



Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques  
Département écologie et environnement

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue d'obtention du diplôme de master académique en  
écologie et environnement.

Spécialité : Protection des écosystèmes

### THEME

# Essai de valorisation des biodéchets par compostage au niveau de la résidence universitaire Hasnaoua 2, et analyse microbiologique du compost

**Présenté par :** Ait Kaci Yasmine Imene. - Bourahla Amina Yamina.

**Soutenu devant le jury :**

President :	Mr OUDJIANE A.	M.A.A	U .M.M.T.O
Promotrice:	Mme METNA F.	M.C.A	U.M.M.T.O
Co- promoteur:	Mr Slimani R.	Doctorant	U.M.M.T.O
Examineur:	Mme Chibane G.	M.A.A	U.M.M.T.O
Examineur:	Mme Kanane M.	Doctorante	U.M.M.T.O

Année Universitaire : 2021/2022.

## *Remerciement*

Ces pages sont l'occasion pour nous de présenter tous notre vif remerciement et notre profonde reconnaissance pour toutes personnes qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de ce mémoire.

Nous tenons tout d'abord a remercié Mme **Metna F.** Maîtres de conférences classe A à l'U.M.M.T.O pour la confiance qu'elle nous atémoignée en nous accordant la réalisation de ce projet.

Nous avons bénéficié d'un très bon encadrement et de précieux conseils qui nous ont permis de mener ce projet de recherche le mieux possible.

Nous remercions tout particulièrement notre co-promoteur **Mr Slimani R.** doctorant en protection des écosystèmes à l'U.M.M.T.O, de nous avoir accompagnés et orientés durant notre formation et pour son aide très précieuse.

### **Nous remercions les membres du jury**

**Mr Oudjiane A.** Maître assistant classe A à l'U.M.M.T.O. de nous avoir fait l'honneur de présider le jury.

Nous exprimons également nos remerciements à **Mme Chibane G.** Maître assistant classe A à l'U.M.M.T.O de nous avoir honoré d'accepter de bien vouloir évaluer et examiner notre travail.

Ainsi que Mme **Kanane M.** doctorante en protection des écosystèmes à l'UMMTO d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous remercions aussi **Mme Smail-Sadoune N.** pour son aide et ses conseils précieux et toute son équipe du laboratoire pour leur aide.

Nous remercions tout particulièrement **Mme Kenfoud O.** la propriétaire du laboratoire « Agrolab Qualité » pour son accueil et son aide.

Nos remerciements vont enfin, à la directrice de la résidence universitaire Hasnaoua 2 et tout le personnel de nous avoir ouvert leur porte, pour leur gentillesse, compréhension et leur aide si précieuse.

## ***Je dédie ce modeste travail***

*A la mémoire de ma très chère grand-mère « **Yemma** » qui nous a quitté brusquement, que dieu tout puissant l'accueille dans son vaste paradis*

*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 adorables sœurs **Asma** et **Lamia** et mon chère petit frère **Lamine***

*A mon beau frère **khaled***

*A mes chers grands-parents maternels et mon grand-père paternel.*

*A mes oncles et tantes maternels et paternels.*

*A mon Binôme **Amina** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

*A mes meilleures amies **Amina**, **Asma** et **rayda** celles qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotions lors de la réalisation de ce travail et à qui je souhaite beaucoup de réussite et de succès.*

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

**YASMINE.**

## **Je dédie ce modeste travail.**

A la mémoire de mes grands- parents : **Ammar, Chabane, Yamina.**

A ma grand- mère **Dehbia.**

A mes très chers parents qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui,

A mon père, mon pilier qui me soutient en tout se que je fais, qui me pousse toujours vers le haut qui a sacrifié sa vie rien que pour nous voir ce que nous sommes aujourd'hui.

A ma très chère maman qui est la boussole qui m'oriente vers le droit chemin.

A ma très chère sœur **Lydia** et mon cher frère **Mohamed Amine.**

A mon beau-frère **Idir** et ma belle-sœur **Axelle.**

A mes très chers neveux : Alya, Selyan, Anae, Alix, Nael, Ilan qui ont fait de moi la plus heureuse des taties au monde.

A mes tantes et oncles, à tous mes cousins et cousines qui ont contribués de prés ou de loin.

A mon binôme **yasmine** qui ma soutenue et supporté durant cette période qu'on a traversé ensemble.

A mes très chères copines : **Rayda, Asma, yasmine** qui m'ont soutenue et aidée tous au long de cette période.

A une des plus belle rencontre de cette année **Nassima** qui m'a aidée pour la réalisation de ce travail.

A tous mes amis qui ont étaient la pour me soutenir.

A toute personne qui m'a aidée tous au long de mon parcours.

**AMINA.**

## Liste des figures :

<b>Figure 1</b> : schéma simplifié du processus du compostage. ....	8
<b>Figure 2</b> : situation géographique de la zone d'étude (RUH2). ....	25
<b>Figure 3</b> : Réfectoire et restaurant de la RUH2. ....	26
<b>Figure 4</b> : Incinération locale des déchets au niveau de la RUH2. ....	27
<b>Figure 5</b> : Mise en place des deux composteurs. ....	29
<b>Figure 6</b> : La fraction organique. ....	29
<b>Figure 7</b> : Mise en composteur des déchets. ....	30
<b>Figure 8</b> : Grignon d'olive. ....	30
<b>Figure 9</b> : Sciure de bois. ....	31
<b>Figure 10</b> : Mesure du pH. ....	32
<b>Figure 11</b> : Prise de température (thermo-compost). ....	33
<b>Figure 12</b> : Test de poignée. ....	34
<b>Figure 13</b> : Arrosage du compost. ....	35
<b>Figure 14</b> : Homogénéisation des déchets par retournement. ....	36
<b>Figure 15</b> : Prélèvement d'un échantillon à l'aide d'un quadra. ....	36
<b>Figure 16</b> : Peser 10g du compost. ....	37
<b>Figure 17</b> : Technique de dilution ....	38
<b>Figure 18</b> : Matériaux utilisé pour le test de germination. ....	40
<b>Figure 19</b> : Broyer et tamiser le compost. ....	40
<b>Figure 20</b> : préparation des alvéoles. ....	41
<b>Figure 21</b> : Evolution de la température du composteur contenant du grignon d'olive. ....	42
<b>Figure 22</b> : Evolution de la température du composteur contenant de la sciure de bois. ....	43
<b>Figure 23</b> : Evolution du pH des deux composteurs ....	44

<b>Figure 24</b> : couche blanchâtre .....	<b>45</b>
<b>Figure 25</b> : A : observation des champignons sur boite pétri. B : observation sous microscope optique ( <i>cladosporium</i> ).....	<b>48</b>
<b>Figure 26</b> : A : observation des champignons sur boite pétri. B : observation sous microscope optique ( <i>chrysonilia</i> ).....	<b>48</b>
<b>Figure 27</b> : A : observation des champignons sur boite pétri. B : observation sous microscope optique ( <i>aspergillus</i> ).C : observation sous microscope optique ( <i>penicillium</i> ) .....	<b>49</b>
<b>Figure 28</b> : A : observation des champignons sur boite pétri. B : observation sous microscope optique ( <i>monilinia</i> ).....	<b>49</b>
<b>Figure 29</b> : taux de germination des deux graines dans le compost GO .....	<b>52</b>
<b>Figure 30</b> : taux de germination des deux graines dans le compost GO .....	<b>52</b>

