les normes environnementales.
- ❖ Les dépôts de déchets ou de produits chimiques abandonnés.
- ❖ Les sols pollués par des retombées atmosphériques.

I.6.3. Risques pour 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).

I.7.Principe de 3RV-E (réduction, réemploi, recyclage, valorisation et élimination)

Dans le dossier de la gestion des matières résiduelles, le développement durable implique de cesser le gaspillage des ressources, d'arrêter la destruction et la pollution du milieu naturel par nos déchets.

Pour adopter une stratégie de gestion durable des ressources de la terre, le concept des 3R est développé en Californie (reduce, re-use, recycle) en 1970. Il s'est progressivement transformé en 3RV : réduction, réemploi, recyclage, valorisation. Cette approche consiste à donner la priorité à des actions qui favorisent d'abord la réduction des déchets, la récupération des matières ou objets inutilisés, le recyclage (transformation de la matière, réemploi et réutilisation) et enfin la valorisation (compostage, méthanisation, pyrolyse). La lettre retrouvée à la fin du 3RV-E signifie que l'on peut Eliminer (enfouir et incinérer) en dernier lieu certaines matières inertes lorsque toutes les autres solutions relevant des 3RV ont été épuisées. Le respect du principe des 3RV-E est la voie à privilégier pour minimiser les impacts environnementaux liés à la gestion des matières résiduelles (Bennama, 2016).

I.7.1. Réduction à la source

La réduction des déchets est une diminution de la quantité de matières ou d'énergie ou de résidus générés lors de la fabrication, de la distribution et de l'utilisation d'un produit il serait utopique de croire que l'on peut intégralement se passer des produits qui sont appelés à devenir des déchets. La réduction à la source apparaît alors comme une nécessaire combinaison de diverses actions à différents niveaux. Ces actions intègrent notamment :

- le développement de l'éco conception qui doit être pratiquée par les industriels producteurs,
- la modification des actes d'achat qui concerne chaque citoyen consommateur mais aussi la distribution et les grands donneurs d'ordres (collectivités, administrations, ...) par la préférence accordée,
 - ❖ aux produits respectueux de l'environnement
 - ❖ aux biens durables et réparables et aux produits d'occasion
 - ❖ à la location plutôt qu'à l'achat pour les équipements à faibles taux d'utilisation
 - ❖ aux produits contenant moins de substances toxiques (piles par exemple)
- la gestion domestique des résidus qui permettent de réduire les quantités de déchets à gérer par le service public.

La montée en puissance de la réduction des déchets repose fondamentalement sur la prise de conscience par chacun de la nécessité de modifier ses actes d'achat et de consommation. Les résultats seront globalement proportionnels au niveau de remise en cause de nos modes de vie sachant qu'aujourd'hui l'évolution de ces modes de vie se traduit par une augmentation régulière des déchets (Zentner, 2001).

I.7.2. Réemploi/Réutilisation

Le réemploi consiste à la réutilisation d'un déchet sans qu'on ne modifie ni sa forme, ni sa fonction. Ces objets réutilisés sont d'une part détournés des lieux d'élimination et d'autre part, leur réutilisation permet de réduire la consommation de ressources et d'énergie associée à la fabrication d'objets similaires à partir de matières premières. Le réemploi favorise la réduction des quantités de résidus éliminés et n'engendre pas ou peu de coûts de traitement ou de transformation tandis que la réutilisation introduit une matière résiduelle dans un autre cycle de production que celui dont elle est issue (Balet, 2005).

I.7.3. Recyclage

Le recyclage d'un déchet/objet consiste à le soumettre à des procédés de traitement et de transformation visant à réintroduire sa matière dans un circuit de fabrication. Ce qui permet en conséquence de réduire le taux d'usage de matières premières et de ressources

énergétiques, tout en réduisant aussi la quantité de rejets et d'émission polluantes ainsi que celle des résidus à gérer (Turlan, 2013).

I.7.4. Valorisation

La valorisation est la transformation chimique des matières résiduelles. Elle concerne les déchets organiques (pour les déchets ménagers, il s'agit de déchets de cuisine, déchets verts). Son objectif est de produire un amendement organique utile pour entretenir la qualité des sols et lutter contre l'appauvrissement de certains sols fortement dégradés. A l'issue de la collecte sélective, la valorisation organique se réalise par compostage ou méthanisation.

Le compostage est un processus biologique qui permet, en présence d'oxygène, de décomposer la matière organique par l'action de micro-organismes. Le produit résultant est le compost : une substance qui sert d'apport nutritif aux plantes.

La méthanisation, basée sur la fermentation des déchets en digesteur et en absence d'oxygène (milieu anaérobie), est un procédé émergent qui nécessite un gisement minimum et une bonne maîtrise technique. Le biogaz, produit par la méthanisation, doit être valorisé énergétiquement. Les produits sortant du digesteur, les digestats, subissent ensuite un compostage (Bennama, 2016).

I.7.5. Elimination

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.

Il existe aujourd'hui plusieurs modes de gestion des déchets utilisés en fonction de ces enjeux sanitaires, environnementaux et économiques. Toutefois, le coût d'investissement dans certaines approches technologiques respectueuses de l'environnement reste un vrai problème. Mais malgré cette contrainte, nous devons désormais répondre aux exigences des populations (Molletta, 2009).

II. Généralités sur le compostage

II.1 Définition

Le compostage est un procédé biologique aérobie de dégradation et de valorisation de matière organique en un produit stabilisé et hygiénisé disposant des caractéristiques d'un terreau enrichi en composés humiques (Damien, 2006 in Belaib 2012).

Cette décomposition de la fraction organique fermentescible des déchets s'opère en présence d'air et par des micro-organismes aérobies (bactéries, champignons...) dans des conditions contrôlées : d'air, de température et d'humidité (Lebozec, 1994 in Belaib 2012).

Selon Dupriez et al, 1987, Le compostage est une pratique consistant à fabriquer du compost à partir de divers déchets organiques.

II.2 Objectifs et principe du compostage

Le compostage est un traitement biologique des déchets organiques permettant de poursuivre un ou plusieurs des objectifs suivants :

- ❖ stabilisation du déchet pour réduire les pollutions ou nuisances associées à son évolution biologique ;
- ❖ réduction de la masse du déchet ;
- ❖ production d'un compost valorisable comme amendement organique des sols. (Chellah et Dehissi ,2018)

II.3 Matières composables :

Quelques exemples de matières composables :

- les tontes du gazon ;
- les cendres, sciures et copeaux de bois ;
- les restes de légumes et de fruits sauf s'ils ont été traités ; les végétaux issus des tailles doivent être broyés.

- les fumiers d'animaux (le meilleur étant celui du cheval). Néanmoins, il ne faut pas utiliser de fumier provenant d'un élevage "industriel", car trop "pollué" par les différents additifs à l'alimentation ;
- la paille de blé ou autres ;
- les mouchoirs en papier ;
- les essuie-tout ;
- certains tissus en fibres naturelles ;
- les fonds de pots de fleurs ou de jardinières ;
- le marc de café et les filtres papier ;
- les marcs de raisins ;
- les sachets de thé ;
- les coquilles d'œufs ;
- les coques des noisettes, cacahuètes, noix, ... ;
- les feuilles saines et les fleurs fanées.

En revanche, certaines matières sont déconseillées à composter telles que : les plantes malades, les plantes toxiques, les viandes et le poisson, les excréments d'animaux domestiques (chiens et chats), les « mauvaises herbes » montées à graines...

II.4 Description des différentes phases du processus de compostage

Le processus de compostage passe par quatre phases qui sont décrites comme suit :

II.4.1.Phase mésophile

Cela s'agit d'une phase latente durant laquelle le milieu est colonisé par les bactéries, la température est proche de 40°C. La production d'acides organiques entraîne une diminution du pH (pH 4,5 à 5,5) (Celerier, 2008).

II.4.2. Phase thermophile

Lors de la phase thermophile des réactions d'oxydation ont lieu produisant une élévation de température (60 à 75°C) (Celerier, 2008) auxquelles ne résistent que des microorganismes thermo tolérants ou thermophiles (arrêt de l'activité des champignons développement des actinomycètes et des bactéries thermophiles) (Znaïdi, 2002). Ces hautes températures caractérisant la phase thermophile ne concernent que le centre du tas (Leclerc, 2001).

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

II.4.4. Phase de refroidissement

C'est la phase intermédiaire entre la phase thermophile et la phase de maturation. Elle prend fin avec le retour à la température ambiante. Le milieu est colonisé de nouveau par des microorganismes mésophiles. Ils dégradent les polymères restés intacts en phase thermophile et incorporent l'azote dans des molécules complexes (Znaïdi, 2002).

II.4.5. Phase de maturation

Cette phase présente peu d'activité microbiologique (recolonisation par des champignons) mais elle est adaptée à la colonisation par la macrofaune, en particulier les lombrics lorsque ceux-ci sont présents dans l'environnement du tas. Les matières organiques sont stabilisées et humifiées par rapport aux matières premières mises à composter (Znaïdi, 2002).

La phase de maturation devient prédominante sur la phase de fermentation aérobie suite à l'épuisement du milieu des molécules simples. Pendant cette phase, les activités enzymatiques produisent des phénomènes de polymérisation et de polycondensation des molécules néoformées au cours de la fermentation aérobie, à des températures comprises entre 20 et 30°C. Ces processus d'humification sont lents et peuvent durer plusieurs mois (Humeau et Lecloirec, 2006 in Babaammi, 2014).

II.5 Modes de compostage

Selon Toundou, 2016, il existe plusieurs modes de compostage:

II.5.1. Le compostage en andains

Il est utilisé par les Chinois depuis 1960 et consiste à placer le mélange de matières à composter en longs tas étroits appelés andains, remués ou retournés de façon régulière afin d'assurer une aération et de favoriser la dégradation aérobie. Les tas généralement rencontrés s'étalent sur 7 à 8 m de long pour 7m de haut. Plusieurs dispositifs permettant d'assurer le taux d'oxygène et on distingue les andains retournés, les andains aérés passivement, et les

andains statiques aérés. Les andains sont aérés essentiellement par un mouvement passif ou naturel de l'air (convection et diffusion gazeuse). Le taux d'échange avec l'air dépend de la porosité de l'andain. Les systèmes d'aération sont divers et variés: retournements mécaniques, aération forcée ou pilotée, avec ou sans recirculation. L'apport d'oxygène réduit aussi l'humidité initiale (si elle est trop forte), améliore l'homogénéité du substrat et diminue une possible élévation de température. De nombreuses méthodes combinent les techniques des andains et des tas aérés dans le but de surmonter les faiblesses et exploiter les avantages de chaque méthode avec une durée de compostage de 3 mois en moyenne.

II.5.2. Le compostage en récipient clos

Le compostage en récipient clos désigne un ensemble de méthodes qui confinent les matières à composter dans un bâtiment, un container ou un récipient. Ces méthodes sont basées sur l'aération forcée et des techniques de retournement mécanique qui visent à accélérer le processus de compostage. Parmi les méthodes de compostage en récipient, le compostage en casier est la plus utilisée et le compost est mature à moins de 3 mois.

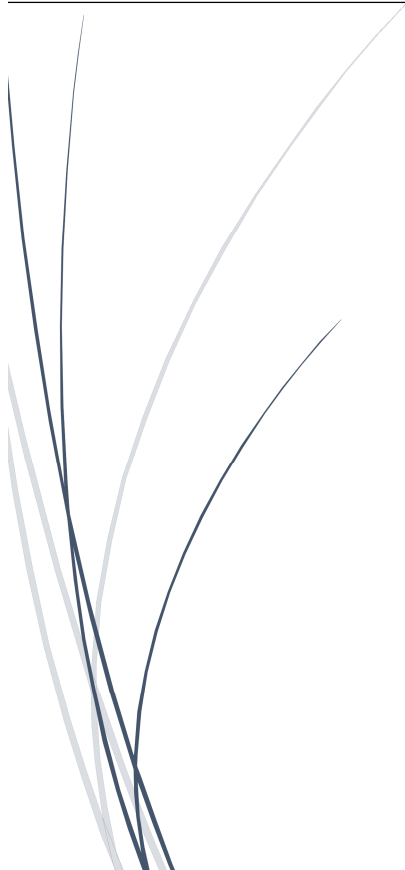
II.5.3. Les lits rectangulaires remués

Le compostage en lits rectangulaires est réalisé entre des murs qui forment de longs et étroits couloirs appelés lits. Un rail ou une saignée en haut de chaque mur supporte et guide un appareil assurant le retournement du compost produit. Un chargeur dépose les matières premières à l'extrémité frontale du lit. Au fur et à mesure de l'avancée sur les rails, le compost est retourné et reposé à l'arrière.

II.5.4. Le vermicompostage

Le vermicompostage ou lombricompostage est réalisé via des vers de fumier (*Eisenia fetida*. ; Mustin, 1987) qui se nourrissent des déchets. Le composteur est constitué de plusieurs 32 compartiments pour permettre la migration des vers et faciliter ainsi la récolte du compost. L'aération de la litière est assurée par les galeries creusées par les vers.

