

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة I  
Frères Mentouri Constantine I University  
Université Frères Mentouri Constantine I

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Microbiologie

كلية علوم الطبيعة والحياة  
قسم الميكروبيولوجيا

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologique

Spécialité : Ecologie Microbienne

Intitulé :

---

**Contribution à l'étude du compostage aérobique des déchets ménagers  
pour la production d'un compost domestique**

---

Présenté par : Saoudi Khawla  
Boussalia Douniya

le : 22/06/2023

**Jury d'évaluation :**

**Encadrant :** Mr BOUDEMAGH Allaoueddine

(Prof - UFM, Constantine 1).

**Président :** Mme ZERMANE Ferial

(MAA - UFM, Constantine 1).

**Examineur :** Mme LIFA Maroua

(MAA - UFM, Constantine 1).

**Année universitaire**

**2022 – 2023**  
**Remerciement**

*Avant tout, nous tenons à remercier en premier lieu **ALLAH** de nous avoir donné le courage, la volonté et la force pour achever ce travail.*

*Un grand remerciement à notre encadrant **BOUDEMAGH ALLAOUEDDINE**, Professeur à l'Université Mentouri de Constantine pour ses conseils, ses orientations qui ont beaucoup enrichi ce travail.*

*Nous Tenons à exprimer tout nos remerciements à l'équipe de laboratoire de recherche de biologie moléculaire et cellulaire (Université Mentouri de Constantine 1).*

*Nous remercions également les membres du jury : Mme **ZERMANE Ferial (MAA)** qui nous a fait l'honneur de présider notre travail, et Mme **Lifa Maroua (MAA)** pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Enfin, nos remerciements s'adressent à tous les enseignants et à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin pour la réalisation de ce modeste travail.*

## ***Dédicace***

*À mon soutien moral et source de joie et de bonheur qui s'est fatigué, sacrifié pour me voir réussir, les plus chers au monde, **Mes parents,***

*En les remerciant pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur Soutien et leurs prières tout au long de mes études, qui ma encourager de terminer mon travail,*

*À mon cher papa **Ali**, l'homme qui a illuminé mon chemin avec ses conseils, celui qui m'a élevé sur la vertu et la morale et m'a comblé de sa bonté et tendresse, celui qui a été un bouclier de sécurité contre les vices du temps, celui qui porte le poids de la vie afin que je ne me sente pas privée. Que Dieu te donne santé et longue.*

*À la femme qui a été, est et sera toujours un soutien pour moi en tout temps qui souffre pour mon bonheur, ne refuse pas une demande, la femme qui est la raison du succès de ce travail, ma chère mère **Rahima.***

*À mes chers frères **Toufik, Allaoueddine***

*Au premier petit- enfant de la famille, mon neveu, **Oubey Yaniss***

*A Toutes Mes chers ;*

***Oncles, tantes, cousins et cousines, femmes et enfants, toute ma***

***Grande famille sans exception***

*À mes chers amis, **Chaima, Courouk, Fériél, Hind et Amina**, pour tout au long du parcours scolaire et pour tous les bons moments passés.*

*À mon binôme, **khawla**, ensemble nous avons pu faire et achever ce Travail,, nous avons partagé d'agréables moments tout au long cette année.*

*A toutes les personnes que **j'aime** et qui **m'aiment***

**BOUSSALIA DOUNIYA**

*Dédicace*

*Avec tous mes sentiments de respect et l'expérience de ma reconnaissance je dédie ma remise  
de diplôme et ma joie*

*À mon paradis et la prunelle de mes yeux à la source de ma joie et mon bonheur, ma lune et  
le fil d'espoir qui allumer mon chemin, ma moitié, **maman***

*À celui qui m'a fait une femme, ma source de vie, d'amour et d'affection, à mon support qui  
était toujours à mes côtés pour me soutenir et m'encourager, a mon prince **papa***

*À mes chers sœurs **Sara, Saïda, hadjer** et ces fils qui j'aime de tout mon cœur*

*À ma grande famille **Saoudi***

*À la personne la plus précieuse que j'ai **Adel youcefi***

*À mon cher binôme **Dounia***

*À tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.*

***Saoudi khawla***

Introduction.....	1
-------------------	---

## **Chapitre 1 : Revue bibliographique**

1. Définition et différents types de déchets.....	3
2. Autres définitions.....	4
*Définition économique.....	4
3. Définition des déchets ménagers.....	4
4. Le compostage.....	8
4.1. Définition.....	8
4.4. Caractéristique du compost.....	9
Les déchets de jardin et d'entretien des espaces verts: .....	9
Les déchets de cuisine, de cantines et de restauration : .....	9
Les déchets de marchés de fruits et légumes : .....	10
Autres déchets.....	10

## **Chapitre 2 : Matériel et méthodes**

1. Présentation de la zone d'étude.....	17
2. Le processus du compostage humide.....	18
4. Préparation des composts.....	19
IV. 5. Paramètres mesurés.....	19
7. Analyses microbiologiques des composts.....	22
7.1. Préparation des dilutions.....	22
V. 8. Test de germination.....	23
1. Définition et différents types de déchets.....	3
2. Autres définitions.....	4
*Définition économique.....	4
3. Définition des déchets ménagers.....	4
4. Le compostage.....	8
4.1. Définition.....	8
4.4. Caractéristique du compost.....	9
a. Les déchets de jardin et d'entretien des espaces verts: .....	9
b. Les déchets de cuisine, de cantines et de restauration : .....	9

c.	Les déchets de marchés de fruits et légumes : .....	10
d.	Autres déchets .....	10
I.	1. Présentation de la zone d'étude .....	17
II.	2. Le processus du compostage humide .....	18
III.	4. Préparation des composts .....	19
IV.	5. Paramètres mesurés .....	19
7.	Analyses microbiologiques des composts.....	22
7.1.	Préparation des dilutions .....	22
8.	Test de germination .....	23

# **Introduction**

# Introduction

---

## Introduction

Les capacités de la terre à fournir les éléments nécessaires à notre mode de vie restent actuellement limitées et les moyens d'assimiler nos déchets ne sont pas adéquats aux quantités énormes générées. Ce constat amer nous incite à trouver des techniques durables, capable d'améliorer cette situation nutritionnelle et environnementale catastrophique

Depuis le début des années 1990, la protection de l'environnement est devenue une préoccupation pour l'ensemble de la communauté mondiale. Les déchets sont produits quotidiennement et concernent chaque personne. Ces déchets sont essentiellement générés dans les foyers, dans les collectivités et au travail. Nous sommes tous concernés par ce problème environnemental sérieux et nous devrions tous être impliqués dans une meilleure gestion des déchets. Ce sont des gestes simples et anodins qui peuvent agir concrètement afin d'améliorer notre cadre de vie et préserver la nature. On peut donc devenir tous, des acteurs engagés dans l'écologie durable.

La moitié des décharges de poubelles sont constituées de déchets organiques de cuisine, qui génèrent des odeurs nauséabondes indésirable (Tahraoui, 2013). Ces dernières années, les modes de gestion et de traitements de ces déchets ménagers et assimilés. Le compostage est une méthode simple, non onéreuse, écologique et très fructueuse qui permet une bonne gestion de ces déchets. Elle permet la dégradation des matières organiques d'origine végétale ou animale. La flore microbienne est un des acteurs les plus impliqués. C'est une succession de communautés microbiennes (bactéries, champignons) en conditions majoritairement aérobies, entraînant des modifications importantes dans les facteurs physico-chimiques comme la température par exemple. Ces transformations de la matière organique durant le processus, permettent d'obtenir un produit plus ou moins stabilisé appelé compost (Paillat, 2009)

Le compostage s'applique sur toutes les matières organiques dites fermentescibles. Ce critère n'est pas le seul, un compost sain de bonne qualité est essentiel pour la réussite de ce procédé. Un choix des déchets au départ est plus que nécessaire. Il implique un tri à la source comme étape préliminaire au compostage de déchets hétérogènes tels que les ordures ménagères. La viande et le poisson par exemple, qui demandent une température élevée, menacent la bonne qualité du compost. C'est aussi le cas des huiles et des graisses. Les fruits et les légumes traités par les pesticides, attaquent les microorganismes responsables du compostage. Les coquilles de fruits de mères se décomposent difficilement

# Introduction

---

Dans notre travail un procédé simple est proposé, afin de réaliser un compostage des ordures ménagères générées dans nos foyers. Nous sommes assignés la tâche de produire un compost solide à partir de déchets essentiellement végétal humide, appelés aussi -déchet vert- sont représentés en gros par les déchets de fruits et légumes et feuilles de plantes. Une deuxième partie a été consacrée à un essai sur plante, où le compost préparé a été testé sur la croissance d'une plante potagère.

Le mémoire est structuré en deux parties : La première partie est bibliographique comportant une synthèse théorique sur les déchets et le compostage. La deuxième partie, représente la partie pratique du travail présentant la réalisation technique du procédé, les analyses physico-chimiques et microbiologiques et essai sur des plantes témoins. Une partie résultat et discussion ainsi qu'une conclusion résumant les résultats de nos travaux sont également représentées.

# Chapitre 1

Revue bibliographique

### Revue bibliographique

#### 1. Définition et différents types de déchets

La loi N° 01-19 du 12 décembre 2001 du Journal Officiel de la République Algérienne (J.O.R.A) N° 77 en 2001, relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, dans son article trois arrête (Officiellement) les définitions des différents types de déchets comme Suit :

**Déchets** : Sont tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation et plus généralement toute substance, ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le Détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer. Ce sont selon la même loi soit :

**Déchets ménagers et assimilés** : tous déchets issus des ménages ainsi que les déchets similaires provenant des activités industrielles, commerciales, artisanales et autres. Qui, par leur nature et leur composition, sont assimilables aux déchets ménagers. (J.O.R.A, 2001)

**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. (J.O.R.A, 2001)

**Déchets spéciaux** : tous déchets issus des activités industrielles, agricoles, de soins, de services et toutes autres activités qui, en raison de leur nature et de la composition des matières qu'ils contiennent, ne peuvent être collectés, transportés et traités dans les mêmes. Conditions que les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes. (J.O.R.A, 2001)

**Déchets spéciaux dangereux** : tous déchets spéciaux qui, par leurs constituants ou par les caractéristiques des matières nocives qu'ils contiennent, sont susceptibles de nuire à la santé publique et/ou à l'environnement. (J.O.R.A, 2001)

**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. (J.O.R.A, 2001)

**Déchets inertes** : tous déchets provenant notamment de l'exploitation des carrières, des mines, des travaux de démolition, de construction ou de rénovation, qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique lors de leur mise en décharge, et qui ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou autres éléments générateurs de nuisances, susceptibles de nuire à la santé et/ou à l'environnement. (J.O.R.A, 2001).