**Liste des tableaux :**

**Tableau 1 :** Matériaux susceptible d'être compostés ..... 11

**Tableau 2 :** Evolution de la diversité fongique au cours du processus ..... 46

**Tableau 3 :** Classification des genres fongique recensés ..... 47

**Tableau 4 :** Absence ou présence des germes pathogènes ..... 50

**Tableau 5 :** Nombre de graines germés dans les différents composteurs ..... 51

### **Liste des abréviations :**

**ADEME** : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

**CCME**: Canadian Council of ministers of the environment.

**C/N** : Carbone/ azote.

**CET** : Centres d'enfouissement technique.

**CEC** : Capacité d'échange cationique.

**CMS** : Centre médical social.

**DMA** : Déchets ménagers et assimilés.

**GO** : Grignon d'olives.

**IG**: Indices de germination.

**MO**: Matière organique

**NPP** : Nombre plus probable

**pH** : Potentiel hydrogène.

**RUH2** : Résidence universitaire hessnaoua 2.

**SB** : Sciure de bois.

**SNC** : société en nom collectif

**T°** : Température.

**UMMTO** : Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou.

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction .....	1

## **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

### **I- Généralité sur les déchets**

1. DEFINITION DES DECHETS .....	3
2. DECHETS MENAGERS ET ASSIMILES.....	3
3. COMPOSITION DES DECHETS MENAGERS ET ASSIMILES (DMA).....	3
3.1. Déchets biodégradables.....	3
3.2. Déchets non biodégradable .....	3
4. GESTION DES DECHETS MENAGERS ET ASSIMILES .....	4
4.1. Pré-collecte .....	4
4.2 Collecte .....	4
4.3. Transport .....	4
4.4. TRAITEMENT.....	5
Centre d'enfouissement technique (CET).....	7
CET de classe I .....	7
CET de classe II .....	7
CET de classe III.....	7
II. GENERALITES SUR LE COMPOSTAGE .....	8
1. DEFINITION DU COMPOSTAGE .....	8
2. PROCESSUS DU COMPOSTAGE.....	8
2.1. Phase mésophile.....	8
2.2. Phase thermophile .....	9
2.3. Phase de refroidissement.....	9
2.4. Phase de maturation .....	9
3. OBJECTIFS DU COMPOSTAGE .....	10
4. MATERIAUX COMPOSABLES .....	11
Tableau 1 : Matériaux susceptibles d'être compostés (Michaud ,2007).....	11
5. PRINCIPAUX PARAMETRES DU COMPOSTAGE.....	12
5.1. pH (équilibre acide /base) .....	12
5.2. Granulométrie .....	12
5.3. Oxygène .....	12
5.4. Température .....	12
5.5 Humidité .....	12
5.6 Rapport Carbone/Azote.....	13
5.7. Micro-organismes .....	13

5.8. Macro –organismes .....	13
6. TECHNIQUES DU COMPOSTAGE : .....	13
7. AVANTAGES DU COMPOSTAGE .....	14
7.1. Matière organique du sol .....	14
7.2. Abondance et diversité microbienne .....	14
7.3. Elimination des maladies du sol.....	14
7.4. Disponibilité des nutriments.....	15
III. COMPOST .....	16
1. DEFINITION DU COMPOST.....	16
2. QUALITE DU COMPOST .....	16
2.1. Paramètres physique .....	16
2.2. Paramètre chimique .....	18
2.3. Paramètres biologiques .....	19
3. Utilisations du compost.....	20
IV. MICROBIOLOGIE DU COMPOSTAGE.....	22
1. BACTERIES.....	22
2. CHAMPIGNONS.....	22
3. ACTINOMYCETES .....	22

## **Chapitre II: présentation du site d'étude**

1. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE .....	25
2. STRUCTURE DE LA RESIDENCE .....	26
3. PERSONNEL .....	27
4. GESTION DES DECHETS AU NIVEAU DE LA RESIDENCE .....	27

## **Chapitre III: Matériel et méthodes**

1. OBJECTIF .....	28
2. CHOIX DE LA ZONE D'ETUDE.....	28
3. PROTOCOLE EXPERIMENTAL .....	28
3.1. Essai de valorisation des Bio- déchets par compostage .....	28
3.2. Préparation de la plateforme et installation des composteurs .....	28
3.3. Récupération des Bio- déchets .....	29
3.4. Mise en composteur des déchets .....	30
4. SUIVIE DES PARAMETRES DU COMPOST .....	32
4.1 pH.....	32
4.2 Température .....	33
4.3. Humidité .....	33
4.4. Aération.....	35
5. ECHANTILLONNAGE DU COMPOST POUR L'ETUDE DES MICRO-ORGANISMES .....	36
5.1 Méthode d'échantillonnage.....	36

5.2. Dénombrement et identification de la microflore et des germes pathogènes présents dans un compost.....	37
--	----

## **Chapitre IV: Résultats et discussion**

1. PARAMETRE DU COMPOSTAGE.....	42
1.1. EVOLUTION DE LA TEMPERATURE.....	42
1.2. EVOLUTION PH.....	44
1.3. EVOLUTION DE L'HUMIDITE.....	45
1.4. AERATION.....	45
1.5. RESULTAT D'ISOLEMENT ET IDENTIFICATION DE LA DIVERSITE FONGIQUE.....	46
1.6. GERMES PATHOGENES.....	50
1.7. TEST DE GERMINATION.....	51
1.7.1. Taux de germination.....	52
Conclusion.....	57

Références bibliographiques

Annexe

# *Introduction*

### Introduction

La croissance démographique qu'a connue notre planète au cours du dernier siècle a été d'une ampleur sans précédent. Sa population est passée, en cent ans, de quelques 1,7 milliards à 6 milliards. Cette très forte augmentation du nombre d'utilisateurs des ressources communes, combinée à des changements spectaculaires des modes et des volumes de production et de consommation a conduit de plus en plus fortement à l'impact de l'activité humaine sur notre environnement naturel, notamment en raison de la diversification des déchets qui est passée de type organique à des types plus complexes. Ceci est lié au fait de l'évolution spectaculaire de l'industrialisation et de la concentration des déchets qu'elle induit (Ngo et Régent, 2004).

En Algérie, la quantité de déchets ménagers et assimilés a connu une augmentation substantielle au cours des dernières décennies en raison d'une croissance démographique galopante conjuguée à une urbanisation non maîtrisée. Ce phénomène est accentué en raison d'insuffisance de moyens et d'équipements appropriés (Mate, 2008).

Selon le rapport de l'AND publié en 2022, les quantités de déchets ménagers et assimilés DMA, produites annuellement en Algérie sont estimées à 13 millions de tonnes dont 30% seulement sont recyclables et un algérien en zone urbanisée génère quotidiennement environ 0,7 kg de déchets. Ils sont constitués de 60 % de déchets organiques biodégradables. Dans les grandes villes, cette production est proche de 0,9 kg/habitant /jour. Ces chiffres sont alarmants en l'absence d'un plan national de gestion des DMA efficace et où le seul mode de traitement est la mise en décharge.

Selon Mustin, (1987) le but du compostage est de faire un produit de qualité qui participe au retour au sol de la matière organique, et des éléments qui lui sont associés. La qualité du composte sera liée aux matières premières utilisées et à la manière dont le processus sera mené.