Présentation de la région d'étude



Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

Notre étude a été réalisée au niveau de l'établissement scolaire Hefhaf Rachid sis à la commune d'AZAZGA.

I. Présentation de la commune d'Azazga

I.1. Situation géographique d'Azazga

Azazga est une commune de la wilaya de Tizi Ouzou en Algérie. Elle est située à 30 km du littoral à 30 km à l'est de Tizi Ouzou et à 100 km à l'ouest de Bejaïa (Figure 1).

Elle s'étale sur une superficie de 77.05km², elle se trouve à 550m d'altitude, entourée de montagnes, forêts, rivières et fleuve de Sebaou.

Elle est délimitée :

- Au nord par la commune d'Aghribs
- Au sud par la commune de Souamaa
- A l'ouest par la commune de Freha
- A l'est par la commune de Yakouen

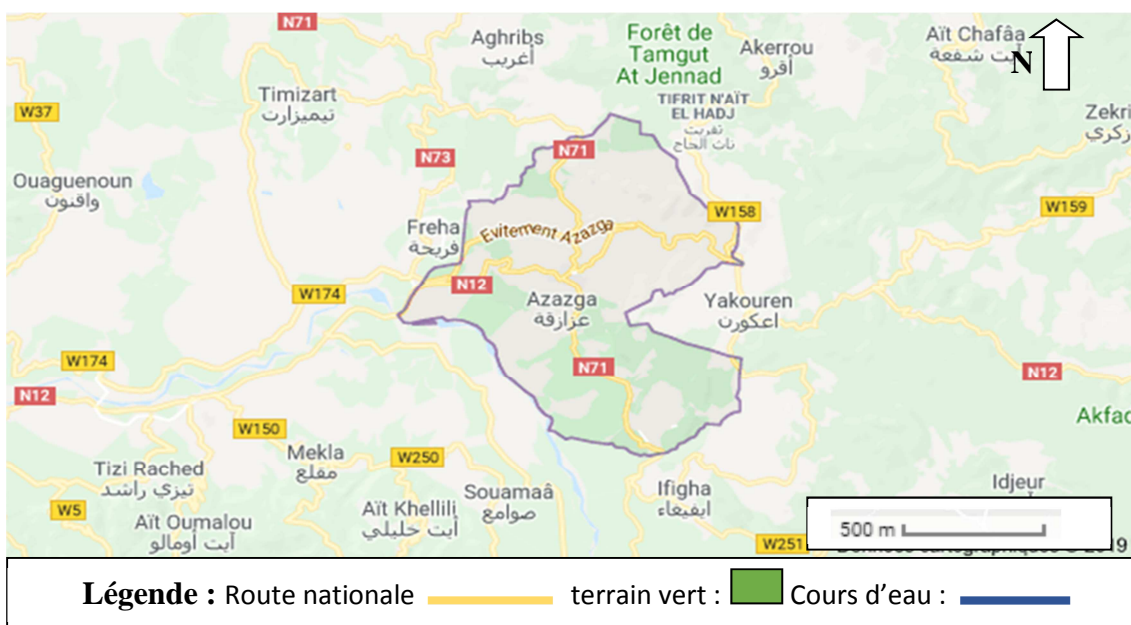


Figure 1: situation géographique de la commune d'Azazga (Google Maps, 2009 modifier)

I.2 Population

La commune d'Azazga est composée de 17 villages et une agglomération qui contient près de 40000 habitants (R.G.P.H, 2008).

I.4. Gestion et traitement des déchets dans la commune d'Azazga

Comme le définit la réglementation en vigueur, la GDM est assurée par l'APC.

L'APC dispose d'un service d'hygiène qui est chargé de la gestion des déchets ménagers et assimilés. Sur le terrain la commune assure la collecte et le ramassage des déchets dans les villages et le ramassage dans la ville sont assurés par l'entreprise EURL CORP EL GHAIMA qui ont assimilés ensuite vers le CET de Oued Falli

II- Présentation de l'établissement scolaire

L'établissement scolaire HAFHAF Rachid est une grande école primaire qui compte 520 élèves, des enseignants, des ouvriers, du personnel administratif et autre fonctionnaire (tableau 4).

Tableau 1: Présentation de l'établissement scolaire HAFHAF Rachid.

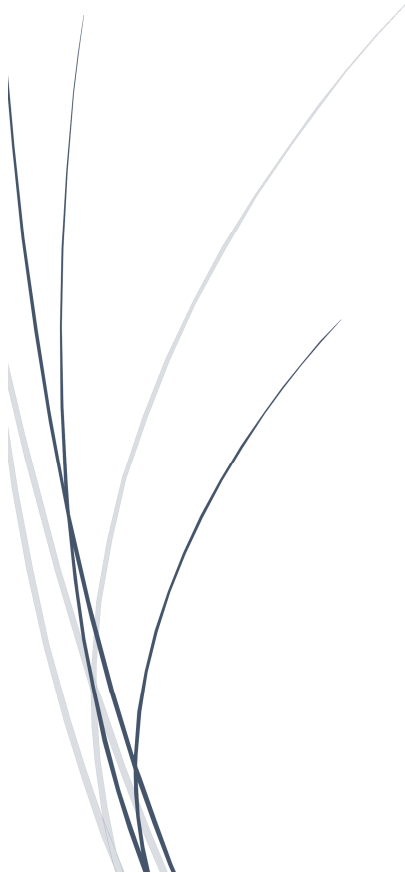
Nombre	Nombre d'élèves	Nombres d'enseignants	Nombre d'ouvriers professionnels	Nombre de personnel administratif	Nombre du personnel du restaurant
Primaire Hafhaf Rachid	520	22	03	4	8

II.1.Gestion des DMA au niveau de l'établissement scolaire

L'établissement scolaire génère essentiellement des déchets organiques, papier, et des déchets ultimes. L'APC collecte les déchets ménagers et assimilés de l'établissement scolaire chaque jour.

Un camion est mis à disposition avec un chauffeur et deux ouvriers. Ces derniers sont ensuite acheminés vers le CET de Oued Fali Tizi-Ouzou

Matériels et méthodes



Chapitre III : Matériels et méthodes

Cette étude est réalisée durant la période allant du 04 septembre 2019 jusqu'au 24 mai 2020.

I. Choix de la zone d'étude

Le choix de la zone d'étude (Ecole primaire HAFHAF Rachid de la commune d'Azazga nous a permis :

- ❖ De toucher le plus d'élèves possible car c'est la plus grande école de la région ayant 520 élèves.
- ❖ La sensibilisation par l'information des élèves qui est essentielle et a un double impact :

D'une part, sensibiliser les élèves et leurs parents quant à l'impact environnemental des déchets, et leurs rappeler qu'il ne faut pas les abandonner de manière incontrôlée et d'une autre part, leurs inculquer les bons gestes à adopter dès leur jeune âge afin de préserver leur environnement tel que le tri sélectif.

II. Objectifs de cette étude

Par ce présent travail nous voulions atteindre plusieurs objectifs à travers les différentes démarches entreprises à savoir:

- ❖ Définition et évaluation du schéma actuel de la gestion des déchets au niveau de l'école primaire, et ce à travers la collecte des données et des informations auprès des responsables.
- ❖ Sensibiliser les élèves au tri et à la valorisation des déchets notamment les bio-déchets par compostage.
- ❖ Un essai de valorisation des bio-déchets par compostage à l'aide de trois apports carbonés (Grignon d'olives, sciure du bois et feuilles mortes), et suivi des paramètres (température, humidité et pH).
- ❖ Proposer un schéma, plus durable et plus écologique, de la gestion des déchets pour l'école.

III. Choix de la période d'échantillonnage

La réalisation de nos essais de compostage est conditionnée par la disponibilité des déchets carbonés essentiellement les sous-produits oléicoles qui ne sont produits qu'en saison de récolte des olives (olivaison) réservés à la fabrication de l'huile. Cette dernière bat son plein en décembre pour se terminer à la fin de l'hiver (Henry, 2003). Ainsi nous avons procédé à l'échantillonnage de toutes les matières à composter en novembre.

IV. Volet sensibilisation

Dans le cadre de notre étude nous avons participé et organisé des journées de sensibilisation afin d'inciter les élèves à changer leurs comportements par rapport à la gestion des déchets.

IV.1. Participation à une journée d'information et de sensibilisation sur le recyclage et la valorisation des déchets réalisés par l'association Sociale Tagmat Ait Bouadda (ASTA) :

Nous avons participé à cette journée d'information qui a eu lieu le 03 mai 2019 à l'école primaire HANDALA Saâdi d'Ait Bouadda afin de sensibiliser les citoyens de ce village et d'apporter des solutions durables à leur gestion des déchets (annexe 05).

Durant cet événement nous avons présenté notre projet qui porte à créer une aire de tri et de compostage au sein d'un établissement scolaire (Figure 02)



Figure 1: Participation à la journée d'information et de sensibilisation sur le recyclage et la valorisation des déchets à Ait Bouada

Par la suite une session question réponse a été ouverte afin d'éclairer les citoyens présents sur les étapes à suivre pour avancer vers une gestion durable des déchets.

IV.2. Sensibilisation au niveau de l'établissement

IV.2.1 Rencontre avec la directrice

La directrice de l'établissement nous a sollicité afin de faire un projet concernant l'environnement dans son établissement et pour cela nous lui avons proposé avec l'appui de nos enseignants de créer une aire de tri où nous allons mettre en place une plateforme de compostage et des bacs de tri pour pouvoir adopter une gestion durable des déchets. Nous lui avons par la suite expliqué ce qu'étaient le compostage et les différentes étapes à suivre pour avoir un bon compost. La directrice a apprécié le projet et nous a donné son approbation pour la réalisation de notre étude.

IV.2.2 Sensibilisation des élèves en classe

Pour cette étape nous avons ciblé les élèves de 4^{ème} et de 5^{ème} année qui sont les plus âgés ainsi le message sera plus facilement compris et transmis aux parents ainsi que leurs entourages. Et pour cela une présentation Powerpoint a été préparée sur la gestion des DMA (type de déchets, recyclage, compostage...) (annexe 04) afin d'illustrer et d'accompagner notre sensibilisation sur la bonne gestion des déchets (Figure 03).



Figure 2: Sensibilisation des élèves



Figure 3: Prise de parole des élèves

A la fin de la séance de sensibilisation, le débat a été ouvert durant lequel les élèves ont pu poser des questions portant sur la thématique et auxquelles nous avons répondu. Chaque élève a présenté un résumé bref sur ce qu'il a compris et assimilé (Figure 4).

IV.2.3 Sensibilisation des élèves à la cantine

Nous avons organisé une autre journée de sensibilisation au niveau de la cantine où nous sommes passées table par table lors du déjeuner. Nous avons demandé aux élèves de classer (par type) les déchets générés après la consommation des repas et dans quel bac il faut les mettre. Les bacs étaient déposés à l'entrée de la cantine.

Nous avons également sensibilisé le personnel de la cantine afin de séparer les déchets organiques des autres déchets pour qu'on puisse les composter.

IV.2.4 Sensibilisation des parents d'élèves

Nous avons organisé une journée d'information et de sensibilisation sur le recyclage et la valorisation des déchets, pour cela une présentation Powerpoint a été projetée afin de présenter notre projet et de les sensibiliser sur une gestion durable des déchets (Figure05), la présentation est composée de plusieurs diapositives portant sur : (annexe 08)

- Schéma de gestion durable des déchets en Algérie.
- Présentation de quelques villages de la wilaya de Tizi-Ouzou pratiquant une gestion durable de leurs déchets.
- Essai de compostage des déchets organiques générés par le restaurant de l'établissement.

Ensuite un débat a été ouvert durant lequel nous avons répondu aux différentes questions posées par l'assistance. A la fin, nous avons fait visiter aux parents d'élèves le centre de tri-compostage que nous avons réalisé à l'intérieur de l'établissement.



Figure 4: journée d'information et de sensibilisation au tri sélectif des déchets

IV.2.5. Sensibilisation des élèves sur terrain (aire de tri)

Cette sensibilisation est programmée pour les élèves ayant déjà assisté à la projection vidéo. Lors de cette sensibilisation nous avons présenté les différentes étapes pour réaliser le compostage et les différents apports carbonés et paramètres que nous contrôlant lors de cette étude (Figure 06).



Figure 5: Visite et présentation de l'aire de tri aux élèves

V. Essai de valorisation des bio-déchets par compostage

Le plan suivi lors de la valorisation des déchets organiques générés au niveau du restaurant de l'établissement est le suivant :

- Préparation de la plateforme de compostage.
- Récupération des bio-déchets du restaurant de l'établissement.
- Mise en composteurs des bio-déchets et suivi des règles de compostage.
- Evaluation et suivit des paramètres : T°, pH, humidité.
- Test de phytotoxicité.