### 2. Autres définitions

#### **\*Définition économique**

Un déchet est défini comme étant un objet ou une matière sans aucune valeur économique, pour son détenteur, à un moment et dans un lieu donné. Pour s'en débarrasser, le détenteur devra payer quelqu'un ou faire lui-même le travail. Cette définition reste cependant relative car certains de ces déchets peuvent être utilisés par d'autres comme matières premières secondaires pour la fabrication d'autres produits. Cela est valable aussi bien dans les pays développés que dans ceux en développement.

#### **\*Définition juridique**

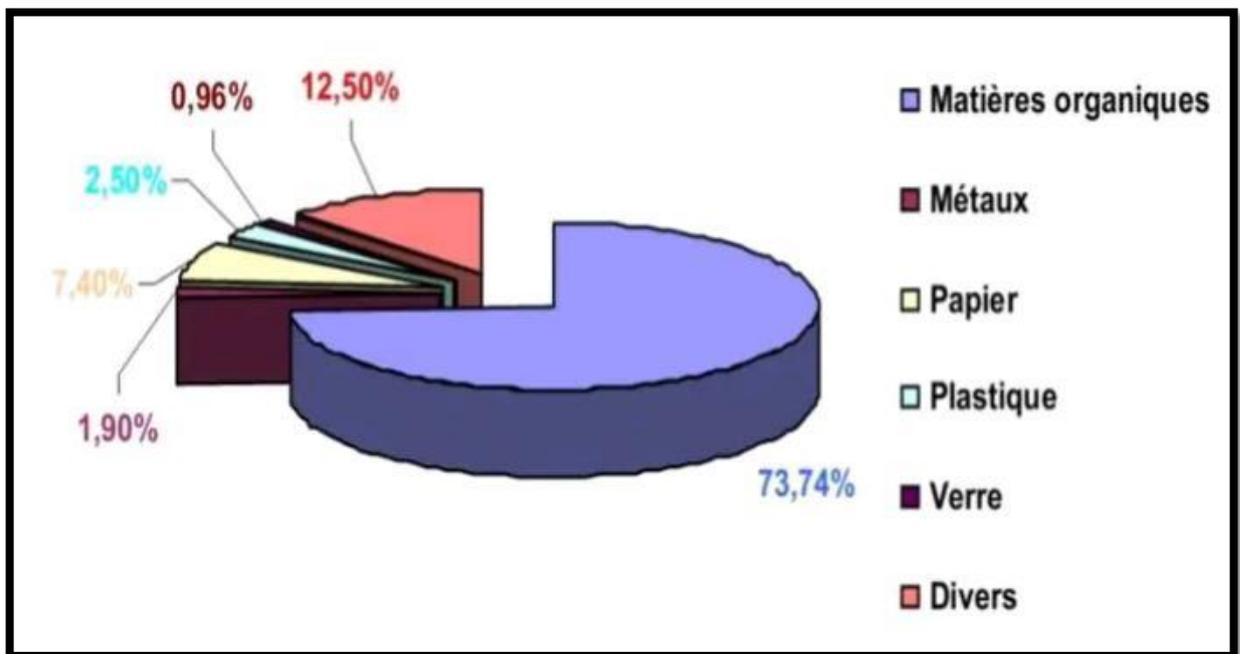
Juridiquement on peut avoir deux types de définitions. La première indique qu'un bien devient un déchet lorsque son propriétaire veut s'en débarrasser. Il reste sa propriété tant qu'il n'a pas quitté sa propriété ou l'espace loué où il se trouve. Ce bien devient une propriété de la municipalité lorsqu'il est déposé sur la voie publique ou dans une poubelle. Selon une deuxième définition, un déchet est un bien dont la gestion doit être contrôlée au profit de la protection de la santé publique et de l'environnement, indépendamment de la volonté du propriétaire et de la valeur économique du bien : les biens recyclables qui sont des matières premières secondaires entrent dans cette définition. Ainsi, le détenteur d'un bien est soumis à la réglementation et il ne peut se décharger de ses responsabilités envers la gestion de ce déchet sous prétexte de sa valeur économique (Sahnoune, 2005).

#### **\*Définition sociologique**

Socialement, les déchets s'accompagnent de jugements de valeur négatifs. Ils sont disqualifiés, comportent une connotation malsaine, suscitent souvent de la répulsion voire du dégoût et nécessitent une séparation, une ségrégation, une exclusion, un rejet. (Lhuilier et Cochin, 1999).

### 3. Définition des déchets ménagers

La gestion des déchets ménagers soulève beaucoup de lacunes dans la mesure ou la collecte et l'élimination de ces résidus s'effectue dans des conditions qui ne tiennent pas compte des normes appropriées. Dans les grandes concentrations urbaines du pays, la situation est encore plus inquiétante à cause de la grande pression démographique qui génère une quantité impressionnante des déchets ménagers qui restent difficilement maîtrisable. En effet, les services concernés sont toujours face aux problèmes et aux difficultés de trouver des sites d'enfouissement et de traitement répondant aux critères d'hygiène et de préservation de l'écosystème. A ce titre, il a été recensé près de 2100 décharges sauvages dans le pays, qui sont responsables de la perte de 170000 hectares de terres fertiles, de la pollution de 16 barrages et aussi la pollution de nombreux sites (Sahnoune, 2005).



**Figure 1** : Composition moyenne d'une poubelle ménagère en Algérie (%)

### 3.1. Sources et natures des déchets ménagers

Les sources des déchets sont diverses. Ils proviennent de plusieurs secteurs, les différentes sources identifiées sont représentées dans le Tableau 1.

**Tableau 1** : Sources et natures des déchets (Julien, 2005)

SOURCES	NATURE	FREQUENCE DE COLLECTE
Ménages	Déchets biodégradable (forte proportion), plastique, verre, textile, papier, carton,	Journalière
Marchés	Semblable à ceux des ménages mais en plus faible quantité	Journalière
Magasins/boutiques	Les matières plastiques, les	Journalière sauf les jours

	papiers et cartons sont en forte proportion	non ouvrables
Restaurants	Déchets biodégradables (forte proportion), plastiques, carton etc.	Journalière
Ecoles	Les papiers, les cartons et les matières plastiques sont en forte proportion	5 jours/7
Bureaux administratifs	Les papiers, cartons sont en forte proportion	5 jours/7
La pêche	Les déchets biodégradables rencontrés sur les côtes sont en forte proportion.	Journalière
Hôtels	Les déchets biodégradables sont en forte proportion	Journalière

### 3.2. Classifications des déchets

#### 3.2.1. Selon leur nature

La classification des déchets selon leurs natures donne trois types essentiels de déchets : solides, liquides et gazeux (Hamzaoui, 2011).

#### 3.2.2. Selon le mode de traitement et d'élimination

Il est établi de regrouper les déchets solides en quatre grandes familles :

- Les déchets inertes : généralement constitués d'éléments minéraux stables ou inertes au sens de leur incompatibilité avec l'environnement et proviennent de certaines activités d'extraction minières ou de déblais de démolition (terres, gravats, sables, stériles, ...etc.)
- Les déchets banaux : cette catégorie regroupe essentiellement des déchets constitués de papiers, plastiques, cartons, bois produit par des activités industrielles ou commerciales et ordures ménagères.
- Les déchets spéciaux : ils peuvent contenir des éléments polluants et sont spécifiquement issus de l'activité industrielles (boues de peintures ou d'hydroxyde métallique, cendre d'incinération...etc.). Certains déchets sont aussi dits spéciaux lorsque leur production

importante sur un même site entraîne des effets préjudiciables pour le milieu naturel (mâchefers des centrales thermiques, phosphogypse [sulfate de calcium CaSO<sub>4</sub>], ainsi que certains déchets provenant des laboratoires de recherches universitaires et hospitaliers...etc.).

- Les déchets dangereux : issus de la famille des déchets spéciaux, ils contiennent des quantités de substances toxiques potentiellement plus importantes et présentent de ce fait beaucoup plus de risques pour le milieu naturel (poussières d'aciéries, rejets organiques complexes, bains de traitement de surface contenant soit du chrome, cyanure ou une forte acidité, les matériaux souillés par les P.C.B (polychlorobiphényles), les déchets de C.F.C (chlorofluorocarbures) et mercuriels (Hamzaoui, 2011).

### 3.2.3. Selon le comportement et les effets sur l'environnement

A ce titre on distingue :

- Les déchets inertes : pouvant être différenciés suivant leur caractère plus ou moins encombrant, en débris plus ou moins volumineux jusqu'aux carcasses d'automobiles, chars, avions, bus,...etc. (Remarque : Le caractère inerte des déchets n'est pas absolue car ils peuvent dissimuler d'autres pollutions d'origines diverses ou être eux-mêmes source de danger).
- Les déchets fermentescibles : principalement constitués par la matière organique, animale ou végétale à différents stades de fermentation aérobie ou anaérobie.
- Les déchets toxiques : poisons chimiques ou radioactifs qui sont générés soit par des industries, soit par des laboratoires ou tout simplement par des particuliers qui se débarrassent avec leurs ordures de certains résidus qui devraient être récupérés séparément (ex : flacons de médicaments, seringues, piles et autres gadgets électroniques ...etc.) (Hamzaoui, 2011).

### 3.2.4. Selon l'origine

Pour les besoins de ce travail, on a opté pour une classification comprenant seulement deux grandes classes de déchets solides on se basant sur la source de déchets : déchets industriels et déchets urbains.

- Les déchets industriels : hormis les résidus assimilables aux ordures ménagères, tant par leur nature que par leur volume modeste, on distingue dans cette classe :

Les déchets inertes provenant de chantiers de construction, transformation des combustibles et de l'énergie (gravats, cendres, ...etc.), métallurgie. Les déchets des industries agricoles et alimentaires. Les déchets pouvant contenir des substances toxiques par des industries variables (ex. : ateliers artisanaux, galvanoplastie, chromage, miroiterie,...etc.). Les déchets radioactifs issus du transport et de la destruction des déchets industriels posent des problèmes particuliers dont la solution - consentie ou imposée - devra être à la charge des industries polluantes avec si besoin une aide appropriée des gouvernements.