D'après Nouria et *al.*, (2012), l'inventaire de la microflore du compost est une étape préliminaire nécessaire avant toute approche de valorisation et d'utilisation du compost comme amendement du sol et source de nutriments pour les plantes. En effet, la connaissance de la diversité fongique dans le compost est essentielle pour déterminer son mode d'application optimal, son impact sur la fertilité du sol.

Notre étude s'inscrit dans le projet de recherche qui porte sur la gestion des déchets ménagers et assimilés dans l'une des résidences universitaires Tizi Ouzou (Hasnaoua 2). Faisant suite à d'autres travaux et études qui se réalisent chaque année dans ce domaine, citons les travaux de Slimani & Chemim (2018), Chellah & Dehissi (2018), Bachir (2016) et Ouali & Mahiout

(2019)...etc. Elle a pour objectif de valoriser les déchets organiques (fraction fermentescible des déchets ménagers et assimilés, la sciure de bois et le grignon d'olives).

Notre travail consiste à réaliser :

- Un essai de valorisation des bios déchets par compostage à l'aide de deux apports carbonés (sciure de bois, grignons d'olive).
- Suivi des paramètres des différentes phases (pH, température, humidité, aération, la charge bactérienne et la diversité fongique des deux composts).
- Proposition d'un plan de gestion plus durable.

Ce travail est structuré en quatre chapitres:

Dans le premier chapitre, qui est consacré aux notions de base liées au domaine de la gestion des déchets, le deuxième chapitre étant la présentation de la région et du site d'étude, dans le troisième chapitre, on trouve la méthodologie suivie ainsi que le matériel utilisé lors de la réalisation de notre travail, dans le quatrième chapitre, nous avons présenté, traité et discuté les résultats obtenus et enfin une conclusion .

*Chapitre I : synthèse  
bibliographique*

**I. Généralités sur les Déchets****1. Définition des déchets**

Un déchet correspond à tout matériau, substance ou produit qui a été jeté ou abandonné car il n'a plus d'utilisation précise, il peut être caractérisé par sa nature, mais également par son producteur, son mode de collecte ou l'organisme qui le prend en charge.

La loi algérienne n°01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets définit– dans l'article 3 - le déchet comme étant : « 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»

**2. 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 ( loi n° 01-19)

**3. Composition des déchets ménagers et assimilés (DMA)**

Selon leur nature, les déchets ménagers peuvent être classés en deux catégories: Déchets dégradables (biodégradables) et les déchets non dégradables (non biodégradables).

**3.1. Déchets biodégradables**

Ce sont les déchets pour lesquels les facteurs abiotiques assurent seuls leur décomposition ; dans le cas où la décomposition est assurée par les micro-organismes (bactéries ou champignons), on parle des déchets biodégradables. Exemple la matière organique.

**3.2. Déchets non biodégradable**

Ce sont les déchets qui proviennent surtout des nouvelles techniques industrielles, résistent à la décomposition, et se décomposent difficilement. Exemple les sachets et autres plastiques (paradis et al ,1983).

#### 4. Gestion des déchets ménagers et assimilés

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

##### 4.1. Pré-collecte

C'est la phase qui consiste à amener les déchets de leur lieu de production (ménages) au lieu de prise en charge par le service public. Elle est généralement assurée par l'habitant par un apport volontaire (Gillet, 1985).

##### 4.2 Collecte

Selon l'article 3 de la loi 01-19, la collecte, est le ramassage et/ou le regroupement des déchets en vue de leur transfert vers un lieu de traitement. On distingue plusieurs modes de collecte

**4.2.1. Collecte sélective** elle consiste à ramasser séparément une ou plusieurs catégories de déchets recyclables (verre, papier, plastique, acier, aluminium...).

**4.2.2. Collecte en porte à porte** elle consiste à collecter les déchets ménagers et assimilés ménage par ménage. Elle commence par la mise en place des bacs devant les portes des foyers.

**4.2.3. Collecte par points de regroupement ou points de chute** elle oblige les usagers d'apporter eux-mêmes leurs déchets aux lieux de réception (points de chute), à un endroit de convergence où les déchets sont enlevés périodiquement par le service communal.

**4.2.4 Collecte en mélange** c'est la plus fréquente dans les pays en voie de développement, quotidienne dans certains quartiers. Elle change en fonction des dispositions mises en place par les services techniques des villes, du niveau d'organisation et de l'état des infrastructures.

##### 4.3. Transport

Le transport est la phase au cours de laquelle les déchets sont acheminés vers une destination appropriée : décharge, usine de traitement...etc. Les différents types de collecte urbains font intervenir des modes de transport différents. Il est à citer, la brouette ou la charrette à traction animale. Aussi, nous avons les différents types de camions à benne basculante, à caissons, à

couvercles coulissante...etc., pour arriver à la benne tasseuse moderne dans son état le plus sophistiqué (Cheniti, 2014).

#### **4.4. Traitement**

La loi 01-19 du 12 décembre 2001, définit le traitement des déchets comme mesure pratique permettant d'assurer que les déchets sont valorisés, stockés et éliminés d'une manière garantissant la protection de la santé publique et/ou de l'environnement contre les effets nuisibles que peuvent avoir ces déchets. Parmi ces traitements on trouve : valorisation et élimination.

##### **- Valorisation**

Valoriser, c'est-à-dire récupérer et réutiliser de nombreux matériaux que l'on trouve dans les déchets pour fabriquer des nouveaux produits du même type ou d'un type différent (Berg et al. 2009). Deux types de valorisation sont distingués

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

##### **- 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).

##### **- Recyclage**

Le recyclage consiste à réintroduire les matériaux provenant des 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 ...etc. (Addou, 2009)

##### **- Compostage**

Les ordures ménagères contiennent des matières organiques utilisées depuis de longue date,

en raison de leur valeur humique, comme engrais pour amender les sols cultivés. Les agriculteurs situés à la périphérie des villes récupèrent les déchets urbains et les transforment par fermentation naturelle en un produit qu'ils répandaient sur leurs terrains. Actuellement les ordures ménagères ont changées en termes de composition. Elles présentent des inconvénients, difficultés de manutention, gêne ou risque d'accidents causés par des éléments coupants, et des objets tranchantes, salissure des terrains, etc. Leur emploi sous cette forme n'est plus admis de nos jours par les cultivateurs. Ces derniers exigent des produits plus élaborés, possédant la valeur agronomique recherchée, mais ne contenant pas d'éléments gênants ou nuisibles ou même simplement susceptibles de salir leur terre. Le compostage des déchets urbains consiste à préparer industriellement un produit répondant à ces conditions (Gillet, 1985).

#### **- Méthanisation**

La bio-méthanisation (ou digestion anaérobie) est un processus biologique de dégradation de la matière organique sous l'action de populations microbiennes appropriées qui, en l'absence d'oxygène, produit un mélange de méthane et de gaz carbonique ( $CH_4 + CO_2$ ) appelé biogaz. Elle s'applique à la plupart des déchets organiques, qu'ils soient d'origine municipale, industrielle ou agricole, solide ou liquide. (Ademe, 2018)

#### **- 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 (Cheniti, 2014).

#### **- Incinération**

L'incinération des déchets urbains est l'opération qui consiste à leur destruction par le feu. Elle est très généralisée dans les pays industrialisés. Elle est appliquée à des ordures ayant un pouvoir calorifique élevé et on pourra toutefois diminuer le prix de revient à la tonne traité en récupérant la chaleur à des fins domestiques (chauffage et production d'électricité) par exemple. Dans les pays africains, la teneur en matière organique pour les déchets solides municipaux urbaine est d'environ 56% et sa dégradation par incinération à l'air libre est un contributeur majeur aux émissions de gaz à effet de serre (Ademe, 2005).