VI- Création et préparation de la plateforme de compostage (aire de tri/compostage)

Pour qu'on puisse faire un bon et propre travail nous avons opté pour la création d'une mini-aire de tri pour l'établissement afin d'adopter une gestion plus écologique des déchets. Pour cela un espace de 48 m² (16*3) a été mis à notre disposition. Nous l'avons clôturé et nous lui avons réalisé une porte à l'aide d'une palette récupérée pour y accéder. A l'intérieur nous

avons installé 3 bacs pour les différents types de déchets (recyclable, non recyclable et ultime) comme nous pouvons le voir sur la figure 7.

Pour nos essais de compostage, nous avons opté pour des composteurs, d'un mètre cube de dimension (1 m^3) que nous avons réalisé nous-mêmes avec du bois de récupération, des palettes que nous avons récupérées chez les commerçants.



Figure 6: L'aire de tri des déchets.

VII. Récupération des bio-déchets

Les bio-déchets que nous avons récupérés étaient triés préalablement par le personnel du restaurant, il s'agit juste des épluchures des légumes et fruits car le reste des repas le personnel le récupère pour leurs animaux.

Les déchets à composter sont composé de la fraction organique des DMA (déchets azotés), et la fraction carbonée (déchets secs).

VII.1. Fraction organique des DMA (déchets azotés ou humides)

Nous avons pris comme déchets organiques les déchets du restaurant de l'école primaire de près de 250,55 Kg pendant une période d'un mois et une semaine (38 jours). Ces déchets sont collectés chaque jour et nous les avons mis dans les composteurs le même jour la plupart du temps.

Ces déchets sont stockés chaque jour et remis dans les composteurs deux fois par semaine.

VII.1.2. Fraction carbonée

Les fractions carbonées utilisées dans notre travail sont : le grignon d'olives, la sciure de bois et des feuilles mortes.

VII.1.2.1. Feuilles mortes

Nous avons utilisé des feuilles mortes de chêne zéen (*Quercus canariensis*), issus de la forêt de Yakouren.

VII.1.2.2. Grignon d'olive

Les grignons sont les résidus solides issus de la première pression ou centrifugation et sont formés des pulpes et noyaux d'olives (Zein, 2003 in Touati, 2013). Ce déchet peut être valorisé par plusieurs modes de valorisation.

Dans le présent travail nous avons tenté de valoriser le grignon par compostage. Dans ce but, plusieurs sacs ont été récupérés au niveau des huileries d'Azazga, qui avaient l'habitude de traiter ce déchet par évacuation au CET.

VII.1.2.3. Sciure de bois

La sciure de bois c'est l'ensemble des résidus et des copeaux produits par le sciage de bois. La sciure et les copeaux de menuiserie sont très riches en carbone. Cette dernière est récupérée chez une menuiserie dans des sacs.

VIII. Protocole expérimental pour le compostage

Nous avons composté près de 250kg de déchets fermentescibles dans 03 composteurs. Le mélange à composter est constitué de 75% de ces matières azotées et de 25% de matières carbonées (en termes de volume) selon le protocole expérimental suivant :

FM : Composteur contenant des déchets verts (azotés) mélangés avec des feuilles mortes.

SB : Composteur contenant des déchets verts (azotés) mélangés avec de la sciure de bois.

GO : Composteur contenant des déchets verts (azotés) mélangés avec du grignon d'olives.

Les contenus des trois composteurs sont arrosés avec de l'eau et le rajout des déchets se faisait au fur et à mesure.

VIII.1. Mise en place du protocole expérimental

Nous avons répété les étapes qui suivent pendant toute la période de récupération des déchets

VIII.1.1. Récupération et contrôle

Les déchets organiques sont récupérés au niveau du restaurant de l'établissement scolaire soit dans des sacs en plastique ou dans des caisses en plastique. Ils sont parfois stockés temporairement dans l'attente de la mise en composteurs.

Néanmoins nous veillons à les mettre le plus rapidement possible en compostage, en général on les met deux fois par semaine dans les composteurs soit un jour sur deux pour limiter tout risque de nuisance olfactive.

Au moment de la mise en composteurs, nous vidons les caisses sur une planche fine en bois que nous avons récupéré auprès d'un magasin qui était destiné à être jeté et après un contrôle visuel, les produits font l'objet d'un tri manuel pour enlever les petits bouts de matières non composables qui y sont oubliés comme le montrent les deux figures ci-dessous.

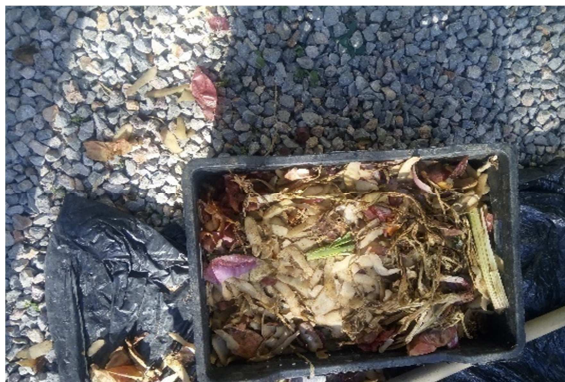


Figure 8: Récupération des bio-déchets.



Figure 7: Déversement des déchets sur une planche fine en bois et contrôlé

VIII.1.2. Broyage et Mélange (homogénéisation) des déchets

Le broyage constitue la première transformation mécanique du compostage (Setom, 2010), il a lieu sur la plateforme de compostage, et son but est double :

- ✓ Mélanger de façon homogène l'ensemble des déchets azotés (épluchures de fruits et légumes, légumes et fruits entiers ...)
- ✓ Découper les gros fragments pour offrir aux micro-organismes aérobies une surface d'échange importante et de faciliter la dégradation des matières.

N'ayant pas de broyeur, nous avons effectué cette étape en découpant manuellement les gros fragments et les fruits et légumes entiers à l'aide de couteaux de cuisine. L'homogénéisation a été faite à l'aide de fourches bêches et de râdeaux de jardin comme l'illustre la figure 10.



Figure 9: Homogénéisation des déchets.

VIII.1.3. la mise en composteurs et brassage puis arrosage si nécessaire

La même quantité de déchets azotés est mise dans les trois composteurs en ajoutant le quart du volume de déchets carbonés (figure 11), avant d'effectuer un brassage à l'aide de fourches bêches pour mélanger les deux fractions de déchets et d'activer le processus du compostage.

Après homogénéisation des deux fractions sèche et humide (figure 12), nous procédons à la vérification du taux d'humidité du compost, et à l'arrosage quand cela s'avère nécessaire.



Figure 10: Ajout de la matière sèche



Figure 11: Mélange des fractions sèches et humides.

VIII.1.4. Fermentation active

Après homogénéisation des déchets, la fermentation active du compost va commencer. Une montée en température est enregistrée, elle est due à l'activité biologique des micro-organismes.

VIII.1.5. Maturation et Retournements

Les retournements ont été effectués comme suit :

- ❖ De la 1^{ère} semaine jusqu'à la 5^{ème} semaine : 1 jour/2
- ❖ À partir de la cinquième semaine jusqu'à la dixième semaine : 1 jour/3.
- ❖ A partir de la dixième semaine jusqu'à la dix-septième semaine : une fois par semaine

Ils ont pour rôle de :

- ❖ Aérer la masse du compost.
- ❖ Faciliter la dégradation en améliorant la qualité du mélange des matières.

Le processus de compostage peut être contrôlé par la maîtrise de l'aération du retournement et de l'arrosage. Ces facteurs doivent être pris en compte simultanément.

En effet la génération de chaleur métabolique, la température, la ventilation et l'humidité sont quatre facteurs interconnectés lors du processus de compostage (Strom, 1985 in FAVERIAL.2016)

Ces éléments font donc l'objet d'un contrôle régulier tout au long du processus de compostage.

VIII.1.6. Criblage

Selon Chernay, 2005. Le criblage est l'étape convertissant le compost mature en un produit commercial exempt d'impuretés. L'utilisateur du compost recherche un produit sain sans impuretés. L'intérêt secondaire du criblage réside dans l'évacuation d'une grande partie des substances étrangères (pierres, résidus métalliques, matières plastiques, etc.) constituant le refus d'affinage.

IX. Suivi des paramètres

Un procédé de compostage optimal correspond à une fermentation réalisée dans les conditions les plus propices au développement de la flore bactérienne (Chernay ,2005).

Dans le cadre de notre étude, nous avons suivi la température, l'humidité et le pH.

IX.1. Mesure de la température

La température est un paramètre clé du compostage, mesurée à raison de deux fois par semaine durant tout le processus de compostage à l'aide d'un thermomètre, qu'on introduit dans le compost comme indiquer dans la figure 13.



Figure 12: Thermomètre à compost.

IX.2. Vérification de l'humidité

L'humidité est un facteur indispensable à la décomposition de la matière organique.

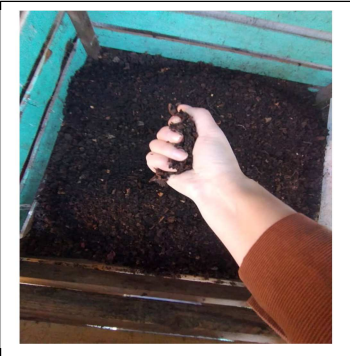
Pour mesurer le taux d'humidité nous avons utilisé un capteur d'humidité. La figure illustre la manière dont nous procédons à la vérification du taux d'humidité. On introduit le capteur dans le compost puis on lit le taux qui s'affiche (Figure 14).



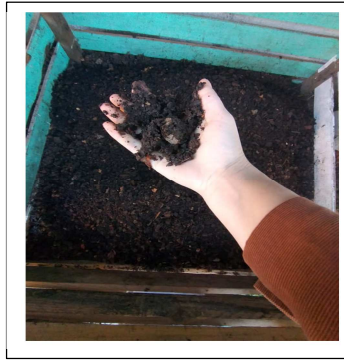
Figure 13: Hygromètre du sol.

Nous avons parfois complété cette vérification par le test de la poignée, on prend un échantillon du substrat dans la main et le presser. A chaque fois que le contenu des composteurs est sec, le compost est arrosé avec de l'eau.

Afin de vérifier l'humidité du compost, prenez une poignée de compost dans la main et pressez-la.



Si un fin filet d'eau s'en échappe, il est trop humide.



Si quelques gouttes perlent entre les doigts et que le matériau ne se disperse pas quand vous ouvrez la main, le compost a une bonne humidité.



Si rien ne coule et que le paquet se défait, il est trop sec.

Figure 14: Le test de la poignée pour la vérification de taux d'humidité.

IX.3.Mesure du pH

Le pH est mesuré deux fois par semaine durant tout le processus à l'aide d'un pH-mètre, qu'on introduit directement dans le compost (Figure 16).



Figure 15: pH mètre.

XI. Test de Phytotoxicité

Les tests de phytotoxicité sont les seuls moyens pour évaluer la toxicité d'un compost dans les sols (De Bertoldi, 1993).

XI.1. Test de germination

Le test de germination a pour but d'analyser la maturité et la stabilité de compost en évaluant la présence ou pas d'un effet de toxicité sur le pouvoir germinatif des cultures. Ce test préconise l'utilisation de graines de cresson alénois (*Lepidium sativum*).

C'est une plante appartenant à la famille des Brassicacés.

Ces graines ont la faculté de germer rapidement (2 à 7 jours) et sont très réactives à la nature du sol (notamment sensible à la pollution).

Pour la réalisation de ce test, nous avons opté pour le protocole suivant (figure 17):

- Culture en 10 alvéoles pour les 03 types de compost et pour le sol (témoin), en conditions contrôlées température, humidité et photopériode.
- Semence de 20 graines de cresson alénois dans chaque alvéole.
- Arrosage à l'aide d'un pulvérisateur durant la période du test (Figure 18).
- Comptage du nombre de plantules émergées.



Figure 17: Test du cresson.

Figure 16: Arrosage drant le test.

XI.2. Test de croissance

1. Test de croissance foliaire

En l'absence de norme concernant spécifiquement les sous-produits organiques, ce test est inspiré de la norme Nf X 31-202 (1982) concernant les substances chimiques solubles dans l'eau. La méthodologie du test est celle définie par la norme avec les modifications inhérentes aux produits testés (compost), pour trois doses d'apport des produits.

❖ Objectif :

Il s'agit d'évaluer les risques d'inhibition de la croissance des parties aériennes des végétaux supérieurs mis en contact avec différentes concentrations du produit testé.

❖ Méthodologie :

- Substrat : Sol standard.
- Plante test : cresson
- Conditions : contrôlées.
- Doses testées : - 1/3 du substrat mis en alvéole (10 répétitions);

-100% du substrat mis en alvéole (10 répétitions) ;

- à comparer à 100 % de sol standard (témoin), (10 répétitions).

- Durée du test : 17 jours.
- Paramètres mesurés: matière fraîche et matière sèche des parties aériennes de la plante.



Figure 18: Test de phytotoxicité.