- Les déchets urbains : à partir de la notion « d'ordure ménagère », vocable par lequel on a longtemps désigné les résidus des ménages correspondant, de par leur origine et leur nature, à une certaine limitation en quantité et en dimension, on a été conduit du fait de l'évolution du niveau de vie répercuté par les caractéristiques quantitatives et qualitatives des déchets, à passer à la notion plus générale de résidus ou déchets urbains (Hamzaoui, 2011).

### 3.2.5. Selon le mode d'enlèvement des déchets

On distingue quatre catégories :

- Les déchets constitués par des éléments de faible dimension (ordures ménagères, ordures de marché, déchets artisanaux et commerciaux assimilables aux ordures ménagères.
- Les déchets hospitaliers qui sans de regrettables exceptions, font l'objet de collecte séparée.
- Les déchets encombrant appelés aussi « monstre » constitués par des objets volumineux qui ont été réformés et mis au rébus.

Les souillures qui proviennent du nettoyage et du balayage des voies publiques (feuilles, branchages, déchets des plages, ...etc.) (Hamzaoui, 2011).

## 4. Le compostage

### 4.1. Définition

L'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) définit le compostage comme « un processus naturel de dégradation ou de décomposition des matières organiques, telles que les résidus de culture, les déchets animaux, les restes alimentaires, certains déchets urbains et déchets industriels appropriés, par les microorganismes dans des conditions bien définies. Une fois le processus de compostage terminé le compost, source importante de matière organique (MO), peut être appliqué aux sols. La MO du sol joue un rôle important dans la durabilité de la fertilité, et donc pour une production agricole durable » (FAO, 2005).

### 4.2. Rôle et nature du compost

Le compost est un matériau obtenu en laissant se décomposer des déchets végétaux seuls ou mélangés avec des déchets animaux ou autres (F.A.O). Il contient les nutriments essentiels dont les plantes ont besoin pour augmenter leur fertilité et leur productivité et améliore la capacité du sol à retenir l'eau.

Le compost est le fruit du compostage, qui est lui-même une technique de conversion biologique de matières organiques, sous conditions contrôlées, aérées, en un produit stable, hygiénique, riche en humus. Ce produit peut être utilisé dans les sols afin d'en améliorer les qualités chimiques, physico-chimiques et biologiques conduisant à une meilleure productivité.

### 4.3. Type de compost

Il existe deux types :

#### 4.3.1. Le compost anaérobique

C'est un compost qui résulte d'un entassement de débris végétaux qui se décomposent sur place. Les inconvénients d'un tel compost sont : Les odeurs désagréables à cause du pourrissement, Evolution plus lente que celle d'un compost aérobie (il lui faut environ un an pour être prêt), risques de problèmes phytosanitaires car sa température reste basse et les organismes pathogènes ne sont pas détruits.

#### 4.3.2. Le compost aérobie

Il ne possède pas d'odeur désagréable ; sa maturation est beaucoup plus rapide (il peut être prêt en six mois environ). Les graines des mauvaises herbes et les germes pathogènes sont détruits lors de l'élévation de température résultant de la fermentation. Cependant, son seul inconvénient est qu'il nécessite une intervention humaine plus importante que le compost anaérobique. (Couplan et Marmy 2009).

### 4.4. Caractéristique du compost

Il est caractérisé par trois qualités majeures :

- La constance de composition c'est –à-dire la stabilité et l'invariabilité du produit.
- L'efficacité agronomique.
- L'innocuité c'est–à-dire l'absence de risques sanitaires en termes de germes pathogènes, parasites, ou de divers polluants retrouvés dans les déchets solides (Tahraoui, 2013).

### 4.5. Composition du compost

Le secret d'un compost réussi est dans un mélange équilibré de déchets diversifiés, comme :

#### a. Les déchets de jardin et d'entretien des espaces verts:

- Les fleurs fanées, les plantes, les fanes du potager...
- Les feuilles, les tailles de haies et d'arbustes et le branchage de L'élagage (broyés).

#### b. Les déchets de cuisine, de cantines et de restauration :

Épluchures

- Restes de légumes, de fruits,

- Coquilles d'œufs
- Filtres et marc de café, sachets d'infusions

### **c. Les déchets de marchés de fruits et légumes :**

Marchandise non vendues ou en début de décomposition

### **d. Autres déchets**

- Sciures, copeaux (non traités)
- Papiers et cartons
- Fumiers d'animaux d'élevage.

## **4.6. Produits interdits au compostage**

Il est interdit au compostage l'ensemble des matériaux non biodégradables, toxiques ou représentant une quelconque menace pour la qualité physique et chimique du compost.

On cite :

- Matières synthétiques
- Fruits et légumes qui contiennent des pesticides
- Plastiques
- Métaux, verre
- Litières non dégradables d'animaux
- Terre, sable (en grande quantité)
- Gravats et pierres
- Morceaux de bois et branches de grand calibre (> 10 mm de diamètre)
- Plantes adventices : car il y a risque d'en Retrouver les graines dans le compost et d'en favoriser le développement dans le sol des agriculteurs qui vont acheter et utiliser votre Compost
- Filtre de cigarette
- Aliments cuits, viande et poisson, graisses.

## **4.7. Principaux paramètres influant le compostage**

Les facteurs qui influencent le métabolisme microbien sont ceux qui conditionnent le compostage. Selon (Bernal et al., 2009), ces facteurs s'organisent en deux groupes, ceux liés à l'élaboration du mélange à composter (équilibre des nutriments, pH, taille des particules, porosité et humidité) et ceux liés à l'entretien du processus (concentration en oxygène, température et contenu en eau) (Oudart et al., 2012). Les deux groupes de facteurs étant fortement liés, car la nature du mélange à composter influence l'entretien du processus

### 4.7.1. Le pH

Le pH est un facteur important qui influence la plupart des réactions biochimiques catalysées par des enzymes, ce qui permet la biodisponibilité des nutriments et la solubilité des éléments minéraux pour les micro-organismes (Chennaoui et al., 2016). En effet, les pH acides sont caractéristique des composts immatures alors que les composts mûrs sont caractérisés par des pH compris entre 7 et 9 (Forster et al., 1993).

### 4.7.2. La température

L'évolution de la température du compost résulte de la production de chaleur par l'activité des microorganismes qui dépend de la biodégradabilité du substrat et de sa composition en nutriments (Lashermes, 2010). Le processus de compostage se déroule en quatre phases en fonction de l'évolution de la température (Francou, 2003).

\* **La phase mésophile** : C'est la phase initiale du compostage durant les premiers jours la présence de matières organiques facilement biodégradables entraîne une forte activité microbienne générant une vitesse dans l'augmentation en température à l'intérieur du compost

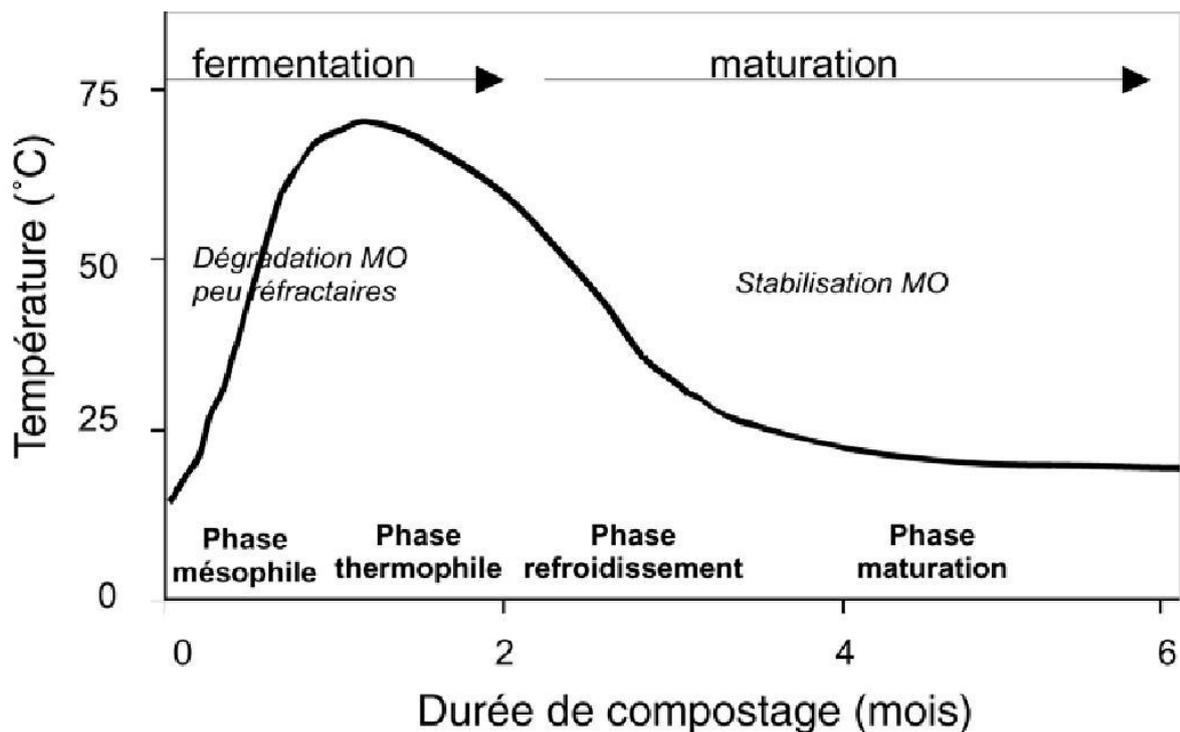
(Francou, 2003).

\***La phase thermophile** : Dans cette phase une augmentation de la température allant de 60°C à 75°C est observée. Seules les bactéries peuvent survivre à ces températures. La grande partie de la matière organique est perdue sous forme de CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O. (Francou, 2003).

\***La phase de refroidissement** : Cette phase caractérisée par une diminution de la quantité de matières organiques facilement dégradables provoquant un ralentissement de l'activité microbienne. Ce ci favorise un refroidissement du compost (Francou, 2003).