**- Stockage**

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

**Centre d'enfouissement technique (CET)**

Un CET ou centre de stockage est une installation permettant de stocker les déchets acceptés en les isolant du milieu qui les entoure et d'éviter toute contamination du sol et de la nappe phréatique, il existe Trois types de CET (Balet, 2005)

**CET de classe I**

Ce sont des installations soumises à autorisation qui admettent les déchets spéciaux dangereux et les déchets ultimes.

**CET de classe II**

Ce sont des installations soumises à autorisation qui admettent les ordures ménagères, les déchets industriels et commerciaux banals.

**CET de classe III**

Ce sont des installations habilités à recevoir les déchets inertes (terres, déblais, gravats...).

## II. Généralités sur le compostage

### 1. Définition du compostage

Le compostage est un processus biologique qui facilite et accélère l'oxydation de la matière organique par fermentations aérobie. Il s'accompagne de dégagement d'eau, de dioxyde de carbone et de chaleur. Il aboutit, s'il est bien mené, à la formation d'un produit, désodorisé, hygiénisé (destruction des micro-organismes pathogènes) et stabilisé appelé compost (matière organique complexe et humifiable (Johann, 2005). (Figure 01).

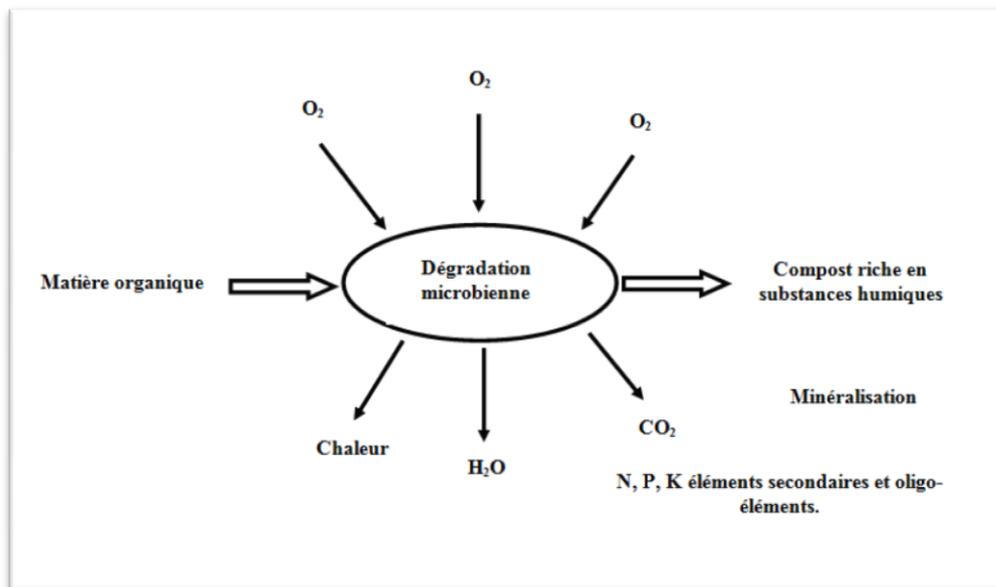


Figure 1 : Schéma simplifié du processus de compostage.

### 2. Processus du compostage

Le compostage est un processus biochimique qui conduit à la décomposition de la matière organique et à l'obtention d'un humus appelé compost. Les phases du processus de compostage sont extrêmement concrètes et spécifique, les différentes phases du processus du compostage sont

#### 2.1. Phase mésophile

Des microorganismes dont la croissance est optimale entre 20 et 45°C se multiplient en présence de sucres simples et acides aminés libres ; cette phase est exothermique (Tichadou, 2014)

## **2.2. Phase thermophile**

Durant cette phase, la température monte pour atteindre des valeurs entre 50 et 75°C. Elle s'accompagne d'une dégradation très active de la matière organique avec dégagement du CO<sub>2</sub>, perte en azote minéralisé sous forme ammoniacale et assèchement du compost par évaporation d'eau. La production de chaleur détruit les germes pathogènes et les graines de plantes adventices (Tichadou, 2014).

## **2.3. Phase de refroidissement**

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 à nouveau par des microorganismes mésophiles qui dégradent les polymères restés en phase thermophile (Znaïdi, 2002).

## **2.4. Phase de maturation**

La température décroît durant cette phase. Les microorganismes mésophiles colonisent à nouveau le compost ; les éléments de l'humus apparaissent progressivement jusqu'à la constitution du compost mature (Tichadou, 2014).

### 3. Objectifs du compostage

Le compostage est un traitement biologique des déchets organiques permettant de poursuivre un ou plusieurs des objectifs, il répond aux objectifs suivants

- Stabilisation du déchet pour réduire les pollutions ou nuisances associées à son évolution biologique ;
- Réduction des quantités des déchets (perte de matière sèche de l'ordre de 40%), s'accompagnant d'une maîtrise des odeurs et des nuisances ;
- Production d'un compost valorisable comme amendement organique ou d'un support de culture de qualité, répondant à la réglementation et aux besoins des utilisateurs (Dupriez, 1987).
- Maîtriser les coûts de collecte et de traitement des déchets encombrants.
- Actions de développement durable : économie sociale et solidaire (réemploi solidaire des produits par leur revente à faible prix ; création d'emplois adaptés et de parcours d'accès à l'emploi), écologie (diminution des déchets en prolongeant la durée de vie des objets) (Ademe, 2012).

#### 4. Matériaux composables

Les différents matériaux susceptibles d'être compostés sont présentés dans le tableau 1

**Tableau 1 : Matériaux susceptibles d'être compostés (Michaud ,2007)**

<b>Déchets composables</b>	<b>Exemples</b>
<b>Déchets de cuisines</b>	Restes de repas, pain rassis, aliments abimés, épluchures de fruits et légumes, les fruits et légumes pourris, coquilles d'œufs, marc de café, sachets des infusions de thé, graisse et huile, viande, os, poisson produits laitiers.
<b>Déchets ménagers non alimentaires</b>	cartons (boîtes à œufs et autres cartons), papier journal, essuie- tout, couches de bébés et lingettes, sciure de bois, cendres de bois, cendres de charbon, excréments d'animaux, papier glacé ou de couleur, tissus, mégots de cigarettes
<b>Déchets de jardin</b>	Paille, foin, feuilles mortes, petits branchages, écorces (broyées), mauvaises herbes (non grainées), gazon, pommes de terre flétries, végétaux, plantes, grosses tailles de branches entières
<b>Déchets fermentescibles de l'activité commerciale</b>	Des restaurants des établissements publics, des cantines des entreprises, des restaurants privés, magasins de fruits et légumes, les fruits et légumes abandonnés au niveau des marchés hebdomadaires, Magasins de chaussures
<b>Déchets agricoles</b>	Les effluents d'élevages solides (fumier ou déjection d'animaux), les déchets d'élevage renfermant des produits d'origine animale ou végétales comme les déchets en fourrage, les résidus des cultures, des graines (blé), les sarments de vigne, les rafles de maïs, Les résidus des cultures maraichères...
<b>Déchets industriels et Agroalimentaires</b>	Les déchets de transformation : blé-farine, orange-jus d'orange, Les sous produits des abattoirs et de l'industrie de la viande.