2. Test de croissance racinaire

En l'absence de norme concernant spécifiquement les sous-produits organiques, ce test est inspiré de la norme ISO 11269-2 concernant les substances chimiques solubles dans l'eau. La

méthodologie du test est celle définie par la norme avec les modifications inhérentes aux produits testés (boues de STEP, compost, ...) pour trois doses d'apport des produits.

- Objectif :

Il s'agit d'évaluer les risques d'inhibition de la croissance racinaire des végétaux supérieurs mis en contact avec différentes concentrations du produit testé.

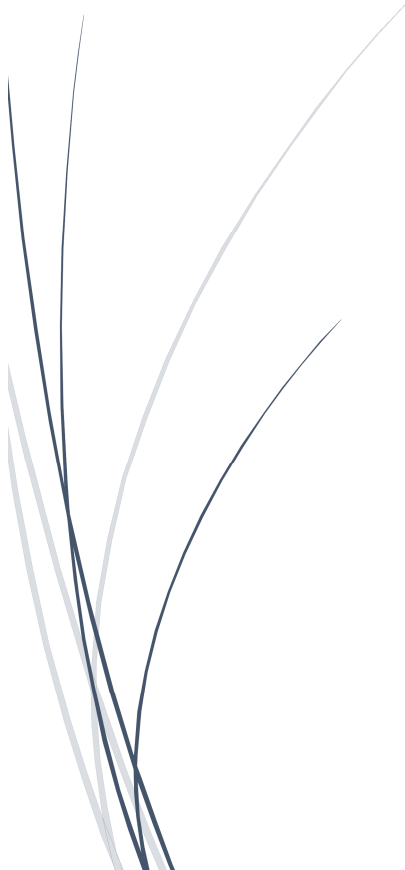
- Méthodologie :

- Substrat : sol standard.
- Plante test : cresson
- Conditions : contrôlées.
- Doses testées: - 1/3 du substrat mis en alvéole (10 répétitions);
-100% du substrat mis en alvéole (10 répétitions) ;
- à comparer à 100 % de sol standard (témoin), (10 répétitions).
- Durée du test : 17 jours.
- Paramètres mesurés : longueur de la plus longue racine et matière sèche racinaire.



Figure 19: Test racinaire.

Résultats et discussion



Chapitre IV : Résultats et discussion

Dans ce chapitre, nous allons présenter et discuter les résultats obtenus durant notre travail.

I. Volet sensibilisation

I.1. Rencontre avec la directrice

A la fin de cette rencontre la directrice nous a donné son approbation et nous avons programmé ensemble les journées de sensibilisation et d'informations sur le tri sélectif et la valorisation des déchets.

I.2. Sensibilisation des élèves en classe

Une séance de sensibilisation est réalisée le 2 octobre 2019, pour les élèves de 5^{ème} année et de 4^{ème} année.

Pendant la session question / réponses nous avons constaté que le message était bien passé de manière explicite compte tenu du nombre de réponses correctes que nous avons reçues.

I.3. Sensibilisation des élèves à la cantine

Le 24 octobre 2019, nous avons accompagné les élèves lors du repas de midi à la cantine.

Un atelier tri de déchets a été mis en place après avoir expliqué aux élèves comment trier les déchets.



Figure 1: Participation des élèves au tri sélectif des déchets.

Nous avons constaté que les élèves ont bien compris le principe du tri sélectif. En effet, après le déjeuner, les élèves ont séparé les déchets générés lors de la prise du repas en deux

fractions : déchets ultimes (pots de yaourt) et déchets organiques (restes des repas) et ont mis chaque type dans les bacs mis à leur disposition. Le pain est mis dans une caisse à part.

I.4. Visite de l'aire de tri des déchets

Pendant cet atelier les élèves étaient réceptifs et attentifs aux explications. En outre, ils se rappeller tous de la sensibilisation que nous avons réalisé auparavant. Puis, nous avons répondu à leurs questions et à ceux des professeurs qui étaient également intéressés par la valorisation des bio-déchets par compostage souhaitons ainsi le réaliser chez eux.

II. Essai de compostage

Les figures 21 et 22 montrent le résultat du processus du compostage au cours de la 1^{ère} semaine et la 27^{ème} semaine au niveau des composts.

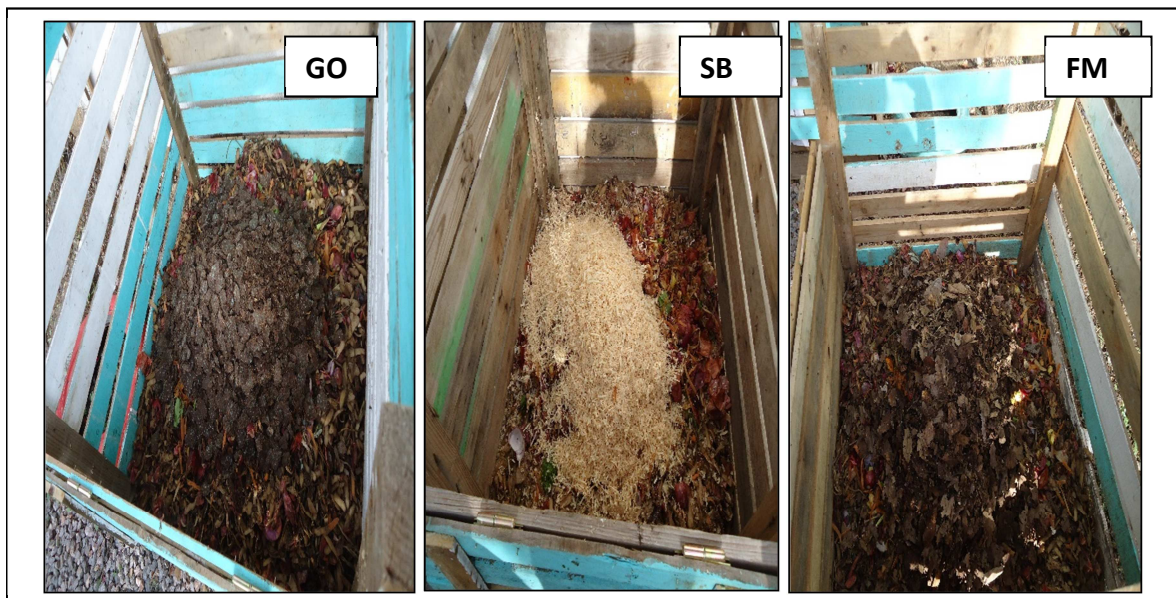


Figure 2: Compost contenant du GO, FM et SB à la phase initiale du processus.

Nous observons que le compost baisse considérablement au niveau de tous les composts au cours des dernières semaines. Cette dégradation selon Mustin et al., 2005 est due à l'envahissement des matières premières par les micro-organismes, durant la phase initiale du compostage.

Ces micro-organismes dégradent les molécules simples (sucre simple, acides aminés, alcoolsEtc.).

A la fin de processus la quantité des déchets compostés obtenue devient plus petite.

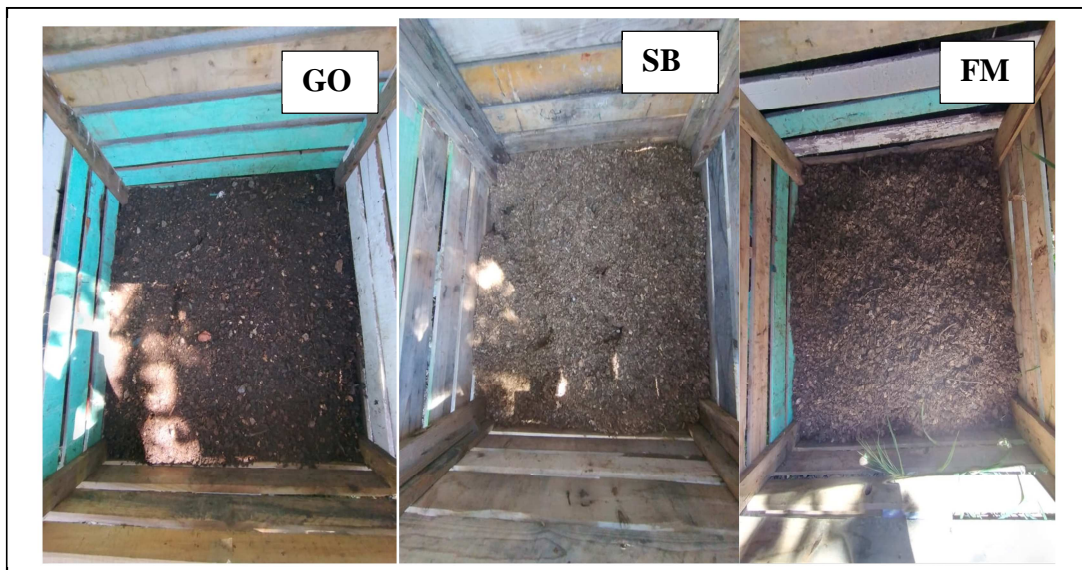


Figure 3: Compost contenant du GO, SB et FM à la phase finale du processus.

Ensuite nous avons tamisé le compost (Figure 23), et nous avons obtenu après le tamisage des résidus non dégradés (figure24) lors du processus comme (les os, les coquilles d'œufs, la sciure épaisse,..), ces derniers devraient être broyés pour mieux faciliter leur décomposition.

La couleur du compost s'est également assombrie à la fin du processus et est devenue souple au toucher surtout après le tamisage.



Figure 4: Echantillon de compost tamisé issu du GO.



Figure 5: Les restes du compost après tamisage.

III. Evolution des paramètres du compostage

Durant tout le processus de compostage nous avons suivi trois (03) paramètres : la température, le pH, et le taux d'humidité.

III.1. Evolution de la température

Les résultats des températures des différents substrats (annexe 01) sont présentés dans la figure 25.

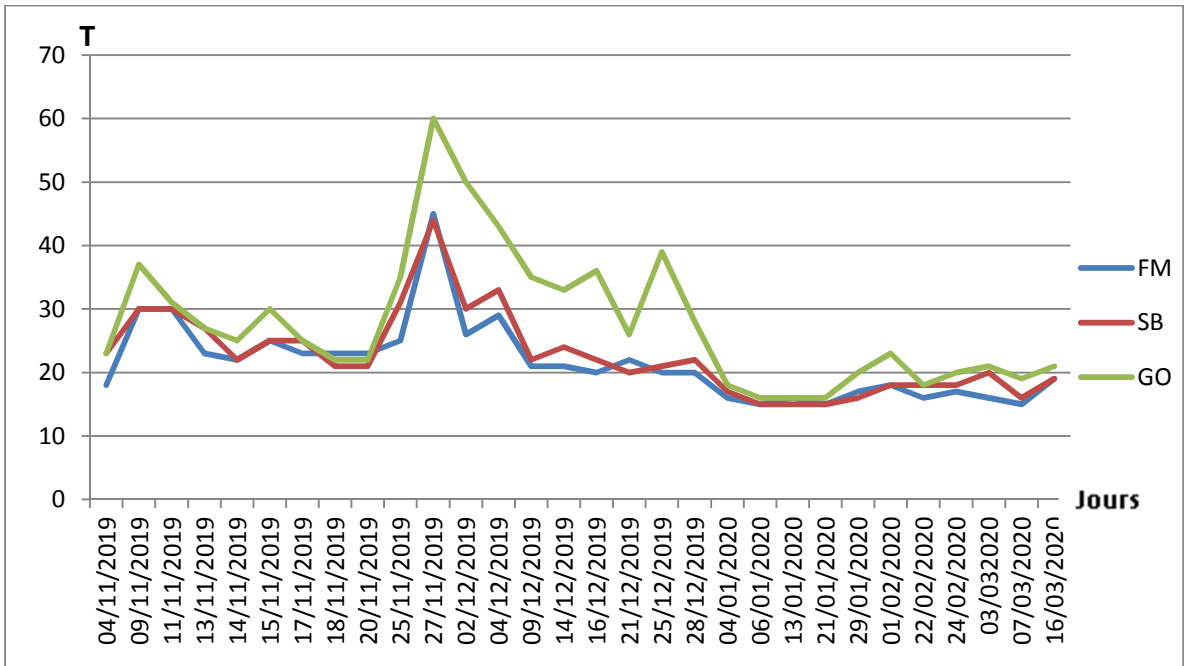


Figure 6: Evolution des températures journalières des différents substrats durant tout le processus de compostage.

A partir de cette illustration nous constatant une variation de température qui varie entre 23°C et 60°C. 60 °C est la température maximale obtenue durant le processus de compostage.

Les trois courbes suivent à peu près la même allure avec quelques écarts assez visibles.

Le 5^{ème} jour du processus du compostage nous observons un premier pic de température atteint 38 °C pour le substrat GO, supérieur à celles de FM et SB (30°C respectivement). Ce qui peut s'expliquer par la richesse du traitement en carbone (Znaidi, 2002) et donc le début de l'activité microbienne dans la phase mésophile.

Puis, les températures subissent des fluctuations jusqu'au moment où les substrats enregistrent un nouveau pic.