\***La phase de maturation** : Processus d'humification qui prédominent ainsi que la dégradation lente des composés résistants. Cette phase de maturation continue jusqu'à l'utilisation du compost (Francou, 2003). La figure 1 représente l'évolution de la température au cours du compostage.

La stabilisation de la température du compost traduit la fin de phase de dégradation intensive (Harada et al., 1981). Dans ce contexte, dans cette figure, les différentes phases successives lors du processus du compostage sont déterminées, dont la phase thermophile.



**Figure 2** : Courbe théorique d'évolution de la température au cours du compostage

(Francou, 2003)

#### 4.7.3. Teneur en eau

L'humidité du substrat mis en compostage est nécessaire à la vie des êtres vivants qui interviennent dans le compostage (Yulipriyanto, 2001). La décomposition de la matière organique est inhibée si la teneur en eau baisse en dessous de 20% au contraire, si elle dépasse 70% ; l'eau commence à remplir les espaces lacunaires des déchets et empêche les échanges d'O<sub>2</sub> provoquant des conditions favorables à l'anaérobiose (Ramdani, 2015). Selon (Mustin 1987), l'optimum de teneur en eau se situe entre 40% et 60 %. En fin de procédé, un produit sec ou presque, facilite la finition mécanique du compost en évitant un colmatage des équipements.

Le pH, la température et l'humidité sont des paramètres interdépendants et difficilement dissociables. Les auteurs s'accordent pour donner des valeurs optimales à ces paramètres. (Liang et al ; 2003) étudient plus spécifiquement les effets de deux paramètres, l'humidité et la température de dégradation des biodéchets. L'humidité semble être le paramètre ayant la plus grande influence. Cela suggère un contrôle du procédé par l'humidité et non comme habituellement par la température. D'autres études insistent sur les valeurs de pH et de température au cours du procédé ou sur le compost lui-même (Smars et al., 2002 cité dans F. Charnay, 2005)

### 4.7.4. Apport d'oxygène

L'oxygène est utilisé par les microorganismes comme un récepteur terminal d'électrons lors de la respiration aérobie et de l'oxydation des substances organiques (Waas et al., 1996). La présence d'oxygène est indispensable au bon déroulement du compostage pour maintenir les conditions aérobies nécessaires à une décomposition rapide et inodore. La teneur en oxygène lacunaire représente le pourcentage d'oxygène dans l'air des vides entre les particules de compost. Ce taux est fonction de la granulométrie et de l'humidité des particules comme du renouvellement de l'air des lacunes. Au fur et à mesure de la dégradation du substrat, le besoin en oxygène diminue (Haug, 1993; Mustin, 1987). Le taux minimal d'oxygène dans les espaces lacunaires d'un andain en fermentation doit être de 5 % (Puyuelo et al., 2010). Si la teneur en oxygène est trop faible ou la masse à composter trop compacte, les conditions favorables à l'anaérobiose se mettent en place. Ce type de fermentation aboutit à un produit stabilisé mais par le biais d'un processus plus lent avec dégagement d'odeurs nauséabondes.

Les systèmes d'aération sont divers et variés : retournements mécaniques, aération forcée ou pilotée, avec ou sans recirculation (Bari, 2001). 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.

### 4.8. Types de compostage

Il existe deux types de compostage : le compostage à froid et le compostage à chaud.

#### 4.8.1. Le compostage à froid

Il consiste à accumuler petit à petit toutes sortes de déchets ménagers en couches peu épaisses dans une fosse. Au bout de quelques mois, il se développe de très nombreux organismes vivants (vers de terre, limaces, insectes, larves, etc.). La décomposition est souvent lente et incomplète. On obtient en fin de compte une masse noirâtre et gluante. On améliore le compostage à froid en mélangeant et retournant les déchets de temps en temps (Dupriez et al., 1987).

#### 4.8.2. Le compostage à chaud

Le compostage à chaud ne diffère pas de celui à froid sauf dans le volume de la matière à composter et du réchauffement du tas mis sur pied. Sa réalisation nécessite certaines conditions (Dupriez et al., 1987).

### 4.9. Les organismes décomposeurs

Ils se divisent en deux groupes : les microorganismes et les macroorganismes. Leurs actions sont souvent complémentaires et quelque fois successives.

#### 4.9.1. Les microorganismes

### **\* Les bactéries**

De tailles et de formes variables, elles sont toujours présentes dans la masse des déchets organiques dès le début du processus de compostage. Elles restent actives durant tout le compostage et en particulier à haute température. Elles se multiplient très rapidement et permettent par conséquent l'utilisation de toute sorte de résidus organiques.

### **\*Les champignons**

Ils agissent surtout sur les matières qui résistent aux bactéries. Ils ont donc un rôle capital. Les champignons ne résistent pas à des températures supérieures à 50°C et préfèrent les endroits frais. Des excroissances de mycélium peuvent pousser sur la surface du compost. Une des caractéristiques la plus importante est que les champignons sont les seuls organismes qui peuvent se développer sur le compost sec, ce n'est pas le cas pour les bactéries qui nécessitent généralement des débris humides.

### **\*Les actinomycètes**

Avec un temps de génération très grand, Ils agissent plus tardivement que le reste des microorganismes. Les actinomycètes sont actifs dans les derniers stades du compostage. Ils se sont spécialisés afin de s'attaquer aux structures plus résistantes comme la cellulose, l'hémicellulose et la lignine (constituants du bois). En plus de ces microorganismes, on peut retrouver dans le compost, des algues, des virus, des protozoaires, etc.,

### **4.9.2. Les macroorganismes**

Les macroorganismes sont très diversifiés dans le processus du compostage. Les lombrics du compost, par exemple, agissent au début du processus, sur des éléments peu décomposés (après la phase thermophile). Les grands lombrics quant à eux entraînent dans leurs terriers des fragments de feuilles ou même des feuilles entières. Ils participent ainsi à former un mélange de débris organiques avec leurs excréments offrant un milieu propice pour les activités des microorganismes. Beaucoup d'autres macro-organismes apparaissent, dans le compost. Il s'agit principalement de ver de terre, d'insectes, d'acariens, de myriapodes etc.

### **4.10. Intérêt du compostage**

Le premier avantage de l'utilisation d'additifs organiques issus des ordures ménagères est de réduire la quantité d'engrais chimiques lixiviables et de les remplacer par des déchets organiques recyclés. En outre, plusieurs autres avantages de l'utilisation du compost sont notés, il s'agit principalement de :

#### **\*Amélioration de la croissance des végétaux et de leurs racines**

Il a été démontré que les végétaux se développant dans un milieu de croissance contenant du compost sont plus forts et ont un meilleur rendement. Le compost ajoute non seulement de la matière organique au sol mais aussi des fertilisants (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO), des oligo-éléments tels que le fer, le manganèse, le cuivre, le zinc et le bore, nécessaires à la croissance des végétaux (Ademe, 2008 ; Ademe, 2001).

### **\*Amélioration du rythme de diffusion des nutriments**

Le compost fait diffuser ses nutriments au sol, d'une manière progressive permettant ainsi au sol d'être nourri en continue et faire pousser les végétaux sur une longue période.

### **\*Amélioration de la porosité du sol**

L'activité microbienne est essentielle à la porosité du sol. Les microorganismes décomposent les matières organiques pour rendre les nutriments accessibles aux végétaux. Le compost étant constitué de particules de tailles différentes, il offre une structure poreuse qui améliore la porosité du sol. (Ademe, 2008 ; Ademe, 2001). L'amélioration de la porosité entraîne également une meilleure aération du sol et ainsi le développement de l'activité biologique.

### **\*Amélioration de la capacité de rétention d'eau**

La matière organique contenue dans le compost peut absorber l'eau et améliorer ainsi la capacité de rétention d'eau du sol. Ce dernier est alors en mesure d'absorber une forte quantité d'eau et de la retenir pour la mettre à la disposition des végétaux entre deux pluies ou deux arrosages. L'eau disponible pour les végétaux grâce à l'utilisation d'un compost correspond au double du volume d'eau pouvant être retenue par un sol minéral. Ainsi en augmentant le taux d'humus du sol de 0,2 %, la quantité d'eau disponible pour la plante croît de 0,5 % et la porosité du sol de 1%.(Ademe, 2008 ; Ademe, 2001 ; Zurbrugg et Ahmed, 1999).

### **\*Elimination des maladies chez les végétaux**

Il a été montré que certains composts améliorent la résistance des végétaux vis-à-vis de certaines pathogènes (Larbi, 2006). Un effet fongicide du compost est également noté. En quelque sorte, le compost contient des nutriments et des substances fortifiantes aux plantes, augmentant ainsi leurs capacités de résistance envers certaines maladies.

### **\*Amélioration de la structure du sol**

Le compost est nécessaire dans la stabilité structurale du sol. La structure en feuillet du compost, donne une charge négative permettant à une certaine quantité de cations libres de la solution du sol (par exemple :  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{Na}^+$  etc.), de former des agrégats stables qui rendent le sol plus résistant à tous les changements climatiques rudes comme l'influence du vent et de l'eau (Tahraoui, 2013).

### **\*Effet sur la dynamique du sol et amélioration des échanges gazeux**

La présence de microorganismes divers dans le compost augmente l'activité biologique du sol et permet un bon échange gazeux sol-air-eau-plante. L'apport de compost permettra au sol d'être plus poreux favorisant ainsi, les échanges gazeux et le développement de nouvelles racines. (Zurbrugg et Ahmed, 1999).

---

# Chapitre 2

## **Matériel et méthodes**

### I. 1. Présentation de la zone d'étude

Nous avons choisi deux zones d'études pour notre expérimentation, la commune d'Oued el athmania de la région de Mila (**Fig. 3**) et de la daïra de Zighoud Youcef wilaya de Constantine (**Fig. 4**). Ce choix est en fonction de plusieurs facteurs à savoir : la capacité de collecté les déchets, lieu de résidence, la qualité et la quantité des déchets composté...etc. le processus du compostage a été réalisé dans le jardin de nos résidences respectives. Les différentes analyses ont été réalisées au niveau du laboratoire de recherche (Biologie moléculaire et cellulaire) Chaabat Eressasse université Mentouri Constantine 1 et un laboratoire privé.