## **5. Principaux paramètres du compostage**

### **5.1. pH (équilibre acide /base)**

Le compost va passer par une phase acidité modérée du fait de l'activité microbienne. Cette phase peut être +/- longue selon les paramètres de base du compost (composition, humidité) et les conditions atmosphériques. Dans des conditions optimales, un compost acide est un compost trop jeune qui n'est pas encore arrivé à maturité.

Le processus évoluant normalement, le pH va redevenir neutre et se stabilisera à maturité avec un pH avoisinant les 7,5-8,5. A noter qu'un compost mûr n'est pas acide.

### **5.2. Granulométrie**

La taille des matières à composter est un facteur important qui détermine la vitesse de biodégradabilité. En effet, lorsque les particules sont petites, la surface spécifique devient importante ce qui augmente la surface d'attaque par les micro-organismes. Toutefois, si les particules sont trop petites, l'espace poral est réduit ce qui entrave la circulation de l'air dans la matière en compostage. La granulométrie évolue durant le compostage avec une descente de maille fragmentation vers des éléments fins (Aboulam, 2005).

### **5.3. Oxygène**

Dans toute fermentation aérobie, les organismes ont besoin d'oxygène pour oxyder les matières. Ce besoin est maximal au départ et diminue progressivement au cours du temps.

### **5.4. Température**

Ce paramètre reflète la compostabilité des substrats. Elle évolue pour atteindre jusqu'à 60-80°C, et cette évolution est due à une forte activité microbienne. Cette montée de température est importante car elle a un effet d'assainissement sur le compost

### **5.5 Humidité**

L'humidité est nécessaire pour assurer l'activité métabolique des micro-organismes. Les bio déchets en décomposition devraient avoir une teneur en eau de 40 à 65 %. Si le tas est trop sec, le processus de compostage serait plus lent, alors qu'au-dessus de 65% d'humidité, des

conditions anaérobies se rencontrent. En pratique, il est conseillé de commencer le tas avec une teneur en eau de 50 à 60 %, pour atteindre à la fin du processus, une humidité de 30 % (Misra et al. 2005).

### **5.6 Rapport Carbone/Azote**

Les bactéries utilisent le carbone comme source d'énergie et l'azote comme source protéique. Il se situe entre 25 et 45 pour les ordures ménagères hétérogènes (Sadaka & EL Taweel, 2003 ; Eggen & verthe, 2001)

### **5.7. Micro-organismes**

Sont les organismes les plus actifs dans le processus de décomposition. Les principaux groupes qui interviennent dans la décomposition de la matière organique sont les bactéries, les champignons et les actinomycètes.

Les bactéries sont les premières arrivées dans le tas de compost et font le plus gros du travail et seraient responsables de 80 à 90% de l'activité microbienne lors du compostage actif.

Les champignons et les moisissures supportent mal les hautes températures et une teneur élevée en eau. Ils sont essentiellement actifs pendant la phase de maturation et sont responsables de la dégradation des polymères complexes, quant aux actinomycètes, ils apparaissent essentiellement lors de la phase thermophile et celle de maturation (Mustin, 1987).

### **5.8. Macro –organismes**

D'autres organismes de grande taille et vus à l'œil nu participent à la dégradation de la matière organique au cours du processus de compostage. On trouve entre autres des champignons, des nématodes, des collemboles, des annélides, des insectes...etc (Yefsah, 2016).

## **6. Techniques du compostage :**

Selon Aboualem, 2005 les techniques de compostage ont évolué avec l'évolution quantitative et qualitative des gisements à composter et la volonté de réduction des inconvénients

engendrés (maîtrise des odeurs, contrainte de place, rapidité de l'opération). Ces techniques peuvent être classées en quatre catégories :

- le compostage en andains à l'air libre ou sous hall, avec une aération naturelle ou forcée,
- le compostage en box (ouverts ou couverts) ou en silo,
- le compostage en conteneurs ou en tunnel,
- le compostage en tube rotatif, qui peut servir aussi à un prétraitement avant mise en andains.

### **7. Avantages du compostage**

Selon Grand et Michel (2018) les avantages du compostage sont cités comme suit :

#### **7.1. Matière organique du sol**

Le compost a une teneur élevée en matière organique et peut facilement augmenter le niveau de matière organique dans les sols. Il en résulte une meilleure stabilité structurale du sol, une meilleure capacité de rétention d'eau et un taux d'infiltration plus élevé, d'échange cationique supérieure.

#### **7.2. Abondance et diversité microbienne**

L'une des caractéristiques uniques du compost est son abondance et sa diversité microbienne. Comme les microbes sont les principaux acteurs du processus de compostage, le compost contient une vaste gamme de bactéries, d'archées et de protozoaires. Ceci stimule l'activité microbienne des sols amendés avec du compost.

#### **7.3. Elimination des maladies du sol**

Les microbes jouent un rôle très important en soutenant les plantes et en leur fournissant des nutriments, mais aussi en éliminant les maladies du sol. Beaucoup de composts ont la capacité de réprimer l'activité des agents pathogènes. Les effets directs comprennent la compétition microbienne pour les nutriments, les substances humiques, les substances volatiles toxiques ou les effets parasitaires directs. Les effets indirects des composts ont une croissance vigoureuse ou saine des plantes, une réduction du stress, une résistance induite et une amélioration de la structure du sol. En général, bien que le compost ne soit pas un agent phytosanitaire en tant que tel, il peut être d'une grande aide pour réduire la pression des

maladies du sol.

#### **7.4. Disponibilité des nutriments**

La disponibilité des éléments nutritifs dans le compost est également due à l'activité microbienne. Non seulement certains des éléments nutritifs contenus dans le compost sont immédiatement disponibles pour les plantes, mais lorsqu'ils sont enfouis dans le sol, les microbes du compost commencent à mobiliser les éléments nutritifs du sol, ce qui rend ces derniers assimilables par les plantes. Les plantes peuvent contrôler ces effets grâce à leurs exsudats racinaires.

### III. Compost

#### 1. Définition du compost

Le compost est un produit issu du traitement de déchets organiques, c'est-à-dire de matières composées de macromolécules biologiques fabriquées par des organismes vivants. Ces molécules sont la cellulose, l'hémicellulose, la pectine, la lignine, les protéines, les acides nucléiques ou encore la chitine. Elles sont, pour la plupart, fournies par des plantes (Denys leclercy, 2002).

#### 2. Qualité du compost

Les exigences de la qualité des composts nécessitent des caractérisations physiques, chimique et biologique.

##### 2.1. Paramètres physique

###### 2.1.1. Odeur / couleur

Lors du compostage un assombrissement progressif ou de la mélanisation des matériaux a lieu. Le produit final, après une assez longue période de maturation, est brun foncé ou presque noir (Dinesh, 2014).

Pendant le compostage des déchets organiques, On générale une émission d'odeur désagréable a lieu lors de la première phase thermophile, qui commence à diminuer avec la maturité du compost. A la fin du processus de compostage, quand une maturation optimale est obtenue, l'odeur désagréable devrait être absente dans un tas de compost (Dinesh , 2014).