Le substrat contenant du GO enregistre encore un pic au bout de 20 jours de compostage atteignent cette fois-ci 60°C ce qui correspond à la température la plus élevée enregistrée durant tout le processus de compostage. Néanmoins, les substrats FM et SB enregistre eux aussi un pic arrivant à 45°C, nous constatons ainsi un écart de 15°C.

Comme le suggère Stentiford (1996) les températures supérieures à 55°C maximisent l'hygiénisation, de 45°C à 55°C maximisent le taux de dégradation, et de 35°C à 40°C maximisent la diversité microbiologique.

Cette montée en température coïncide avec la phase thermophile, cette montée est très nécessaire pour la destruction des graines, de mauvaises herbes et des agents pathogènes dans le compost (Dinesh, 2014 in Bourbia, 2016).

Selon FRANCOU(2003), au cours du compostage, la phase thermophile est suivie d'une diminution de la température due au ralentissement de l'activité microbienne. Ce ralentissement est lié à la stabilisation de la matière organique qui peut être définie comme l'augmentation de la résistance à la biodégradation de la matière organique : plus la matière organique est stable, plus l'activité microbienne est faible.

A la phase thermophile, succède la phase de refroidissement caractérisée par la baisse de la température. Cette dernière s'approche de la température ambiante.

La baisse de la température durant la phase de refroidissement serait due à l'arrêt de l'activité microbienne

Nous pouvons conclure que le processus de compostage a été plus actif au niveau du GO. Chelah et Dehissi ont également constaté un meilleur résultat sur le substrat contenant du GO.

III.2. Evolution de l'humidité

La figure 26 nous montre que le taux d'humidité a augmenté très rapidement jusqu'à atteindre 80% pour GO et 70% pour les FM et SB les premiers jours ces valeurs favorisent le développement des bactéries (annexe 03).

Le taux d'humidité est resté supérieur à 50% durant les quatre premières semaines ce qui est peut-être dû à la composition des déchets mis à composter qui contiennent beaucoup de fruits et légumes à forte teneur en eau (notamment les oranges).

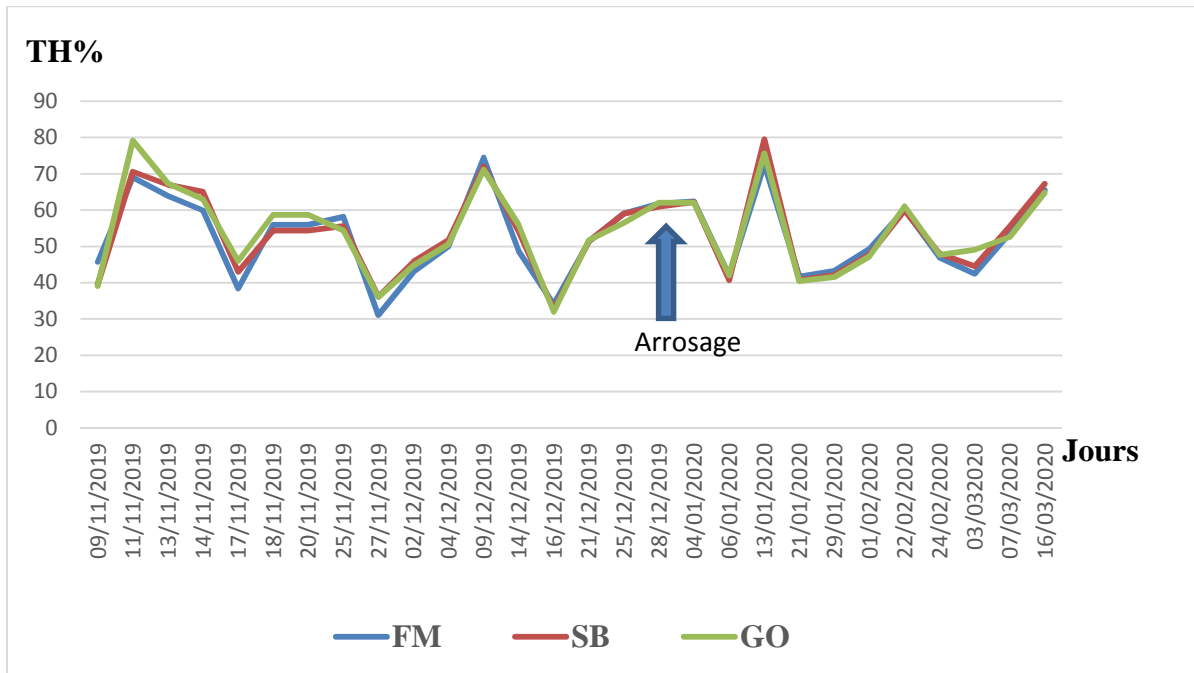


Figure 7: Evolution du taux d'humidité durant la période d'essai au niveau de tous les substrats.

Cette montée en humidité concorde avec la phase thermophile qui est caractérisée par la production d'eau par des réactions de biodégradation de la matière organique. Une même constatation a été faite par Chelah et Dehissi.

A partir de la huitième semaine nous observons une diminution jusqu'à atteindre 34%.

Selon FRANCOU, (2003), les faibles teneurs en humidité sont dues à l'évaporation de l'eau provoquée par le dégagement d'une partie de l'énergie calorifique.

Si le compost est trop sec, il se décomposera très lentement. Il est donc nécessaire d'ajouter un peu d'eau au compost pour aider à accélérer le processus (CUMMINGS, 2014 in Bourbia 2016).

Nous avons suivi l'humidité du compost en utilisant un hygromètre et le test de poignée. A chaque fois que le contenu des composteurs est sec, le compost est arrosé avec de l'eau.

La teneur en eau d'un compost varie selon le substrat utilisé. En moyenne cette teneur doit se situer entre 50-60% (Gajalakslni&Abbasi, 2008 in Faverial, 2016).

Les retournements ont également joué un rôle dans la baisse du taux d'humidité, ils ont été effectués à raison d'un jour sur trois à partir de la neuvième semaine.

III.3. Evolution du pH

Les résultats de l'évolution du pH au cours du processus de compostage (annexe 02) sont présentés dans la figure 27.



Figure 8: Evolution du pH durant tout le processus de compostage au niveau de tous les substrats.

Nous pouvons constater que les courbes suivent pratiquement la même allure.

Les valeurs du pH varient entre 6 et 6.5 les cinq premières semaines. Entre la sixième et la huitième semaine, les valeurs du pH s'approchent de la neutralité (pH ≈ 7).

A partir de la neuvième semaine nous observons des fluctuations variant entre 7 et 7.5 et à la douzième semaine, le pH du substrat GO a atteint sa valeur maximale (pH=8).

Le pH augmente au cours des étapes de refroidissement et de maturation (DINESH ,2014 in Bourbia ,2016).

Selon Mustin (1987), un pH basique favorise le développement des actinomycètes et des bactéries alcalines, et la baisse de pH peut s'expliquer par la production d'acides organiques suite à la dégradation des glucides, lipides et d'autres substances, et aussi à la production du CO₂ lors de la dégradation aérobie qui a contribué à l'acidification du milieu par sa dissolution dans l'eau et production d'acide carbonique.

Selon, Avnimelech et *al.*, (1996) les pH acides caractérisent des compostes instables donc immatures tandis que les compostes mûres sont caractérisés par des pH compris entre 7 et 9.

Vers la fin du processus du compostage nous avons relevé un pH variant entre 7.5 et 8 pour le GO tandis que pour les substrats SB et FM il s'est stabilisé à 7.5. Par conséquent, notre compost est mûr et prêt à être utilisé.

IV. Test de phytotoxicité

IV.1. Test de germination

Les résultats du test de germination avec la culture du cresson alénois (*Lepidium sativum*), sont présentés dans le tableau 03.

Tableau 1: Nombre de graines sur 10 répétitions 7 jours après la semence.

	Substrats	Nombre de graine germées
Sol témoin	Sol	200
Compost seul	GO	189
	FM	200
	SB	194
1/3 compost + 2/3 sol	GO	194
	FM	200
	SB	200

Le tableau nous montre que sur les 20 graines semées sur les 10 répétitions ce qui fait 200 graines pour chaque type.

200 ont germé au niveau du substrat témoin (sol+eau).

Cependant, au niveau du substrat GO seulement 189 et le SB et le substrat avec 1/3 GO on a eu 194 graines germées et pour le substrat FM nous avons obtenu un résultat de 200/200 graines germées.

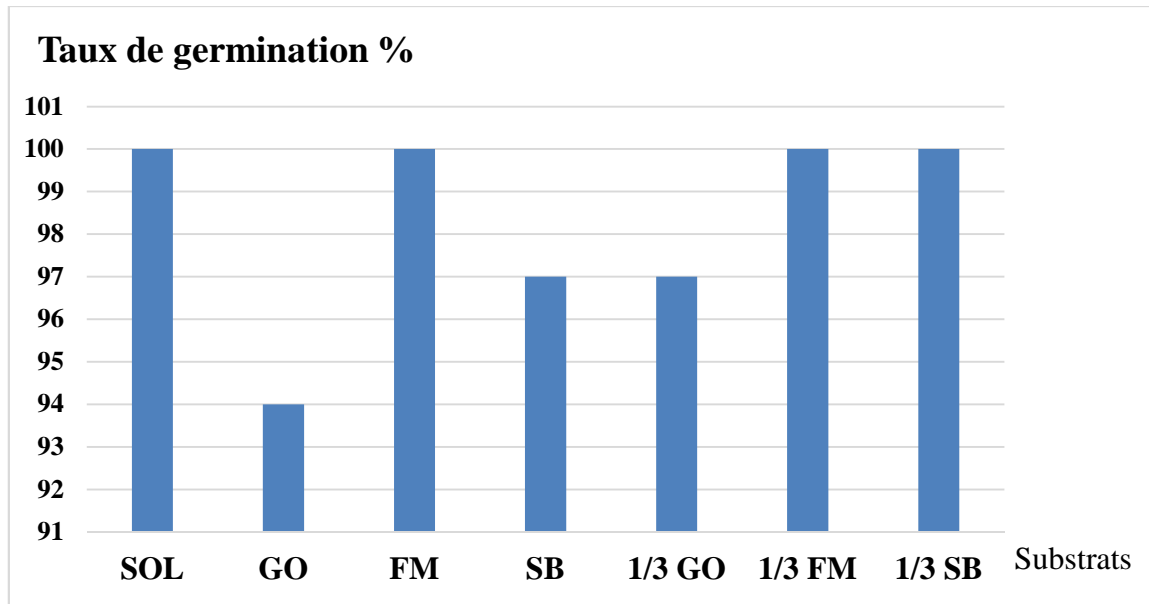


Figure 9: Taux de germination des graines du cresson pour tous les substrats au septième jour.

La figure 29 un taux de germination allant de 100% pour le substrat témoin (sol+eau) ainsi que les substrats : FM, 1/3 FM et 1/3 SB tandis qu'on a eu un pourcentage de 94% pour GO.

Pour la SB et le substrat avec 1/3 GO est de 97%, ce qui nous permet de dire que le taux de germination est assez satisfaisant pour tous les types du substrat utilisées.

Le taux de germination se varier par rapport aux : types du graines et la dose.

Et ces différences des taux de germination sont liés soit à la fiabilité des graines, au aussi au mélange du compost avec le sol ce qui a permet du stabiliser les substrats

Selon Bertoldi et al. (1983). Les tests de phytotoxicité sont les seuls moyens pour évaluer la toxicité d'un compost.

D'après Tang et el. (2006), l'effet phytotoxique du compost immature est dû à l'émission d'ammoniaque. En effet, les composts mûrs ne doivent pas présenter de substance empêchant la germination des graines et la croissance des plantes (Jimenez et Garcia, 1989).

A la lumière de ces résultats et selon Zucco, 1981 in Zine, 2019; les taux de germination des composts obtenus qui sont supérieurs à 50% confirme leur maturité. Suite à nos

résultats obtenus de la germination qui sont supérieurs à 90% on conclut que notre compost est mûr et non toxique.

Pour plus de précision, nous avons choisi de compléter le test de germination par des tests de croissance foliaire et radiculaire.

IV.2. Test de croissance

1. Test de croissance foliaire

Les résultats de la croissance foliaire sont présentés dans la figure 30.