**Figure 3 :** Zone de collecte 1 (Oued athmania, Mila).



**Figure 4 :** Zone de collecte 2 (Zighoud Youcef, Constantine).

### II. 2. Le processus du compostage humide

Deux échantillons ont été testés dans cette étude, Le premier dénommé compost humide (CH), est le compost préparé dans notre jardin. Le deuxième compost du commercial (CC) est un compost commercial, acheté dans un magasin spécialisé.

#### 2.1. La collecte des déchets

Les déchets ménagers ont été récupérés à partir de nos poubelles journalières. Ils sont généralement constitués d'un mélange de différents types de déchets fermentescibles (épluchures de fruits et légumes, restes, papier, etc.) (**Fig 5**). Les produits dangereux (plastiques, métaux, agents infectieux, produits chimiques, piles, huile, peintures, détergents, etc.), ont été sélectivement éliminés au préalable.



**Figure 5 :** Les déchets utilisés dans le compost de gauche à droite (déchets de légumes, épluchures de pomme de terre, peaux de bananes, papier coq d'œuf, épluchure de carottes).

### 2.2. Le broyage des déchets

Le processus du compostage nécessite pour son bon fonctionnement, un broyage de tous les déchets ménagers collectés (légumes et fruits). Le broyage a été réalisé par un hachoir de cuisine **Fig.**



**Figure 6 :** Déchets ménagers broyés

### III. 4. Préparation des composts

#### 4.1. Compost humide (CH)

Après avoir effectué les étapes de collecte, de tri, et de broyage des déchets ménagères, nous avons mélangé les épluchures de légumes (oignons, ail, pommes de terre, tomates...) et les épluchures de fruits (bananes, grenades, orange, pomme...) avec des coquilles d'œufs. Ce mélange est disposé en strates superposées mélangé avec du sol, dans un contenant transparent perforé. Une quantité suffisante d'eau a été ajoutée à cette préparation. Le récipient est fermé pendant 5 jours, après ce délai, nous le laissons découvert durant le reste du temps. Le processus est abandonné pendant environ trois mois pour être prêt à l'emploi.

### IV. 5. Paramètres mesurés

#### 5.1. Température

La température du compost humide est mesurée chaque 15 jours durant le processus de compostage à l'aide d'un thermomètre à mercure (**Fig 7**).



**Figure 7** : mesure de température l'aide d'un thermomètre à mercure (Boussalia et Saoudi, 2023).

### 5.2. Mesure du pH

La mesure du pH du (CH) est réalisée selon la norme internationale. Le pH est mesuré après mise en solution de 2 g de l'échantillon dans 20 ml d'eau distillée, agiter pendant 10 mn, puis laisser reposer pendant quelques minutes. La lecture du pH se fait moyennant un pH-mètre.

## 6. Autres analyses physico-chimiques des échantillons de compost

L'analyse physico-chimique a été réalisée sur les deux types de compost le CH et le CC.

### 6.1. Détermination de l'humidité résiduelle

L'humidité résiduelle correspond à la perte de masse observée après chauffage à 105°C de l'échantillon séché à l'air (ou à l'étuve à 45°C).

Sécher Les échantillons E1 et E2 dans un four à 105 °C pendant 24 heures. Calculé ensuite le poids d'eau contenu dans les échantillons, selon la formule suivante :

$$H = \frac{M_0 - M_1}{M_0} \times 100$$

Où H est la teneur en eau en pourcentage du poids de l'échantillon de compost ;

M0: étant la masse initiale d'échantillon séché à 40°C

M1: étant sa masse finale, après séchage à 105°C pendant 24 heures après refroidissement (AFNOR NF X 31-102, 1992).

### 6.2. Mesure de la conductivité électrique

Peser 10 g de l'échantillon E1 et E2. Transvaser cette quantité dans un flacon en polyéthylène, puis ajouter 50 ml d'eau distillée. Fermer le flacon soigneusement puis agiter par mouvement

## Chapitre 2

---

horizontal, pendant 30 min à l'aide d'un agitateur mécanique. Après filtration à travers un papier filtre, mesurer la conductivité de la solution obtenue moyennant un conductimètre (**norme NF X 31-113**)

### 6.3. Dosage de la matière organique

La matière organique est calculée en réalisant la différence de masse entre l'échantillon sec et le même échantillon calciné à 600°C. La calcination est réalisée en déposant l'échantillon dans un four à moufle réglé à 600°C pendant 6 h. Après refroidissement, la matière organique est déterminée selon l'équation suivante :

$$MO = \frac{m_2 - m_3}{m_2} \times 100$$

$m_3$  : étant la masse de l'échantillon après calcination.

$m_2$  : étant la masse de l'échantillon avant calcination

### 6.4. Dosage de carbone organique total

Il a été déterminé à partir de la matière organique comme le montre l'équation suivante :

$$COT = MO / 1,74$$

### 6.5. Dosage de l'azote total L'azote total

L'azote total a été mesuré par la méthode de Kjeldahl modifiée.

Trois prélèvements de poids différents (0,25 g; 0,35 g; 0,55 g), de chaque échantillon sont séchés à l'air libre. Ils sont ensuite mis dans trois tubes de minéralisation. Les tubes ont été additionnés par 4 ml d'acide salicylique/acide sulfurique et agités au vortex. Ces échantillons ont été abandonnés durant toute la nuit à température ambiante. Ensuite, 0,5 g de thiosulfate penta hydraté a été ajouté et les échantillons sont ensuite chauffés jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de mousse. Après refroidissement, 1,1 g de catalyseur de minéralisation a été ajoutés. Un deuxième chauffage des échantillons a été réalisé pendant 7 h jusqu'à ce qu'ils deviennent clairs. Après cette minéralisation, une étape de distillation est entamée. 40 ml de distillat sont récupérés dans un erlenmeyer placé à la sortie du distillateur contenant 5 ml d'acide borique et 20 ml d'hydroxyde de sodium. La dernière étape consiste à réaliser un titrage avec une solution d'acide sulfurique préalablement préparée, jusqu'au virage du vert au rose, noter le volume utilisé (V1), puis titrer 20 ml de H<sub>3</sub>BO<sub>4</sub> contenant l'indicateur mixte avec H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.05N jusqu'au virage de vert au rose. Noter ensuite le volume utilisé (V2) pour le témoin. La teneur en azote

## Chapitre 2

---

Kjeldahl (N) est exprimée en grammes par kilogramme de matières sèches et est donnée pour le titrage de la totalité du distillat par l'équation :

$$N = \frac{(V1-V2) \times c \times 14.01}{m \times Wdr} \times 100$$

Où : c : est la concentration de l'acide chlorhydrique en moles par litre ;

V1 : est le volume de titrage en millilitres ;

V2 est le volume de titrage de l'essai à blanc, en millilitres ;

m est la masse de l'échantillon humide prélevé pour la minéralisation, en grammes ;

Wdr est la teneur en matière sèche de l'échantillon exprimée en pour cent ;

14,01 étant la masse atomique de l'azote.

### 7. Analyses microbiologiques des composts

La densité **de** la microflore est estimée par la méthode classique de suspension- dilution suivie par l'ensemencement sur milieux gélosés répartis **en** boîtes de Pétri stériles.

#### 7.1. Préparation des dilutions

1gramme de chaque compost est dilué dans 10 ml d'eau physiologique stérile (9‰ d'NaCl). Agiter en utilisant un vortex, afin de dissoudre toutes les particules du compost dans l'eau. Cette première dilution représente la solution mère. Prélever 1ml à partir de la solution mère et le transférer dans 9 ml d'eau physiologique stérile, ceci représente la dilution  $10^{-1}$ . Prélever 1ml de la dilution  $10^{-1}$  puis le transférer dans 9 ml d'eau physiologique stérile cela constitue la dilution  $10^{-2}$ . De la même manière, préparer des dilutions jusqu'à la dilution  $10^{-6}$  pour les différents types de compost.

#### 7.2. Isolement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)

##### 7.2.1. Milieu d'isolement

La gélose nutritive (GN) permet d'évaluer la flore totale aérobie mésophile. Ce test est généralement utilisé pour estimer la charge bactérienne d'un échantillon quelconque, cela indique son degré de richesse en bactéries aérobies à une température ambiante.

##### 7.2.2. Ensemencement incubation et dénombrement

Un volume de 0.1ml de chaque dilutions décimale ( $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ), est ensemencé en surface sur une boîte de Pétri contenant le milieu GN. Les boîtes sont incubées à une température de 30°C pendant 48h. Après incubation, les colonies bactériennes sont dénombrées à l'aide d'un compteur de colonies, puis conservées à 4°C, en gélose inclinée dans le milieu GN.

### 7.2.3. Observation microscopique

L'observation microscopique est effectuée après une coloration de Gram. Cette coloration permet de mettre en évidence une organisation structurale de la paroi bactérienne, qui partage les bactéries en deux groupes distincts : les Gram + et les Gram -.

## 7.3. Isolement des champignons

### 7.3.1. Milieu d'isolement

Le milieu utilisé pour l'isolement sélectif des champignons est le milieu PDA préparé au laboratoire en ajoutant 39 g de PDA en poudre dans une litre d'eau distillée stérile.

### 7.3.2. Ensemencement incubation et dénombrement

Pour chaque échantillon de compost, 0.1 ml de chaque dilution allant de  $10^{-1}$  à  $10^{-5}$ , sont ensemencés en surface sur le milieu d'isolement. Les boîtes sont mises à incubation pendant 8 jours, dans une étuve réglée à 30° C. Après cela les colonies de champignons sont dénombrées et conservées en gélose inclinée à 4°C.

### 7.3.3. Observation microscopique

A partir de chaque colonie obtenue, un petit fragment est déposé sur une lame, puis recouvert par une lamelle propre. Cette préparation est ensuite observée directement sous microscope optique aux grossissements 10 X et 40 X.

## 8. Test de germination

Une fois le compost est prêt à l'emploi, nous avons réalisé le test de germination dans des pots percés composés du compost et des semences de coriandre « *Coriandre sativum* » et de cresson « *Lepidium sativum* » (**Fig. 8**). Les pots sont arrosés tous les jours à l'eau du robinet, afin de maintenir une bonne humidité (**Fig 9**). Après 10 jours, la croissance des semences a été évaluée et comparée avec d'autres pots contenant du sol, pris comme témoin.



## Chapitre 2

---

**Figure 8** : Les semences utilisées pour le test de germination : de gauche à droite (graines de cresson et graines de coriandre).