Bien que la couleur et l'odeur soient les critères les plus simples pour évaluer la maturité et la stabilité du compost, certains paramètres physiques, chimiques et biologiques peuvent également être étudiés pour la confirmation (Bourbia, 2016).

###### 2.1.2. Température

La température est un facteur important du compostage. C'est un paramètre de suivi facile à mesurer, qui permet d'évaluer l'équilibre biochimique (Aboulam, 2005). C'est aussi le résultat de l'activité microbologique, Elle renseigne sur la qualité du processus de dégradation (Bustamant et al, 2008). Un suivi régulier de la température dans le tas de

compost est nécessaire pour assurer la bonne décomposition de la matière organique. La température peut atteindre 70 à 80°C au centre du tas. Cependant, des températures supérieures à 70°C sont déconseillées car elles peuvent provoquer un dessèchement excessif, une perte de matière trop importante, voire un arrêt du processus (destruction des organismes vivants) et donc une dégradation de la qualité du compost (combustion au lieu de transformation des matières organiques). Un épuisement en oxygène peut ainsi être décelé puis corrigé par des apports complémentaires (retournement). La production de la chaleur par les micro-organismes au cours du compostage est proportionnelle à la masse du tas, alors que les pertes de chaleur dépendent de la surface (Dinesh, 2014).

### **2.1.3. Humidité**

L'humidité d'un compost est facilement déterminée, mais peut fluctuer grandement en raison de la différence dans les matières premières, la transformation et les conditions de stockage.

La teneur en humidité peut être exprimée sur une base de poids ou de volume. L'humidité est le plus souvent exprimée en fraction du poids de compost total. Quand la teneur en humidité augmente, la matière sèche diminue par unité de poids (Bourbia, 2016)

Une humidité inférieure à 35% peut avoir comme cause le stockage pendant des périodes excessivement longues. Ces composts avec moins de 35% d'humidité sont souvent poussiéreux et désagréable à manipuler (Stoffella et Kahn, 2001).

### **2.1.4. Perte de poids / perte de matière organique**

La détermination de la perte de poids est la méthode la plus simple pour mesurer le taux de minéralisation de la matière organique (MO) lors du compostage.

La perte cumulée de matières organiques augmente avec le temps de compostage dans tous les types de composts, celle-ci est également mesurée sous la forme de perte de poids (Dinesh, 2014).

### **2.1.5 Densité**

La masse volumique apparente, le poids par unité de volume de compost, est affecté par l'humidité, la teneur en minéraux (cendres), la distribution et taille de particule, ainsi que le degré de décomposition.

La plupart des composts avec un taux d'humidité de 35 à 55% auront une masse volumique apparente de 500 à 700 kg/m<sup>3</sup>.

Comme la masse volumique apparente augmente, le drainage et la porosité sont réduits, et la capacité de rétention d'eau augmente (Stoffella et Kahn, 2001).

#### **2.1.6. Rapport d'humification (Acide Humique/Acide Fulvique)**

Ce rapport est un indicateur de maturité des composts. Il s'agit d'un fractionnement de la matière organique en humine, acides humiques et fulviques. Les résultats trouvés dans la littérature sont assez concordants avec des valeurs inférieures 0 à 1 pour des composts immatures, et supérieures à 1 ou 3 pour les composts mûrs (Tahraoui Douma, 2013).

### **2.2. Paramètre chimique**

#### **2.2.1. pH**

Les pH acides sont caractéristiques des composts immatures. Les composts matures ont un pH voisin de la neutralité ou supérieur (entre 7 et 9) (Avnimelech et al. 1996).

Le pH diminue légèrement au début du processus de compostage en raison de la production d'acides organiques. Peu de temps après, avec l'utilisation de ces acides comme substrats par les autres microbes aérobies, le pH augmente au cours des étapes de refroidissement et de maturation (Dinesh, 2014).

#### **2.2.2. Capacité d'échange cationique**

Le processus d'humification produit des groupes fonctionnels et augmente l'oxydation de la M.O, provoquant un accroissement de la capacité d'échange cationique (C.E.C). Le suivi de ce paramètre permet également l'appréciation de la maturité d'un compost. Inoko (1980) proposent une valeur de C.E.C supérieure à 60 mg eq/ 100 g de compost Bernal (1998) montre que cet indice est valable uniquement pour un compost d'ordures ménagères.

#### **2.2.3. Rapport C/N**

Le rapport C/N est le paramètre le plus communément mesuré pour évaluer la maturité d'un compost. Il peut-être déterminé en phase solide comme en phase liquide lors d'une mise en

contact avec de l'eau. Un rapport C/N inférieur à 12 en phase solide est considéré comme un indicateur de maturité pour le compost. Ce rapport, fréquemment retrouvé, est rapproché au rapport C/N, proche de 10 des sols humiques. L'ajout d'un compost mature (C/N<15) dans le sol n'altère pas l'équilibre microbiologique du sol (Charnay, 2005).

### **2.3. Paramètres biologiques**

#### **2.3.1. Test respirométrique**

Il est basé sur l'activité respiratoire de la population endogène du compost. Il consiste à incuber du compost seul, ajusté à une humidité optimale pour l'activité microbienne, et à suivre durant 3 à 10 jours la minéralisation du carbone ou la consommation de l'oxygène (Nicolardot et al. 1986). Du fait de leur estimation directe de l'activité microbienne, cette méthode est considérée comme étant la méthode d'évaluation de la maturité la plus fiable (FAO, 2005).

#### **2.3.2. Test d'auto-échauffement**

L'intense activité des micro-organismes dans les composts immatures a pour conséquence la production de chaleur lors de la dégradation des composés les plus simples et les plus accessibles. Ainsi, il est possible de mesurer le degré de décomposition de la matière organique d'un compost par une mesure de l'élévation de température après réhumidification. (Léony Brice, 2014).

#### **2.3.3. Indice de germination (IG)**

L'indice de germination est un paramètre sensible pour évaluer la phytotoxicité des composts, car le problème de phytotoxicité est associé aux composts immatures. Ces composts peuvent contenir divers métaux lourds ; ammoniac et / ou autre, qui peuvent réduire la germination des graines et aussi inhiber le développement des racines. La diminution de l'IG indique la présence de phytotoxines dans le mélange des déchets au cours du compostage, tandis qu'une augmentation reflète la disparition de substances phytotoxiques.

L'indice de germination doit être interprété avec prudence, car ce dernier est affecté par le type de semences utilisées et les taux d'extraction appliqué (Antil et al, 2012).

La valeur de l'indice de germination proposée par Zucconi et *al*, (1981), pour juger qu'un compost est mature est un indice d'au moins 50%, et ça on utilisant des grains de cresson alénois en raison de leur réponse rapide pour déterminer la présence de substances phytotoxiques dans le compost (Dinesh, 2014).

#### **2.3.4. Dénombrement des micro-organismes**

Comme les matières premières au compostage peuvent contenir des organismes pathogènes, le compost lui-même peut aussi en contenir, et par conséquent présenter un risque pour la santé humaine.