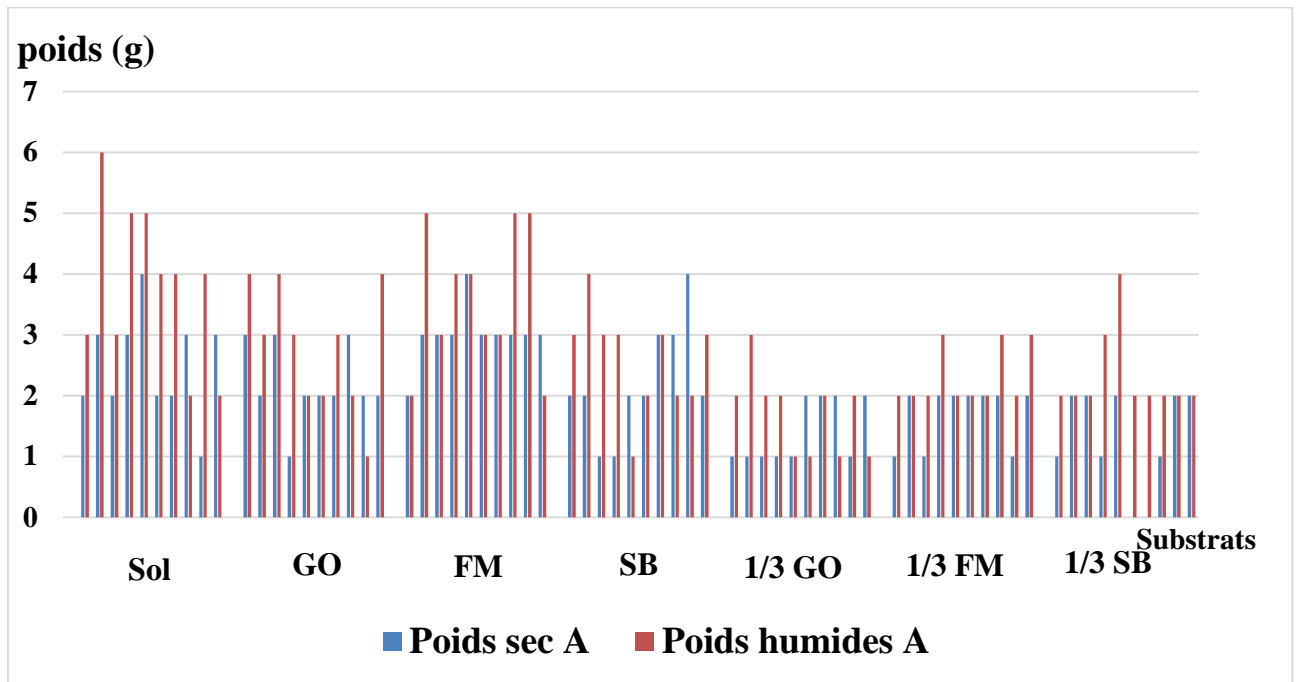


Figure 10: Poids sec et humide des parties aériennes des plantes pesé au 7^{ème} jour après la semence.

Les résultats obtenus sont illustrés dans la figure 30, représentent le poids sec et humide des parties aériennes de la plante au 7^{ème} jour après la semence.

Comparativement au témoin (sol) on remarque que les résultats obtenus avec les FM suivent la même allure que le témoin avec un poids max de 6g pour le sol et une stabilité au 4g concernant les poids humides et 2 g pour les poids secs.

A partir de ces résultats nous constatons que la production végétale en poids humide est bien plus élevée au niveau des deux substances (sol témoin et FM) contrairement au poids

obtenu par les SB et GO. Au niveau de ces derniers substrats nous avons une production végétale qui n'a pas dépassé les 4g pour le poids humide et 1g comme mesure minimum pour le poids sec.

Concernant les substrats avec 1/3 du compost nous avons eu de faible poids qui ne dépasse pas 2g malgré les quelques répétitions qui sont dépassées les 4g pour la SB et 3g pour le GO et les FM.

Pour finir, de manière générale, les résultats obtenus avec le sol témoin et le compost avec les FM sont les meilleurs que ceux obtenus par le compost avec SB, GO et les substrats avec 1/3 du compost (GO, FM et SB).

2. Test de croissance racinaire

Les résultats sont présentés dans la figure 31 :

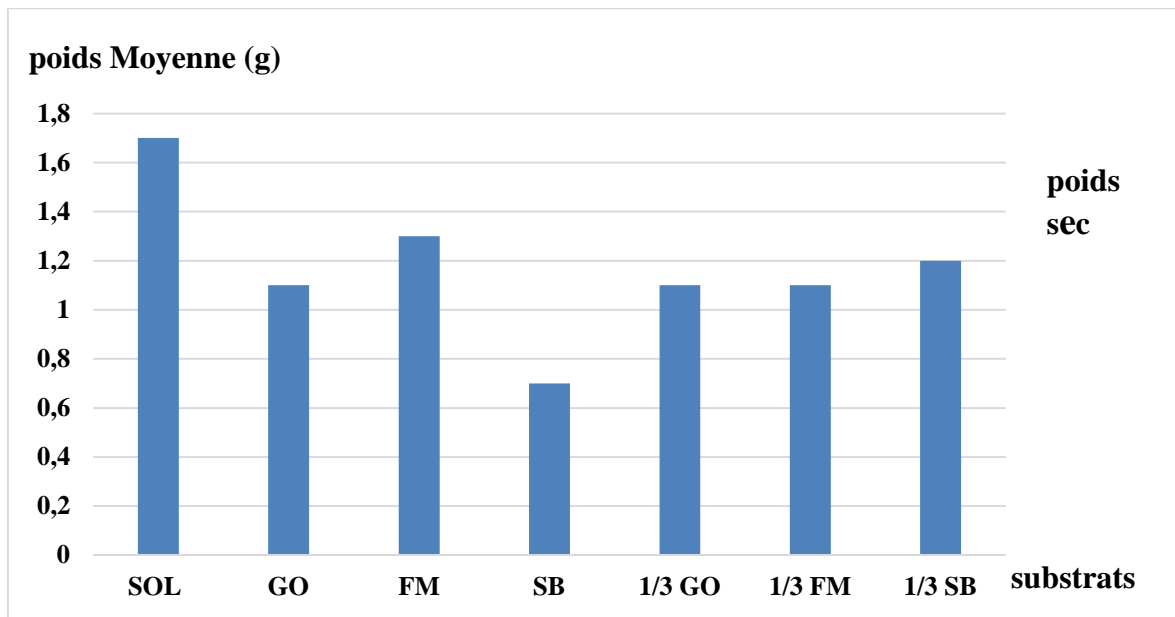


Figure 11: Moyenne des poids racinaires secs obtenus pour les différentes répétitions de chaque type de substrat.

Les résultats obtenus sont illustrés dans la figure 31, qui nous montrent que le substrat témoin (sol+eau) représente le meilleur poids racinaire avec une moyenne de 1,7g. Suivi par le substrat FM avec une moyenne de 1,3g et le substrat SB avec 1,2g.

Pour les substrats (GO, 1/3GO et 1/3FM) nous avons eu une moyenne stable qui de 1,1g, comme ces derniers nous montrent des moyennes très proches on peut dire que ce sont les

meilleurs contrairement au substrat SB qui représente la faible moyenne des poids racinaires avec 0,7g ce qui fait un écart de 1g par rapport au sol témoins.

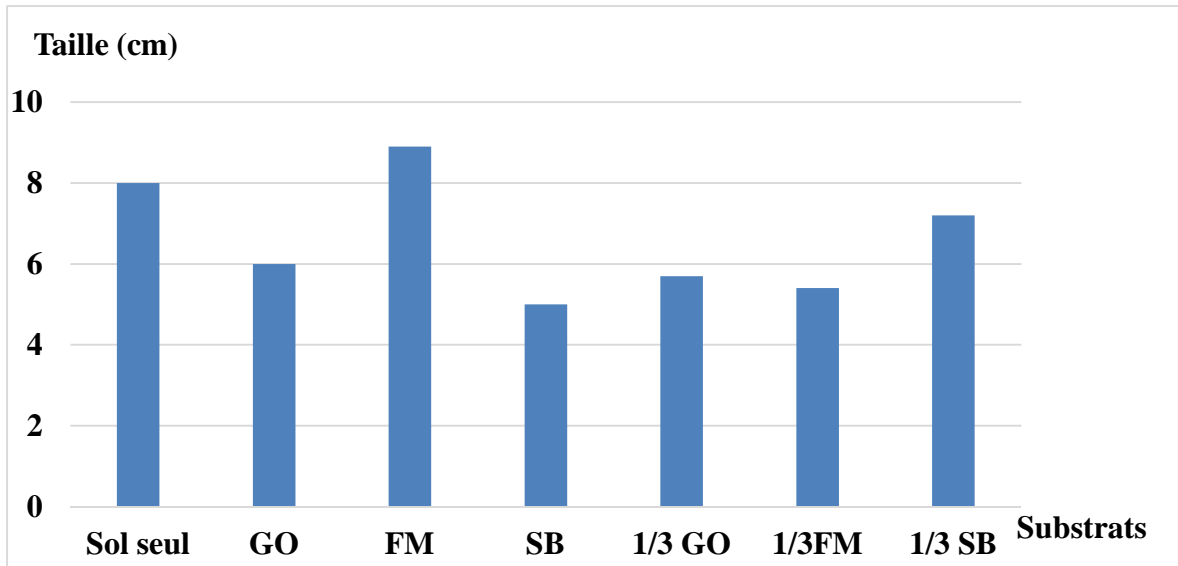


Figure 12: Taille des plus longues racinaires obtenues pour chaque substrat.

La figure 32 nous montre que les racines les plus longues ont été développées au niveau du substrat FM avec une longueur de 8,9 cm. Le sol (témoin) avec une longueur de 8 cm et au niveau du substrat avec 1/3 SB avec 7,4 cm.

Quant à la longueur racinaire la plus faible, elle a été mesurée au niveau du substrat SB qui est 5 cm. Cela explique le faible poids racinaire obtenus à la mesure des moyens des poids secs des racines (figure 31), ces résultats nous montrent aussi que la partie racinaire est mieux développée au niveau du compost avec les FM.

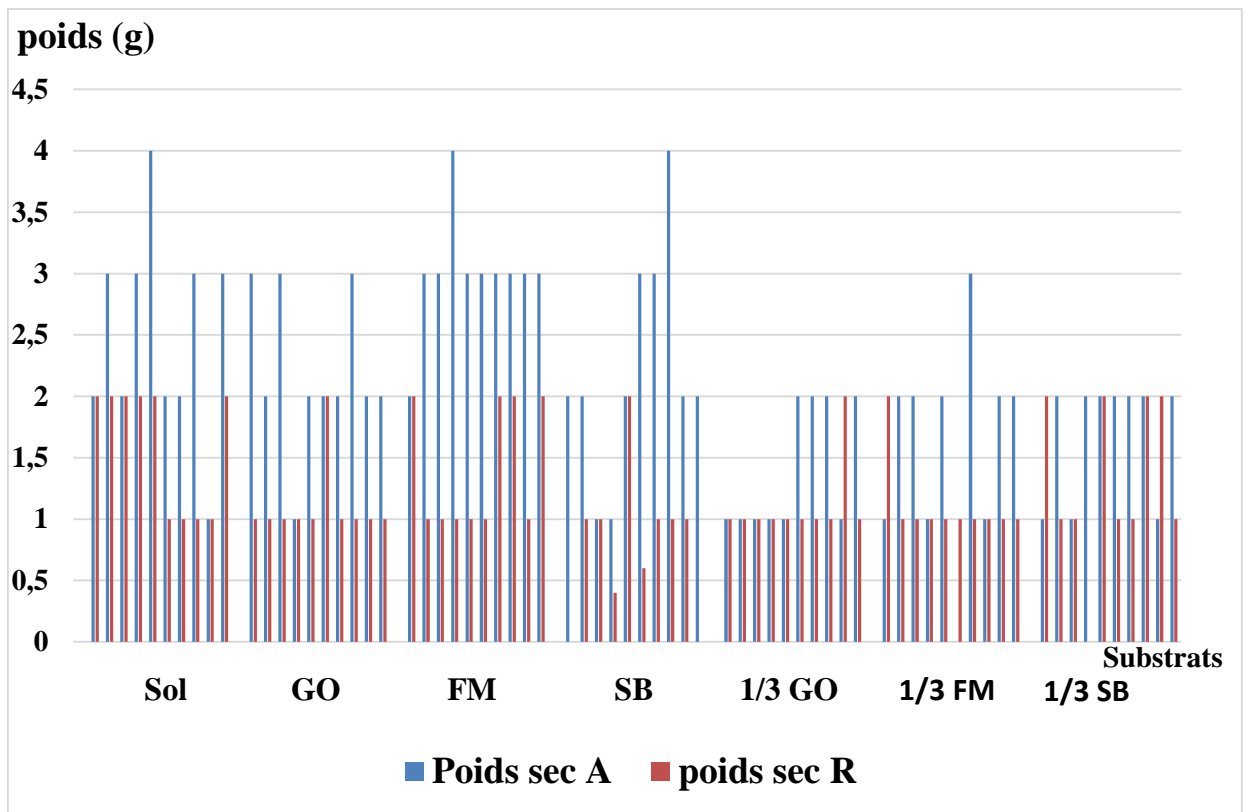


Figure 13: Poids secs des parties aériennes et racinaires.