# **Chapitre 3**

## **Résultats et discussions**

### 4. Résultats et discussions

#### 4.1. Caractéristiques générales du compost obtenu

Le compostage des différents tas de la matière organique a duré 03 mois moyennant des arrosages et des retournements selon les besoins. Des observations visuelles ont effectuées régulièrement sur les récipients ceci a abouti à un compost mur qui présente les caractéristiques suivantes :

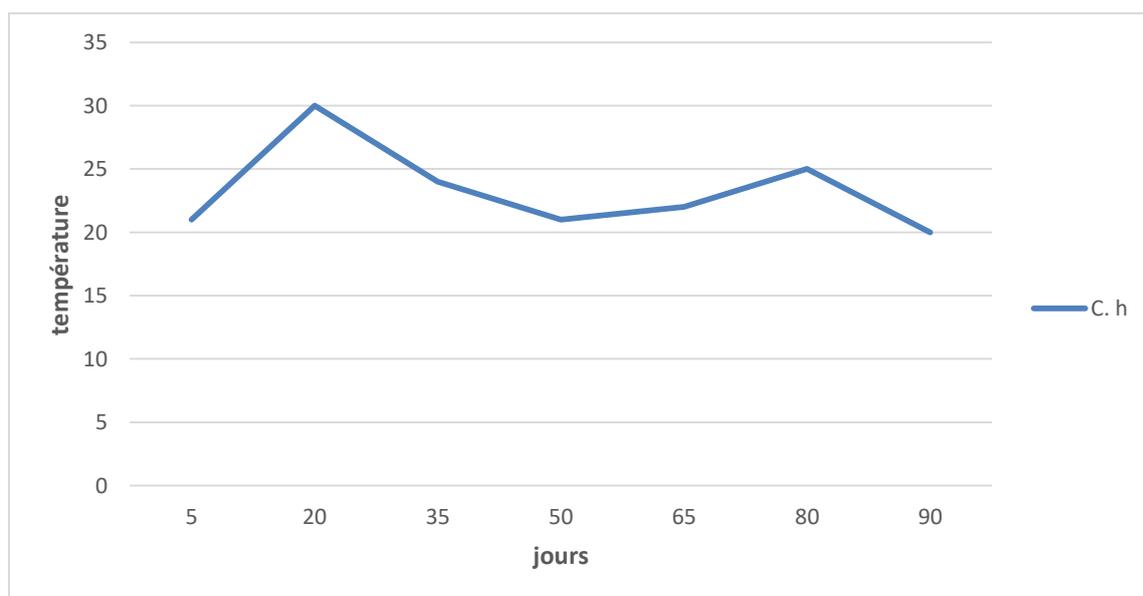
- Il ne dégage pas d'odeur d'ammoniac,
- Sa température est similaire à la température ambiante,
- Il est granuleux, de couleur noir et donne une odeur de terre.

Ce compost a pris une durée de 3 mois et peut servir à améliorer la fertilité physique et organique des différents sols.

#### 4.2. Caractérisation physico-chimique du compost

##### 4.2.1. Evolution de la température au cours du processus du compostage

Les résultats de l'évolution de la température mesurée chaque 15 jour pendant 3 mois lors du compostage sont représentés dans le tableau 2 et illustré dans la figure 9.



**Figure 9** : Evolution de la température au cours de compostage

## Chapitre 3

---

**Tableau 2 : Evolution de la température au cours du compostage**

Jours	Température du CH
5 j	21
20j	30
35j	24
50j	21
65j	22
80j	25
90j	20

L'étude de l'évolution de la température au cours du processus du compostage montre que la température de départ est faible elle est de 21°C au cinquième jour.

Au 20<sup>ème</sup> jour, la température du compost augmente pour atteindre un maximum de l'ordre de 30 °C. Nos résultats corroborent les travaux de (Mishra et al., 2021), qui montrent que la température idéale pour la phase initiale du compostage se situe entre 20 à 45°C. Il faut savoir que la température du compost suit généralement la température de l'air durant les saisons. Notre compostage a été réalisé au mois février où la température ambiante ne dépasse pas les 20°C et chute encore plus le soir. C'est la principale raison que la température de départ de notre compost est légèrement faible.

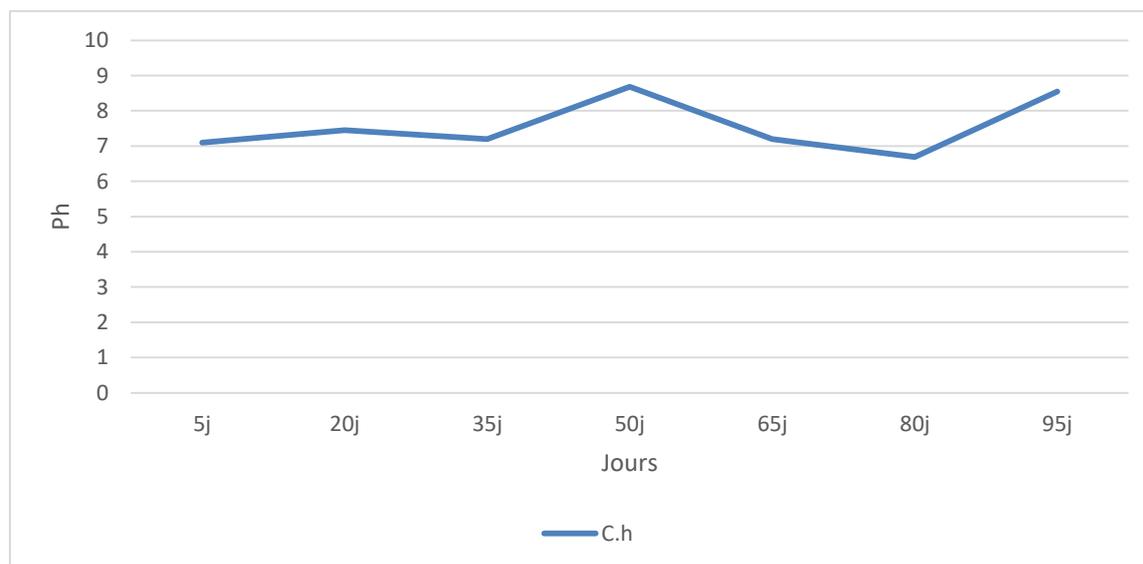
Après 35 jours de compostage, la température commence à chuter pour atteindre des températures de 24°C. Selon (Bayard et Gourdon, 2007), l'élévation de la température est souhaitée au cours de l'étape de fermentation chaude pour deux raisons. D'une part, les vitesses de biodégradation augmentent de manière très significative avec la température. D'autre part, l'élévation de température répond à l'objectif d'hygiénisation du déchet visant à détruire les organismes indésirables éventuellement initialement présents tels que les germes pathogènes. Tandis que (Thompson, 2008), affirme que le compost qui n'a pas atteint une température permettant de tuer les agents pathogènes a donné après un an de compostage, un très bon compost.

Les températures fluctuent ensuite, entre 20 et 25°C jusqu'à la fin du processus de compostage.

### **4.2.2. Evolution du pH au cours du processus de compostage**

## Chapitre 3

Les résultats de l'évolution de pH du compost mesuré chaque 15 jour pendant 3 mois sont représentés dans le tableau 3 et illustré dans la figure 10.



**Figure 10 :** Evolution du pH au cours du compostage humide

**Tableau 3 :** Evolution du pH au cours du compostage

Les jours	pH du CH
5j	7,10
20j	7,45
35j	7,20
50j	8,68
65j	7,20
80j	6,69
95j	8,55

Dans notre travail, le pH dans le composte réalisé varie de 6.69 à 8.55 durant 95 jours. Aux 5èmes jours de fermentation le pH est neutre (pH=7,1). Après cela il tend à devenir progressivement basique jusqu'aux 50 jours il atteint 8,68. Cette variation du pH peut être expliquée par les réactions biologiques de décomposition des déchets ménagers par les micro-organismes responsables de dégradation de la matière organique. Après 50 jours le pH diminue à 6.69, puis augmente de nouveau pour atteindre 8,55. Ces oscillations du pH ont été

## Chapitre 3

---

remarqués dans les travaux de (Attrassi et al., 2005). Ces chercheurs concluent qu'au cours du processus de compostage des déchets ménagers, le pH devient légèrement acide puis augmente progressivement pour devenir neutre puis basique.

### 4.2.3. Calcul de la matière organique et du carbone organique total

Le **tableau 2** montre la variation de la teneur en matière organique et en carbone organique total du compost humide préparé. En ce qui concerne la matière organique, nous observons que le compost a une teneur de 34 %, En ce qui concerne le carbone organique total, nous constatons que le compost a un taux de 25,13 %.

Selon les normes AFNOR, la matière organique doit être supérieure à  $> 30$  %. Nos résultats indiquent un bon pourcentage qui entre dans les normes. En outre, Selon (Castaldi et al., 2008; Tchegue et al., 2012), Le pourcentage de carbone organique total dans le compost provenant des déchets ménagers se situe entre 23 et 35%.

**Tableau 2 :** Estimation de la matière organique et du carbone organique total du compost

<b>Compost</b>	<b>CH</b>
<b>MO (%)</b>	<b>34</b>
<b>COT (%)</b>	<b>25,13</b>

### 4.2.4. Evolution de l'azote total kjeldahl

**Tableau 3 :** Pourcentage de l'azote total kjeldhal du compost

<b>Compost</b>	<b>CC</b>
<b>NTK %</b>	<b>1,06</b>

Selon Mustin (1987), l'augmentation du pourcentage d'azote total pendant le processus de compostage est dû à la dégradation des protéines. Ce taux diminue progressivement avec le temps jusqu'à atteindre une valeur minimale à la fin du compostage pour atteindre 1,045 %. Selon les normes AFNOR le pourcentage de l'azote total d'un compost doit être supérieur à 1 %. Les résultats de l'azote total de notre compost s'accordent parfaitement avec les normes.

## Chapitre 3

---

### 4.2.5. Evaluation de l'humidité (Teneur en eau)

Le **tableau 4** illustre le taux d'humidité du compost produit. On constate un taux d'humidité de 40,4 %. Tous les travaux sur les composts s'accordent à dire qu'il faut entre 40 et 60 % d'humidité pour que le compost provoque une bonne dégradation des matières fermentescible et compostables.