Selon CCME (2005), la teneur en organismes ne doit pas dépasser les niveaux suivants :

- Coliformes fécaux : moins de 1000 nombre le plus probable (NPP) par gramme de solides totaux (base sèche).
- Salmonella sp. : Moins de 3 NPP par 4 g de solides totaux (base sèche). Une diminution du nombre de bactéries et de champignons, et augmentation du nombre des actinomycètes à la fin du compostage, apparaissent comme indicateur utile pour établir la stabilisation biologique, et le degré optimal de maturité du compost (Antil et al, 2012).

### **3. Utilisations du compost**

Selon (Madeleine Inckel et *al*,2005) Le compost peut avoir beaucoup d'utilisations différentes comme

#### **3.1. Engrais**

Il est avantageux d'utiliser du compost comme engrais parce qu'en améliorant la structure du sol, il améliore la fertilité du sol pendant longtemps. Le facteur clef de l'amélioration de la structure du sol est la matière organique. Elle contient de grandes quantités de micro éléments qui sont essentiels à la croissance des plantes et elle améliore la capacité de rétention de l'eau du sol. Un autre aspect est que le compost ne libère ses substances nutritives aux plantes qu'un peu à la fois, si bien que son action dure beaucoup plus longtemps.

### **3.2. Terre de pépinière, terreau, plantation d'arbres**

Le compost est très avantageux pour les plants de la pépinière, soit dans un lit des semences ou une pépinière où ils germent, soit dans des pots ou dans des fosses dans lesquels les jeunes plants ou les jeunes arbres sont plantés. Le compost est bien capable de retenir l'eau, alors les jeunes plants ne souffriront pas facilement de manques d'eau et ils obtiendront à partir du compost tous les éléments nutritifs dont ils ont besoin.

### **3.3. Prévention et lutte contre l'érosion**

L'emploi du compost pour la prévention de l'érosion est fortement lié à l'amélioration de la fertilité du sol. Un sol bien fertilisé est en général moins sensible à l'érosion, du fait que la matière organique maintient l'unité du sol.

### **3.4. Collecter l'eau de ruissellement**

Pour lutter contre l'érosion à l'aide du compost, on peut creuser des fossés bien drainés, parallèles aux courbes de niveau, et les remplir de compost qui retiendra l'eau de ruissellement.

### **3.5. Compost comme nourriture de poissons**

En appliquant de l'engrais aux viviers, le compost constitue une bonne nourriture de poissons. La nourriture naturellement présente dans des viviers consiste en très petits plants (des algues ou phytoplancton) et de très petits animaux (zooplancton). Du compost (ou du fumier) est ajouté au vivier comme nourriture indirecte des poissons. L'ajout de fumier entraîne le développement du plancton dans l'eau. Beaucoup d'espèces de poissons, tels que les Tilapia et la famille des carpes (Cyprinidae) se nourrissent de plancton. En général, les poissons réagissent bien aux ajouts de fumier dans les viviers. La production peut dès lors augmenter considérablement (Madeleine Inckel et al, 2005).

#### IV. Microbiologie du compostage

Selon Bicaba Lalaïssa Franceline, 2017 l'évolution de la matière organique en compost est régie essentiellement par les microorganismes et leur action enzymatique. Le compostage possède à ce niveau de nombreuses similitudes avec le processus d'évolution naturel des matières organiques sur le sol mais il s'en distingue aussi par le fait essentiel que cette évolution est contrôlée pour l'orienter vers un enrichissement en matières organiques, par l'intermédiaire de certains paramètres fondamentaux.

##### 1. Bactéries

Les bactéries et les champignons sont responsables de l'accroissement de la température en phase mésophile, alors que les actinomycètes interviennent davantage en phase thermophile. Les bactéries, présentes dans la matière première, dominent en quantité et en diversité (Znaïdi, 2002)

##### 2. Champignons

Les champignons mycètes agissent surtout sur les matières qui résistent aux bactéries. Ils ont donc un rôle capital en tant qu'agents de décomposition.

Les champignons ne résistent pas à des températures supérieures à 50 °C, ce qui explique qu'on les retrouve plus particulièrement en périphérie du compost. Ils dégradent des matières organiques complexes en substances organiques simples et en molécules inorganiques. De cette façon, le carbone, l'azote, le phosphore et d'autres constituants essentiels des organismes vivants se retrouvent libérés et disponibles pour d'autres organismes (Bicaba, 2017).

##### 3. Actinomycètes

Le grand nombre des actinomycètes dans le compost arrive en deuxième position après les bactéries. Ces derniers interviennent à la décomposition des substrats organiques relativement complexes (celluloses, hémicelluloses et lignine) dès que la température dépasse 45 °C, dont les activités décomposatrices des champignons et des bactéries de la MO facilement dégradable fournissent des conditions d'humidité, d'aération optimisée et d'acidité (pH neutre ou légèrement alcalin) qui favorisent le développement de ceux-ci. Il est important de noter que la plupart des actinomycètes sont des thermo tolérants voire des thermophiles (50 à 65 °C) ce qui explique en complément avec les autres facteurs précédemment indiqués leur

présence prépondérante dans les dernières étapes et leur rôle fondamental dans l'humification de la MO et dans la production des composés aromatiques (Djebari, 2020).

***Chapitre II : présentation  
du site d'étude***

Notre étude est réalisée au niveau de la résidence universitaire Hesnaoua 2 (Bastos), qui se situe au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou à proximité de la cité urbaine Krim Belkacem lotissement Bouzar.

Selon les données mises à notre disposition par l'administration, la résidence a ouvert ses portes en Octobre 1999, elle a été créée suivant l'arrêté interministériel n°52 du juin 1998, elle est destinée à la prise en charge de l'hébergement des étudiantes.

Cette résidence a une superficie globale de 136.777m<sup>2</sup> dont 17.609 m<sup>2</sup> sont bâti en différentes structures.

### 1. Localisation géographique

La résidence universitaire Hesnaoua 2 est située au niveau de la ville de Tizi Ouzou à 100 km à l'est de la capitale d'Alger et à 125km à l'ouest de Bejaia et à 30 km au sud des cotes méditerranéennes (Figure 02)