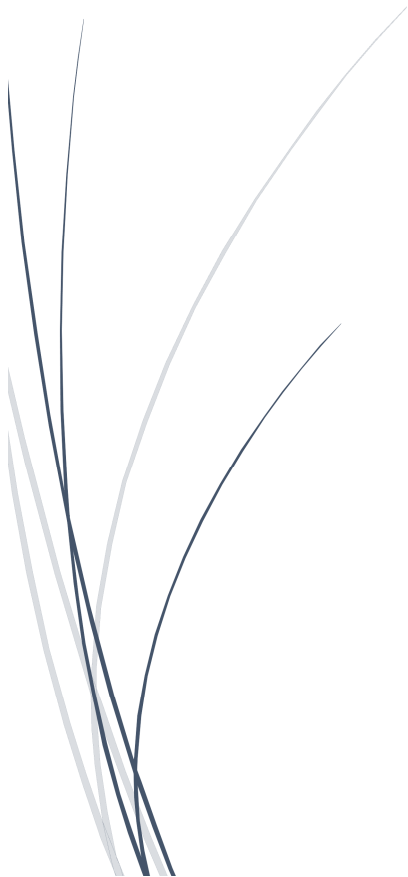
La figure 33 montre que les poids des parties aériennes est toujours plus supérieur par rapport au poids des parties racinaires

A partir de la figure on constate aussi que dans certaines répétitions nous avons eu une grande élévation des poids des parties aériennes ce qui est le cas pour le sol témoins, les substrats avec FM et SB et le substrat avec 1/3 FM, contrairement aux poids racinaires qui ne dépasse pas 1g où nous avons enregistré le faible poids racinaires au niveau du substrat avec la SB.

Pour certains substrats il y a une certaine égalité des poids des parties racinaires et les poids des parties aériennes.

Ces différences des poids sont du à la différence entre le développement des parties aériennes qui sont beaucoup plus développer par rapport aux développemnt des parties racinaires qui est faible.

Conclusion



Conclusion et perspectives

Les établissements scolaires sont sources de production d'une quantité importante de déchets, pour cela notre étude est portée sur la proposition et la mise en place d'une gestion des déchets durable par l'application du tri et la valorisation des bio-déchets en les traitants par compostage.

Les sensibilisations faites avec les élèves qui peuvent servir de catalyseur pour diffuser l'information à leur entourage notamment les parents, étaient l'action la plus simple car les élèves étaient attentifs et heureux de participer, et changer leur habitude afin de préserver l'environnement.

Nous avons réalisé un essai de valorisation des bio-déchets par compostage afin de montrer aux différents acteurs de l'établissement scolaire les avantages et l'intérêt de ce traitement (c'est un traitement facile à réaliser, plus écologique et permet d'éliminer la majeure partie des déchets générés par l'école).

Durant notre essai de compostage nous avons suivi des paramètres physico-chimiques (pH, T et H) et biologiques (test de phytotoxicité) afin d'avoir une étude complète et globale sur le sujet du compostage.

Ce suivi nous a révélé que :

- ❖ La T suit la même allure pour tous les composts avec un petit écart par rapport au type de la matière carbonée ajoutée, la température enregistrée a été d'une moyenne de 23° au début du processus. Elle a augmenté jusqu'à atteindre son pic de 60° pour le GO et de 45° pour la SB et FM durant la phase thermophile. Après cette phase elle a commencé à diminuer, cela est dû à l'absence d'une activité microbienne, et à la maturité du compost.
- ❖ Le pH est situé entre 6 et 6,5 au début du processus et a augmenté au fur et à mesure jusqu'à atteindre 8 pour le GO et 7,5 pour les FM et SB ce qui indique la maturité du compost.
- ❖ L'Humidité est un paramètre très sensible pour le compost puisqu'il doit être entre 50 et 60%. Au début on a eu des mesures qui ont atteint les 80% pour le GO et 70% pour les FM et SB. Ce qui montre qu'on est en phase mésophile où les bactéries sont en pleine activité. Cette humidité est due à l'ajout des déchets organiques.

A la fin du processus la tenue en humidité est assurée par l'arrosage avec de l'eau en tenant toujours compte de l'intervalle de 50 à 60% afin d'assurer une bonne activité ce qui nous a permis d'avoir un compost mur au bout de la 26^{ème} semaine.

Les tests de phytotoxicité nous ont permis de vérifier la stabilité et la maturité des composts notamment le test de germination, le test de croissance foliaire et un test de croissance racinaire. Les résultats obtenus sont assez satisfaisants. On conclut donc que notre compost est mûr et de bonne qualité.

Le meilleur résultat que nous avons obtenu est au niveau du substrat FM avec un taux de germination de 100% pour le test réalisé avec le substrat FM seul ainsi qu'au niveau de l'essai avec les FM et le sol.

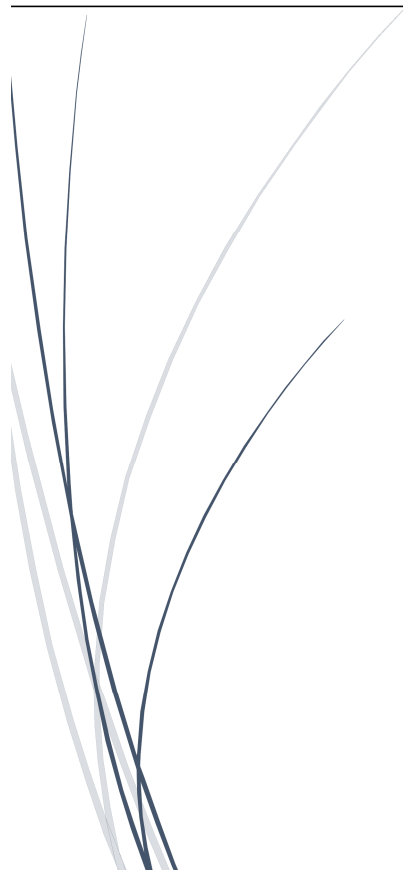
Enfin, on souligne l'importance de renforcer la formation dans le domaine environnemental au niveau des établissements scolaires, en vue d'ancrer la culture environnementale aux générations futures, leur permettant de contribuer à la protection de l'environnement.

Perspectives

Ce modeste travail est réalisé au niveau d'un établissement scolaire dans le cadre d'un projet d'école témoin. Afin d'élargir et de compléter notre étude nous recommandant de :

- Perpétuer les journées de sensibilisation et d'information sur la valorisation des déchets.
- D'organiser des journées zéro déchet qu'on pourra répéter plusieurs fois durant l'année scolaire.
- Installer des panneaux et des affiches sur la prévention ou les éco-gestes au sein de l'école.
- Proposer des challenges au sein de l'établissement sous forme de projet à réaliser avec des thèmes différents attribués à chaque classe afin de sensibiliser et inciter à réduire les déchets.
- Inciter les entreprises de valorisation à s'associer aux écoles afin de récupérer les déchets valorisables.
- Organiser des ateliers de recyclages afin de donner une seconde vie aux produits que les enfants utilisent.
- Faire participer les élèves, par exemple planifier des ateliers de jardinage afin d'utiliser le compost obtenu.
- Généraliser l'installation des plateformes de tri sélectif et de valorisation des déchets

Références bibliographiques



- Addou A., 2009.** Traitement des déchets, valorisation, élimination. Ed ellipses.284p.
- Ademe (Agence de l'environnement et de la maîtrise d'énergie),**Le compostage.
- Agence National des Déchets, 2014.**Caractérisation des déchets ménagers et assimilés dans les zones nord, semi-aride et aride d'Algérie. 28p.
- Avnimelech Y., Bruner M., Itai E., Roy S., Malka K., 1996.** Stability Indexes For Municipal Solid Waste Compost. 8p.
- Balet J., 2005.** Gestion des déchets. Aide-mémoire. Paris : Lavoisier.
- Bourbia F., 2016.** Evaluation de la maturité du compost des grignons d'olives. Mémoire de master en biologie. Université M. Mammeri de Tizi-Ouzou. 77p.
- Babaami A., 2014.**Caractérisation de la biomasse microbienne développée dans un compost issue des déchets du palmier dattier. Mémoire de master en science agronomique de l'université Kasdi Merbah, Ouargla. 61p.
- Bertoldi, G. Vallini, A.** Technological aspects of composting including modelling and microbiology. 18p.
- Bennama T., 2016.**Les bases de traitement des déchets solides. 85p.
- BELAÏB A., 2012.** Etude de la gestion et de la valorisation par compostage des déchets organiques générés par le restaurant universitaire Aicha Oum Elmoumine (Wilaya de constantine).
- BOURBIA Ferhat, 2016.** Evaluation de la maturité du compost des grignons d'olives.
- Celier 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.
- Chaouchi,2000.** Les modalités technique potentiel de traitement : les internationales. Séminaire international sur la gestion intégrée des déchets solides. Alger 2000. Pp 141-150.
- Charnay F., 2005.** Compostage des déchets urbains dans les Pays en Développement : élaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost. Thèse de Doctorat, Université de Limoges. 277p.
- Chelah S., Dihissi S., 2018.** Essai de compostage et formation théorique et pratique de personnes en situation de handicap mental à la technique. Mémoire de master en biologie. Université M. Mammeri de Tizi-Ouzou. 151p
- Damien A., 2006.** Guide du traitement des déchets 5^{ème} Ed. Dunod, Paris 438p.

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, 70 p.

Faverial J., 2016. Compostage et vermicompostage des effluents d'élevage. Thèse de doctorante en Sciences agronomiques, L'université des Antilles. 163p.

Francou C., 2003. Stabilisation de la matière organique au court du compostage de déchets urbains : Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage : Recherche d'indicateurs pertinents. Thèse de doctorat. Institut national d'agronomie Paris. 290p.

J. Kimpinski, C. E. Gallant, R. Henry, J. A. Macleod, J. B. Sanderson, and A. V. Sturz., 2003. Effect of Compost and Manure Soil Amendments on Nematodes and on Yields of Potato and Barley: A 7-Year Study. 6p.

Jacques Fuchs, Gilles Weidmann (FiBL) ,2018 . Déterminer la qualité du compost à l'aide de tests de cresson »

Journal officiel de la république Algérienne n°06. 2009. Décret N°09-19 du 20 janvier 2009, Portant réglementation de l'activité de collecte des déchets spéciaux. P8.

Journal officiel de la république Algérienne n°10. 2002. Loi n° 02 – 02 du 05 février 2002 relative à la protection et la valorisation du littoral. Pp 18-22.

Journal officiel de la république Algérienne n°22. 2002. Décret exécutif N° 02-175 du 20 mai 2002, portant création de l'agence nationale du déchet. Pp10.

Journal officiel de la république Algérienne n°27. 2005. Décret N°05-119 du 11 avril 2005, Relatif à la gestion des déchets radioactifs. Pp 26-29.

Journal officiel de la république Algérienne n°35. 2006. Décret présidentiel 06-170 ratifiant la convention de Bâle. P3.

Journal officiel de la république Algérienne n°37. 2002. Décret exécutif N° 02-262 du 17 août 2002, Portant création d'un Centre National des Technologies de Production plus Propre (CNTPP). Pp 6-8.

Journal officiel de la république Algérienne n°43. 2003. Loi n° 03 – 10 du 19 juillet 2003, relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable. P6-19.

Journal officiel de la république Algérienne n°43. 2007. Décret exécutif N°07-205 du

30/06/2007, Fixant les modalités et procédures d'élaboration, de publication et de révision duschéma communal de gestion des déchets ménagers et Assimilés. 24 p.

Journal officiel de la république Algérienne n°46. 2004. Décret exécutif n° 04-199 du 19/07/2004, Fixant les modalités de création ; d'organisation, de fonctionnement et de financement du système public de traitement et de valorisation des déchets. Pp 8-10.

Journal officiel de la république Algérienne n°47. 2004. Décret exécutif n°04-210 du 28 juillet 2004, définissant les modalités de détermination de caractéristiques des emballages destinés à contenir directement des produits alimentaires ou des objets destinés à être manipulés. P 8.

Journal officiel de la république Algérienne n°56. 2002. Décret exécutif N° 02- 263 du 17août 2002, Portant création d'un Centre National des Formations à l'Environnement (CNFE).Pp 4-8.

Journal officiel de la république Algérienne n°62. 2005. Décret exécutif N°05-315 du 10septembre 2005, Fixant les modalités de déclaration de déchets spéciaux dangereux. Pp 5-7.

Journal officiel de la république Algérienne n°62. 2005. Décret N°05-314 du 10 septembre2005, Portant modalités d'agrément des groupements des générateurs et/ou détenteurs dedéchets spéciaux. P4.

Journal officiel de la république Algérienne n°74. 2002. Décret exécutif n°02-372 du 11 novembre 2002, relatif aux déchets d'emballage. Pp 9-11.

Journal officiel de la République Algérienne n°77 du 15 décembre 2001, p8-15 loi n°01-19 du 27 ramadhan 1422 correspondant au 12 décembre 2001, relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.

Journal officiel de la république Algérienne n°77. 2001. Décret exécutif N° 02-115 du 3 avril 2002, Portant création l'observatoire National de l'Environnement et du DéveloppementDurable. Pp 7-15.

Journal officiel de la république Algérienne n°77. 2001. Loi n° 01 -19 du 12 décembre 2001, relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets. Pp 7-15.