**Tableau 4 :** Evolution de l'humidité du compost

Compost	CH
H %	40,4

### 4.2.6. Evaluation de la conductivité électrique

La conductivité électrique reflète le degré de salinité du compost produit et indique ses possibles effets phytotoxiques/inhibiteurs sur la croissance des plantes (par exemple faible taux de germination, flétrissement, etc...) (Lin, 2008). En général, on ne trouve pas de normes unifiées sur ce paramètre car cela dépend du type de matériaux utilisés et du type de cultures auxquelles il est destiné. Cependant, certaines études ont rapporté que les valeurs allant de 0 à 2 ms/cm conviennent à toutes les cultures. Les valeurs entre 2 et 4 ms/cm, pour les cultures sensibles au sel, dépassant ces valeurs, le compost s'oriente vers les cultures résistantes à la salinité (Richards, 1954). Le tableau 5, représente les résultats de la mesure de la conductivité électrique de notre compost après maturation. On constate une valeur de 2,05, ce taux est très favorable à tous les types de culture.

**Tableau 5 :** Evaluation de la conductivité électrique du compost

Compost	CH
CE ms /cm	2,05

## 5. Analyses microbiologiques

### 5.1. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)

#### 5.1.1. Observation macroscopique

La composition bactérienne est très révélatrice d'un compost vivant. Elle nous informe sur la biodiversité bactérienne de ce substrat. Cette biodiversité mésophiles est nécessaire pour la participation dans la biodégradation de la matière organique et inorganique. Nous avons dénombré un total de colonies bactériennes avoisinant  $207 \times 10^4$  ufc. Ce résultat montre clairement que ce compost est riche en bactérie aérobies mésophiles (Fig 11).



**Figure 11 : Observation macroscopique des colonies bactériennes**

### **5.1.2. Observation microscopique après coloration de Gram**

L'observation microscopique après coloration de Gram au grossissement  $\times 100$  montre des bactéries colorées en violet et d'autres en rose. Ce sont des Gram + et des Gram -, avec une majorité des bactéries Gram+.

### **5.1.3. Dénombrement des champignons**

L'observation aux grossissements GX40 montre la présence de colonies fongiques (Fig 12). Ce sont trois types de colonies qui prédominent. Des études supplémentaires sont nécessaires afin d'identifier ces champignons.



**Figure 12 : Observation macroscopique des colonies fongiques présentes dans le compost**

## Chapitre 3

---

### 6. Test de germination

Au cours de notre expérimentation nous avons mené à la fin du compostage, un test de germination, avec des graines de coriandre et des graines de cresson. Cet essai est mené pour tester la qualité du compost obtenu avec les déchets ménagers.

#### 6.1. La coriandre

La maturité du compost est une importante caractéristique à considérer pour l'évaluation de sa qualité (Compaore et al ; 2010).

Dans notre expérience les résultats du test de germination sur les graines de coriandre montrent que la vitesse de germination dans le compost est plus rapide que sur le sol. La coriandre a germé au cours de 7 jours dans le compost contre 15 jours sur le sol.

Après 45 jours on observe une différence de qualité et de quantité avec entre les pots additionné de compost et les pots sans. La longueur des tiges est presque la même qui est de 8 cm. Le nombre de germes développés est deux fois plus avec le compost que sans (Fig 13)

Jours	Sol 100%	Compost 100%
1		
7		
15		



**Figure 13 :** Résultats de test de germination de la coriandre

### 6.2. Les graines de cresson

#### 6.2.1. Test de maturité du compost

Les méthodes d'évaluation de la maturité dépendent des tests de germination et du test de phyto-toxicité (Francou, 2003). Les graines de cresson ont été utilisées pour les tests de germination. Les tests de phyto-toxicité ont été réalisés également sur les mêmes graines en changeant les doses du compost incorporés qui varient de 0 à 100 % (Francou, 2003). Dans nos investigations, nous avons fait un test de germination sur des grains de cresson avec deux composts (humide et commerciale) et 100 % de sol pris comme témoin. Pour les tests de phyto-toxicité, nous avons testés les doses (25 %, 50 %, 100 %). Les résultats observés révèlent un taux de germination élevé comparé au témoin. Une croissance importante du cresson est également remarquée sur toutes les doses, indiquant que ce compost humide ne présente pas de phyto-toxicité (Fig 14). Selon (Attrassi et al.2007) l'incorporation d'une dose de 33 % de compost au sol permet un taux de germination de 85,71 % pour la variété TARIK(Blé) et 62,42 % pour la variété Combella (tomate). En revanche, les cultures sur un substrat contenant 66 à 100 % du compost sont plutôt réprimées. Ceci signifie que l'apport du

## Chapitre 3

compost au sol, pendant la germination, doit se faire selon un dosage et selon les espèces cultivées. (Compaore et al, 2010), explique que l'effet dépressif du compost n'est pas seulement lié à l'immaturation du compost mais aussi aux doses de compost apporté, ces résultats sont en accord avec ceux d'Abad Berjon et al, (1997). Les causes possibles de phytotoxicité sont nombreuses : échauffement racinaire et immobilisation de l'azote dus à la stimulation de l'activité microbienne du sol, forte salinité, excès d'ammoniac, présence d'acides organiques, présence de pathogènes ou de métaux (Garcia et al., 1992 ; Abad berjon et al., 1997). Alors que pour Compaore et al, (2010), l'effet phytotoxique du compost immature est dû, entre autres causes, à l'émission d'ammoniaque. Ainsi, plusieurs études montrent que la stabilisation des composts entraîne une diminution du risque de phytotoxicité (Francou, 2003).

Ces deux résultats obtenus, confirment que notre compost est mûr. Nous remarquons aussi que le pourcentage de germination avec est supérieur à 50 %.

Jours	Compost 25%	Compost 50%	Compost 100%	Sol 100%
1				
5				
10				
15				

## Chapitre 3

---

**Figure 14** : Résultat du test de germination du cresson

Pour le compost commercial, nous constatons également les mêmes résultats (Fig 15)

Jours	Compost 25 %	Compost 50 %	Compost 100%	Sol 100%
1				
5				
15				

**Figure 15** : Résultat de germination du cresson sur le compost commercial

# Conclusion

## Conclusion

---

### Conclusion

L'augmentation du volume des déchets se fait ressentir de jour en jour. Ce problème accroît les atteintes à l'environnement et à la santé publique. La nécessité de résoudre le problème de ces déchets par le tri, le recyclage et la valorisation est d'une importance certaine. Les moyens biologiques restent les plus économiques et les plus durables, afin d'y remédier à ce phénomène alarmant. Le compostage constitue une des techniques les plus prometteuses et la moins coûteuse qui répond aux exigences des agriculteurs afin d'améliorer la fertilité et la productivité des sols. En outre, cette technique permet une meilleure gestion des déchets.

Cette étude nous a permis de produire un compost à partir de déchets ménagers domestiques. Nous avons également évalué quelques paramètres physico-chimiques et microbiologiques du compost produit. Le suivi de la température au cours du processus de compostage, montre un début de l'ordre de 21°C. Ce n'est qu'au 20<sup>ème</sup> jour, que la température du compost augmente pour atteindre 30 °C, Après 35 jours de compostage, la température commence à chuter pour atteindre des températures de qui dégringolent à 20°C, jusqu'à la fin du processus de compostage.

Le deuxième paramètre étudié est le pH. Il fluctue de l'acidité (6.69) à l'alcalinité (8,8) durant les 95 jours du processus. Cette variation du pH peut être due aux différentes réactions biologiques de décomposition des déchets ménagers par les microorganismes qui y prolifèrent.

Le compost obtenu a une teneur de 34 % de matière organique et 25,13 % de carbone organique total. Ce sont des données qui entrent dans les normes. Le pourcentage de l'azote kjeldahl de notre compost, est de 1,06. Elle s'accorde parfaitement avec les normes Afnor.

L'humidité est de 40,4 %, cela permet une bonne dégradation des matières fermentescibles et compostables.

Concernant la conductivité électrique, on constate une valeur de 2,05, ce taux est très favorable à tous les types de culture.

Le dénombrement de la FTAM avoisine les 207.10<sup>4</sup> ufc. Ce compost est riche en bactéries aérobies mésophiles. Ce sont des bactéries Gram + et des Gram -, qui représentent cette flore bactérienne aérobie. La majorité de ces bactéries sont des Gram+. Le dénombrement des champignons montre la présence de trois types de colonies fongiques distinctes.

## Conclusion

---

Les cultures des graines de la coriandre en présence du compost produit dans cette étude, montrent que la germination des graines est bien favorisée et plus rapide que celle des cultures sans compost. En effet, la coriandre a germé au cours de 7 jours seulement, contre 15 jours sur un sol sans compost et après 45 jours la différence de qualité et de quantité est bien claire. Le nombre de germes développés est deux fois plus avec le compost que sans.

Les tests de maturité et de phyto-toxicité évalués sur les graines de cresson sont très appréciables en comparaison avec un compost commercial.

Les perspectives d'emploi de ce genre de technique durable doit à notre avis être encouragée et financée dans notre pays.

# Référence

## Référence

**Ademe, (2001)** Déchets organiques– Essai agronomique de plein champ d'un compost de déchets verts Paris, France.

**Ademe, (2008).** Guide pratique sur le compostage. ADEME édition, Paris, 20 pages.

**Attrassi B., Merabet L., Douira. A, Aunine .K et El haloui.L, (2005).** Étude de la valorisation des déchets ménagers. Revue de biotechnologie et l'environnement.

**Bayard. R, Gourdon.R., (2007).** Traitement biologique des déchets. Edition : Techniques de l'ingénieur. P 1-23.

**Bernal, M.P., Albuquerque, J.A., Moral, R., (2009).** Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. Bioresouressource Technology 100, 5444-5453.

**Castaldi P., Alberti G., Merella R., Melis P., (2005).** Study of the organic matter evolution during municipal solid waste composting aimed at identifying suitable parameters for the evaluation of compost maturity. Waste Manag 25(2) :209– 213

**Charnay F. (2005).** Compostage des déchets urbains dans les pays en développement : élaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost. Chimie et microbiologie de l'eau .université de limoges : école doctorale science – technique – santé, 2005 ,277

**Chennaoui M., Salamay., Makan A., Mountadar M.,( 2016).**Compostage en cuve des déchets ménagers et valorisation agricole du compost obtenu. ISSN 2170-1318 Algerian journal of aridenvironment.vol. 6, n°2, décembre 2016: 53-66.14p.

Monitoring and evaluating composting proceance. Journal Water Pollution

**Couplan. F, Marmy.F.,( 2009).** Jardinez au naturel : jardin bio facile. Edition : Sang de la terre et groupe Eyrolles. 314 p.

**Compaoré E., Nanema L. S., Bonkougou S., Sedogo M. P. (2010).** Évaluation de la qualité de composts de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso pour une utilisation efficiente en agriculture. Journal of applied biosciences33 : 2076-2083.

**Dupriez. N, Leener. P.,( 1987).** Jardin et verger d'Afrique. Edition, Terre et vie, Belgiq

**FAO,( 2005).** Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole, in : R. V. ; Roy Misra, R. N. ; Hiraoka, H. (Eds.), Documents de travail sur la Terre et les Eaux. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, 36.

**Forster.J.C.W. Zech and E.Wurdinger. (1993).** Comparison of chemical and microbial methods for the characterization of the maturity of composts from contrasting sources. *Biol. Fertil Soils.* 16 : 93-99.

**Francou C.( 2003).** Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains : Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage : Recherche d'indicateurs pertinents. Thèse de doctorat d'état. Dissertation, Institut national agronomique. Paris- Grignon, France. 288-289p.

**Hamzaoui,S, (2011),** Gestion et impact des déchets solides urbains sur l'environnement, ELTARF commune, mémoire de magister, Université hadji mokhtar, Annaba

**Haug R.T., (1993).** The practical handbook of compost engineering, Boca Raton, Florida. 717.

**Julien R. (2005).** Typologie et analyse de la gestion des déchets municipaux ordures ménagères et déchets de marché. Ressources naturelles et environnement.

**LARBI M. (2006).** Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques. Thèse de Doctorat Es-Sciences. Faculté des Sciences de l'Université de Neuchatel, Institut de Botanique.

**Lashermes G. (2010).** Evolution des polluants organiques au cours du compostage de déchets organiques : approche expérimentale et modélisation (Doctoral dissertation, AgroParisTech).

**Lhuiier D et cochin Y., (1999),** Des déchets et des hommes, Paris : Desclée de Brouwer, 185p.

**Liang C ., Das K.C.Et Clendon R. W. (2003).** The influence of temperature and moisture contents regimes on the aerobic microbial activity of a solids composting blend. *Bioresource technology,* 86 :131-137p.

**Lin C., (2008).** A negative-pressure aeration system for composting food wastes. *Biores. Technol.,* 99 : 7651–7656.

**Mishra, S. ; Mishra, S.K. ; Mishra, S.K. ; Yadav, K.D. (2021).** Energy Assessment of rotary drum and aerated in-vessel for composting of garden waste. *Res. Sq.* 1–16.

**Misra. RV, Roy. RN, Hiraoka. H., (2005).** Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole. Documents de travail sur les terres et les eaux. Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture, Rome.51P

**Mustin M. (1987).** Le compost, gestion de la matière organique. Ed. François Dubusc Paris: 954p

**Oudart, D., Paul, E., Robin, P., Paillat, J.M., (2012).** Modeling organic matter stabilization during windrow composting of livestock effluents. *Environmental Technology* 33 (19), 2235-2243.

**Paillat, J. M. (2009).** Compostage des matières organiques d'origine animale : bilan environnemental.

**Puyuelo, B., Gea, T., Sanchez, A., (2010).** A new control strategy for the composting process based on the oxygen uptake rate. Article in press Chemical Engineering journal (2010),doi : 10.1016/j.cej.2010.09.011.

**Ramdani.N.(2015).** Transformation de la matière organique au cours du co-compostage de boues de station d'épuration et de déchets verts: Approche expérimentale pour une production durable de compost. Thèse de doctorat : Chimie. Oran : Université d'Ahmed Bella.29p

**Richards, L.A. (1954)** Diagnosis and Improvement of Saline Alkali Soils, Agriculture, 160, Handbook 60. US Department of Agriculture, Washington DC.

**Sahnoune tayeb, (2005),** vers un développement urbain durable...Phénomène de prolifération des déchets urbains et stratégie de préservation de l'écosystème .mémoire de Magister, Université Mentouri, Constantine.

**Smars, S., Gustafsson, L., Beck-Friis, B., Jonsson, H., (2002).** « Improvement of the Composting time for household waste during an initial low pH phase by mesophilic temperature control. ».

**Tahraoui Douma, N. (2013).** Valorisation par compostage des résidus solides urbains de la commune de Chlef, Algérie (Doctoral dissertation, Limoges).

**Tchegue Sanonka , Koffi A. , Magnoudéwa Bodjona , Moursalou Koriko , Mohamed Hafidi, Gnon Baba et Gado Tchangbedji, (2012).** Effets des composts à base de déchets d'agrumes et du tourteau de karité sur la disponibilité du phosphore du sol : une étude en conditions contrôlées Int. J. Biol. Chem. Sci. 6(3) : 1381-1389.

**Thomson.K.,( 2008).**compost. Éduction : Ouest-France. 199p.

**Waas, E., Adjademé, N., Bideaux, A., Deriaz, G., Diop, O., Guené, O., Laurent, F., Meyer, W., Pfammatter, R., Schertenleib, R., Touré, C., (1996).** « Valorisation des déchets ménagers organiques dans les quartiers populaires des villes africaines. » Genève, Suisse, SKAT.142.

**Yulipriyanto H. (2001).** Emission d'effluents gazeux lors du compostage de substrats organiques en relation avec l'activité microbiologique (nitrification/dénitrification) (Doctoral Dissertation, Université Rennes 1).34p

**Zurbrugg, C., Ahmed, R., (1999).** « Enhancing Community Motivation and Participation in Solid Waste Management. » SANDEC News 4.

**Références réglementaire**La loi N° 01-19 du 12 décembre 2001 du Journal Officiel de la République Algérienne (J.O.R.A) N° 77 en 2001, relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets

## ملخص

يتعلق هذا العمل البحثي بالدراسة التجريبية للهضم الهوائي للنفايات المنزلية. سمحت لنا هذه الدراسة بإنتاج سماد رطب وتقييم معايير الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية.

في هذا العمل ، قمنا بتقييم جودة السماد المنتج من خلال تحليل بعض المعايير الهامة. يبدو أن درجة الحرارة القصوى للسماد هي 30 درجة مئوية ، ويتأرجح الأس الهيدروجيني بين الحمض (6.69) والقاعدية (8.55) طوال عملية التسميد. كما أن هناك نسبة رطوبة عالية تصل إلى 40.4% ، والمواد العضوية 34% ، وإجمالي الكربون العضوي 25.13% ، والنيتروجين الإجمالي 1.06% ، والموصلية الكهربائية 2.05%. كل هذه المعلمات تقع ضمن معايير (AFNOR) يكشف المكون الميكروبي عن عدد من (FTAM)، والذي يبلغ حوالي  $10^4$  ufc 207 وهو Gram+ الذي يهيمن. تظهر الأبحاث الفطرية وجود ثلاثة أنواع من المستعمرات الفطرية. تعتبر اختبارات الإنبات على بذور الكزبرة وبذور الجرجير مرضية وحاسمة مقارنة بالسماد التجاري. لا يسبب أي سمية نباتية.

الكلمات المفتاحية : نفايات المنزلية. سماد هوائي. سماد رطب. جرجير. كزبرة

## **Abstract**

This research work concerns the experimental study of the aerobic digestion of household waste. This study allowed us to produce a wet compost and to evaluate its physico-chemical and microbiological parameters.

In this work, we evaluated the quality of the compost produced, by analyzing some important parameters. It appears that the maximum temperature of compost is 30°C, the pH fluctuates between acid (6.69) and basic (8.55) throughout the composting process. There is also a high humidity rate of 40.4%, organic matter of 34%, total organic carbon of 25.13%, total nitrogen of 1.06% and electrical conductivity of 2.05%. All these parameters fall within the AFNOR standards. The microbial component reveals a number of the (FTAM), which is around  $207 \times 10^4$  cfu. It is the Gram + which dominate. Fungal research shows the presence of three types of fungal colonies.

Germination tests on coriander seeds and watercress seeds are quite satisfactory and conclusive compared to commercial compost. It does not present any phyto-toxicity.

Keywords : household waste, aerobic composting, Wet compost, watercress, coriander

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master**

**Filière Sciences Biologique  
Spécialité : Écologie Microbienne**

**Titre : Contribution à l'étude du compostage aérobie des déchets ménagers pour la production d'un compost domestique**

**Résumé**

Ce travail de recherche porte sur l'étude expérimentale de la digestion aérobie des déchets ménagers. Cette étude nous a permis de produire un compost humide et d'évaluer ses paramètres physico-chimiques et microbiologiques.

Dans ce travail, nous avons évalué la qualité du compost produit, par l'analyse de certains paramètres importants. Il apparaît que la température maximale du compost est de 30°C, le pH fluctue entre acide (6.69) et basique (8.55) durant tout le processus du compostage. On constate aussi un taux d'humidité important de 40,4 %, une matière organique de 34%, le carbone organique total de 25,13 %, l'azote total de 1,06 % et une conductivité électrique de 2,05%. Tous ces paramètres entrent dans les normes AFNOR. La composante microbienne révèle un nombre de la (FTAM), qui avoisine  $207.10^4$  ufc, Ce sont les Gram + qui dominent. La recherche des champignons montre une présence de trois types de colonies fongiques.

Les tests de germination sur les graines de la coriandre et sur les graines de cresson sont tout à fait satisfaisants et concluants comparativement à un compost commercial. Il ne présente aucune phytotoxicité.

**Mot clés :** déchet ménager, compostage aérobie, compost humide, cresson, Coriandre

**Membre du jury :**

**Encadrant :** BOUDEMAGH Allaoueddine (Prof - UFM, Constantine 1).

**Président :** ZERMANE Ferial (MAA - UFM, Constantine 1).

**Examineur :** LIFA Maroua (MAA - UFM, Constantine 1).

**Présentée par :** Saoudi Khawla et Boussalia Douniya

**Année universitaire :** 2022 -2023