Journal officiel de la république Algérienne n°78. 2003. Décret N°03-477 du 9 décembre2003, Fixant les modalités et les procédures d'élaboration, de publication et de révision duplan national de gestion des déchets spéciaux. P4.

Journal officiel de la république Algérienne n°78. 2003. Décret exécutif N°03-478 du 9 décembre 2003, Définissant les modalités de gestion des déchets d'activités de soins. Pp4-7.

Journal officiel de la république Algérienne n°81. 2004. Décret exécutif n° 04-410 du14/12/2004, Fixant les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations

detraitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau de ces Installations d'emballages « ECO-JEM ». P5.

Merniz N., Rebbas K., Bounar R., Mansouri R., Mammeri N., 2018. Gestion des déchets ménagers de la ville de M'sila (Algérie).

Molletta R., 2009. Le traitement des déchets. Edition Tec et Doc. 685p.

SETOM, 2009. Le compostage des déchets verts au SETOM, dossier technique. 8p.

Stentiford. 1996. Composting Control: Principles and Practice. Ed Springer link

Turlant T., 2013. Les déchets collecte- traitement-tri- recyclage. Paris, Dunod. 212p.

Touati L., 2013. Valorisation des grignons d'olive Etude de cas : Essai de valorisation en Biocarburant. 96p.

Yesfsah F, 2017. Contribution au traitement des déchets ménagers par le compostage.

Znaidi I., 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. Thèse de master. Institut méditerranéen d'agronomie de Bari. Tunisie. 104p.

Zine A, 2019. Evaluation de qualité du compost d'un mélange fiente de pigeon et papier âgé de 18 mois. Biskra. 45p.

Page web:

<https://wiki.aurea.eu/index.php/Cresson>

https://compostcitoyen-auvergne-rhonealpes.org/compostage/articles/on-a-teste-qlle-test-du-cressonq_64

www.infocompost.com

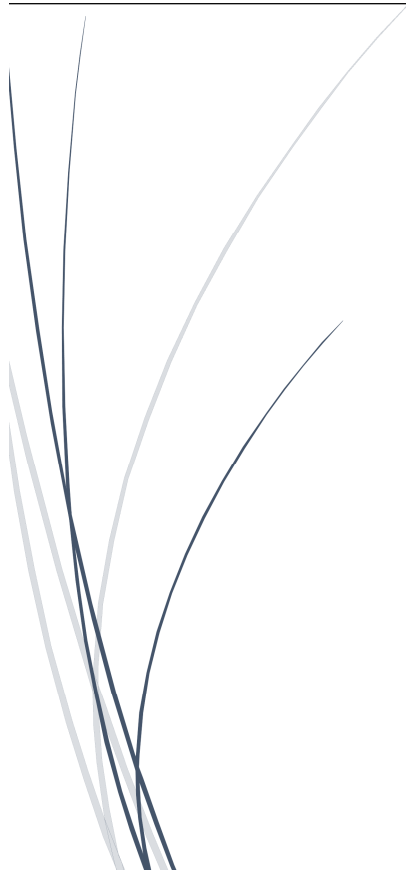
www.ummtto.dz/recherch/

www.sadef.fr

Note du cours :

Metna.F, note de cours, Gestion des déchets et éco-conceptions.

Annexes



Annexe 01 Tableau des mesures des températures durant tout le processus du compostage

Date	Températures		
	FM	SB	GO
04/11/2019	18	23	23
09/11/2019	30	30	37
11/11/2019	30	30	31
13/11/2019	23	27	27
14/11/2019	22	22	25
15/11/2019	25	25	30
17/11/2019	23	25	25
18/11/2019	23	21	22
20/11/2019	23	21	22
25/11/2019	25	31	35
27/11/2019	45	44	60
02/12/2019	26	30	50
04/12/2019	29	33	43
09/12/2019	21	22	35
14/12/2019	21	24	33
16/12/2019	20	22	36
21/12/2019	22	20	26
25/12/2019	20	21	39
28/12/2019	20	22	28
04/01/2020	16	17	18
06/01/2020	15	15	16
13/01/2020	16	15	16
21/01/2020	15	15	16
29/01/2020	17	16	20
01/02/2020	18	18	23
22/02/2020	16	18	18
24/02/2020	17	18	20
03/03/2020	16	20	21
07/03/2020	15	16	19
16/03/2020	19	19	21

Annexe 02 Tableau des mesures du pH durant tout le processus du compostage

Date	Potentiel Hydrique		
	FM	SB	GO
15/11/2019	6,5	6	6,5
17/11/2019	6	6	7
18/11/2019	6,5	6	6,5
20/11/2019	5,5	6	6,5
25/11/2019	6	6	6,5
27/11/2019	6,5	6,5	6
02/12/2019	6	6	6
04/12/2019	6,5	6,5	6,5
09/12/2019	6,5	6,5	6,5
14/12/2019	6,5	7	6
16/12/2019	7	7	7
21/12/2019	7	7	6,5
25/12/2019	7	7	6,5
28/12/2019	7	7	7
06/01/2020	7,5	7,5	7,5
13/01/2020	7,5	7	7,5
22/02/2020	7	7	7
03/032020	7,5	7,5	8
07/03/2020	7,5	7,5	8
16/03/2020	7,5	7,5	7,5

Annexe 03 : Tableau des mesure du l'Humidité durant tout le processus du compostage

Date	Humidité		
	FM	SB	GO
09/11/2019	45,7	39,5	39,1
11/11/2019	69	70,6	79,1
13/11/2019	63,9	67	67,3
14/11/2019	59,9	65	63
17/11/2019	38,4	43	46
18/11/2019	56	54,4	58,7
20/11/2019	56	54,4	58,7
25/11/2019	58,2	55,6	54,4
27/11/2019	31,1	36,2	36
02/12/2019	43	45,8	44,8
04/12/2019	50	51,7	50,6
09/12/2019	74,5	72	71,1
14/12/2019	48,8	54,2	56
16/12/2019	34,1	32,6	32
21/12/2019	51,4	51,5	51,7
25/12/2019	59	59	56,5
28/12/2019	61,8	61	62
04/01/2020	62,4	62,2	62
06/01/2020	42	40,7	42
13/01/2020	72,7	79,5	75,6
21/01/2020	41,7	40,7	40,4
29/01/2020	43,3	42,1	41,6
01/02/2020	49,3	47,7	47,2
22/02/2020	60,1	59,9	61,1
24/02/2020	46,9	47,9	47,7
03/032020	42,5	44,5	49,1
07/03/2020	53,7	55,5	52,6
16/03/2020	65,5	67,2	64,8

Annexe 04 : fiche technique de la sensibilisation de l'école primaire HAFHAF Rachid AZAZGA

- ❖ **Intitulé de l'action** : journée d'information et de sensibilisation sur le recyclage et la valorisation des déchets.
- ❖ **Objectifs de l'action** : Sensibiliser les élèves et leurs parents au tri et à la valorisation des déchets notamment les bio-déchets par compostage.
- ❖ **Date** : 2/24 Octobre 2019 et 08/02/2020
- ❖ **Publics ciblé** : élèves et parents d'élèves
- ❖ **Participants** : BOUTAGHOU.A, Baleh. S, CHABANE.F,

KANANE.M. Kaci-chaouch. R.

❖ Programme d'animation

Phase	Activité	Support
Présentation	Qui sommes-nous ? Les objectifs des animations	
définition d'un déchet	- Explication par des illustrations et des exemples	projection
type de déchets	-Explication par des illustrations -Poser des questions	Projection
le tri sélectif des déchets	-Illustrations -Faire des fiches sur les poubelles pour chaque type de déchets	Projection
le compostage	-Explication par illustration	Projection
Exemples des villages qui possèdent une aire du tri	-Explication par des photos de ces villages	Projection

Annexe05 : Programme suivie par l'association ASTA lors de la journée d'information et de sensibilisation sur le recyclage et la valorisation des déchets



**Association Social
Tagmat Ait Bouada**

Organise
**UNE JOURNÉE D'INFORMATION ET DE
SENSIBILISATION**
SUR
**LE RECYCLAGE ET LA
VALORISATION DES DÉCHETS**



Le vendredi 03 Mai 2019
A 15h

**Au niveau de l'école primaire
HANDALA Saâdi**

PROGRAMME DE LA JOURNÉE

-15h30	Ouverture de la journée
-16h00-16h30	Dr Hammoum A., enseignant université M. Mammeri, Tizi-Ouzou « Schéma pour une gestion durable des déchets en Algérie »
-16h40-17h00	Dr Metna F., enseignant université M. Mammeri, Tizi-Ouzou « Traitement des déchets organiques par compostage »
-17h00-17h10	Kanane Melissa, Doctorante, université M. Mammeri, « Exemples de gestion durable des déchets dans quelques villages de la wilaya de Tizi-Ouzou »
-17h10-17h20	Slimani Rachid, Doctorant, université M. Mammeri, « Essai de compostage du grignon d'olives et des déchets organiques générés par un marché de légumes, Draa El Mizan »
-17h20-17h30	Challal Tafsut & Abkari, Etudiantes Master, université M. Mammeri, « Schéma pour une gestion durable des déchets dans le village Tisgouine, commune Boudjima »



Le public est cordialement invité

Annexe 06 : Attestation de participation à la journée d'information dans le village d'Ait Bouadda.



Annexe 07 : Participation a la journée de sensibilisation et d'information sur le tri et la valorisation des déchets a Ait Bouadda.



Annexe 8 : Programme suivie lors de la journée d'information et de sensibilisation sur le recyclage et la valorisation des déchets.

L'école primaire, Azazga

Organise en partenariat avec

L'université M. Mammeri, Tizi-Ouzou

**UNE JOURNÉE D'INFORMATION ET DE
SENSIBILISATION**

sur

**LE RECYCLAGE ET LA VALORISATION DES
DÉCHETS**



Le vendredi 15 novembre 2019

A 10h

Au niveau de l'école primaire HAFHAF RACHID

Azazga (la route de la cnep)

Le public est cordialement invité

PROGRAMME DE LA JOURNEE

- 10h-10h15 M^{me} la Directrice de l'école, Ouverture de la journée
- 10h15-10h30 D^r MetnaF., enseignant université M. Mammeri, Tizi-Ouzou « Schéma pour une gestion durable des déchets en Algérie »
- 10h30-10h45 Kanane Melissa, Doctorante, université M. Mammeri, « Exemples de gestion durable des déchets dans quelques villages de la wilaya de Tizi-Ouzou »
- 10h45-11h Slimani Rachid, Doctorant, université M. Mammeri, « Essai de compostage du grignon d'olives et des déchets organiques générés par un marché de légumes, Draa El Mizan»
- 11h-11h30 Baleh & Kaci-chaouch, Etudiantes Master, université M. Mammeri, « Schéma pour une gestion durable des déchets dans l'établissement scolaire»
- 11h-30-11h45 Boutaghou & Chabane, Etudiantes Master, université M. Mammeri, « Essai de compostage des déchets organiques générés par le restaurant de l'établissement»

Résumé

Conscient des enjeux que l'environnement représente pour un développement durable, nous avons voulu apporter notre pierre à l'édifice sur l'axe de la gestion des déchets au sein des établissements scolaires dans le but d'une gestion durable des déchets.

Notre étude est réalisée au niveau de l'école primaire HAFHAF Rachid de la commune d'Azazga dans le but de sensibiliser les élèves au tri sélectif des déchets et étudier l'évolution du processus de compostage de la fraction organique générés par l'école en faisant varier les apports carbonés (grignon d'olive, sciure de bois et feuilles mortes).

Le suivi des paramètres de compostage nous a révélé que le processus de compostage contenant du GO est plus actif suivi par le substrat contenant de la SB et FM.

Afin de compléter notre étude nous avons réalisé des tests de phytotoxicité qui nous ont renseignés sur la maturité et la qualité du compost obtenus.

Enfin, nous avons obtenus des résultats satisfaisants quand-t- à l'importance d'inculquer la culture et la notion d'écocitoyenneté et les éco-gestes aux enfants dès leurs plus jeunes âges.

Mots clés : gestion des déchets- compostage – compost- éco-gestes

Abstract

Aware of the stakes that the environment represents for sustainable development, we wanted to contribute our contribution to the building on the axis of waste management within schools with the aim of sustainable waste management.

Our study was carried out at the HAFHAF Rachid primary school of the municipality of Azazga with the aim of sensitizing students to the selective sorting of waste and studying the evolution of the composting process of the organic fraction generated by the school by varying the inputs carbonaceous (olive pomace, sawdust and fallen leaves).

Tracking the composting parameters revealed that the composting process containing GO was more active followed by the SB and FM substrate.

In order to complete our study, we carried out phytotoxicity tests which informed us about the maturity and quality of the compost obtained.

Finally, we obtained satisfactory results from the online questionnaires when it came to the importance of instilling culture and the concept of eco-citizenship and eco-gestures in children from an early age.

Key words: waste management - composting - eco-gestures.