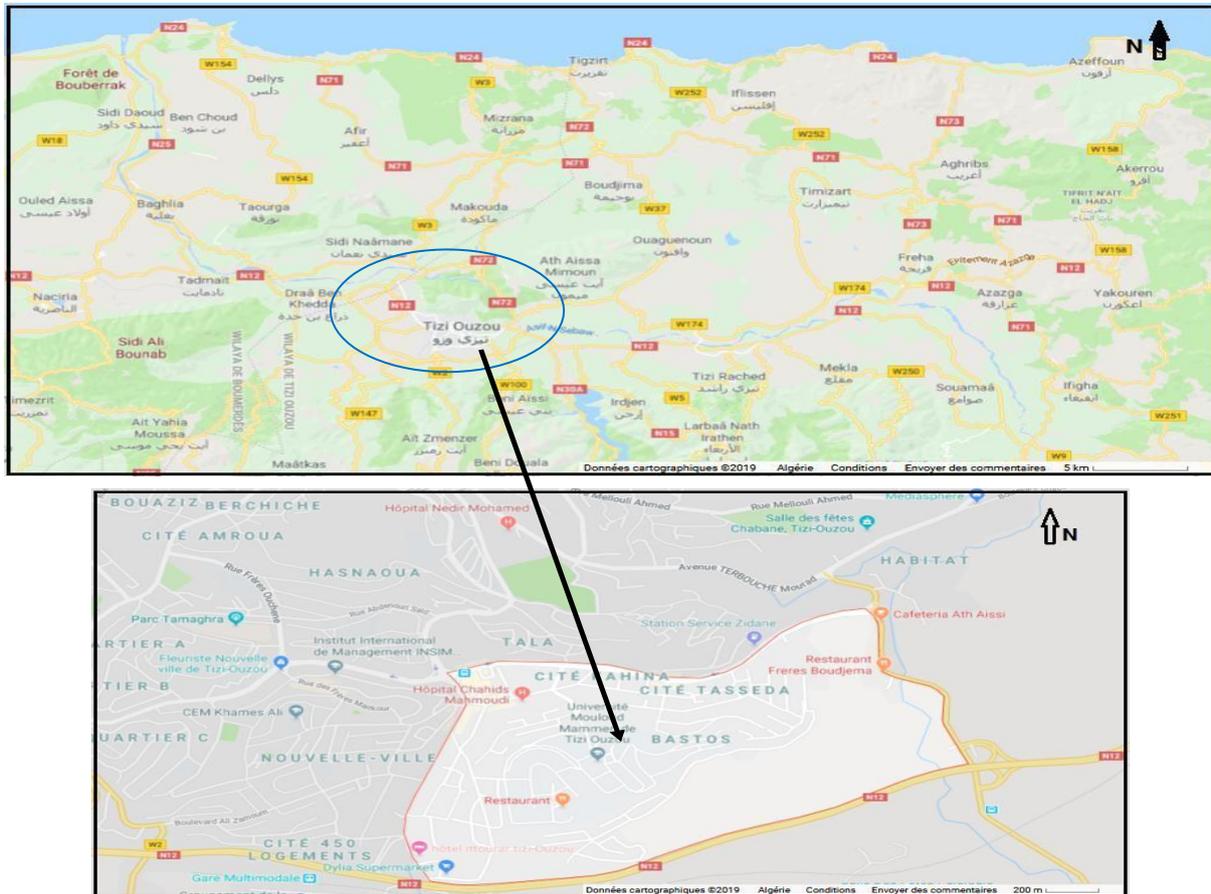


Figure 2 : situation géographique de la zone d'étude (maps ,2022).

Cette résidence est délimitée :

- Au nord, par une école primaire ;
- Au sud, par le lotissement Touat ;
- A l'est, par le campus universitaire Hesnaoua 2 ;
- A l'ouest, par le lotissement Bouzar.

## 2. Structure de la résidence

La capacité théorique de la cité était de 2000 lits en 1999 et a été redoublée en 2001 à 4000 lits. La capacité réelle est de 2922 lits.

Actuellement, elle héberge un nombre de 2584 filles. Elle est constituée de 06 pavillons de 05 étages chacun, le nombre total de chambres est de 1019

Elle est composée des infrastructures suivantes :

- 01 Restaurant de 500 places ;
- 01 Foyer ;
- 01 Salle de lecture ;
- 01 Salle de télévision ;
- 01 Atelier de dessin ;
- 01 Salle internet composée de 19 postes avec wifi ;
- 01 Salle Polyvalente de 300 places ;
- 01 Salle de sport ;
- Infirmerie ;
- 01 Niche à gaz avec un transformateur d'électricité ;
- 03 Chaufferies.



**Figure 3:** Réfectoire et Restaurant de la résidence universitaire Hasnaoua 2.

### 3. Personnel

L'effectif de la résidence est composé de 217 travailleurs répartis comme suit :

- 65 Personnel titulaire
- 152 contractuels.

### 4. Gestion des déchets au niveau de la résidence

La résidence suit un plan traditionnel pour la gestion de leurs déchets, la collecte se fait en mélange de façon quotidienne par une entreprise privée (Société en Nom Collectif « SNC » Seddiki pour ramassage des ordures), les quantités importantes de cartons produites quotidiennement sont incinérés localement (figure 04). Le prix de la prestation est de 1200Da/J équivalent à 37356480 da/288J, ces déchets sont acheminés vers le CET de Tizi-Ouzou.



**Figure 4 :** incinération locale des déchets au niveau de la RUH2.

# *Chapitre III : Matériel et méthode*

Notre étude est réalisée au niveau de la résidence universitaire hasnaoua 2 pendant la période qui s'étale du 16/03/2022 jusqu'au 15/06/2022.

### **1. Objectif**

L'objectif de cette étude consiste à :

- Un essai de valorisation des bio-déchets par compostage à l'aide de deux apports carbonés (sciure de bois, grignon d'olive).
- Suivi du processus de compostage en déterminant la microflore fongique du compost (champignon).
- Déterminer la qualité du compost par identification des germes pathogènes et par test de germination.

### **2. Choix de la zone d'étude**

Notre choix de la zone d'étude s'est porté sur la résidence universitaire Hesnaoua 2 par apport :

- A la grande quantité des déchets générés au niveau du restaurant ;
- A la localisation : étant donné qu'elle se situe à proximité du campus « Bastos ».

### **3. Protocole expérimental**

#### **3.1. Essai de valorisation des Bio- déchets par compostage**

Pour valoriser les déchets générés au niveau du restaurant nous avons opté pour le plan suivant.

- Préparation de la plateforme.
- Récupération des bio-déchets.
- Mise en composteurs des déchets.

#### **3.2. Préparation de la plateforme et installation des composteurs**

Pour valoriser les bio-déchets, deux composteurs de 1m<sup>3</sup> ont été déposés sur le sol, après désherbage de la plateforme de compostage (figure 5).



**Figure 5:** Mise en place des deux composteurs.

### 3.3. Récupération des Bio- déchets

La fraction organique est récupérée afin de les valoriser par compostage. (Figure 06)



**Figure 6:** la fraction organique.

### 3.4. Mise en composteur des déchets

Pendant une semaine, la quantité journalière de déchets organique générer au niveau du restaurant, est mise dans les composteurs en ajoutant deux apports carbonés. (Figure07)



**Figure 7 :** Mise en composteur des déchets.

- **Grignon d'olive (GO) :** les grignons sont les résidus solides issus de la première pression ou de la centrifugation des olives, constitués des pulpes et de noyaux d'olives (Touati, 2013). (Figure 08).



**Figure 8 :** Grignon d'olive.

- **Sciure du bois (SU) :** Déchet en poussière qui tombe d'une matière que l'on scie, en particulier le bois (Dictionnaire Larousse).



**Figure 9:** Sciure de bois.

Pour réaliser ce protocole expérimental nous avons utilisées deux composteurs

- Dans le premier composteur nous avons mis  $\frac{3}{4}$  de matière organique mélangé avec  $\frac{1}{4}$  de GO.
- Dans le deuxième composteur nous avons mis  $\frac{3}{4}$  de matière organique mélangé avec  $\frac{1}{4}$  de SB.

Comme mesure nous avons utilisé une caisse de 10 Kg.

#### **4. Suivre des paramètres du compost**

Lors de notre étude nous avons pris en considération l'évaluation de 04 Paramètres pH, Température, Humidité et aération.

##### **4.1 pH**

Le potentiel hydrogène est déterminé à l'aide d'un pH mètre sur 3 points différents, et nous avons pris en considération la valeur la plus élevée. (Figure 10)



**Figure 10 :** Mesure du pH.

### 4.2 Température

La T° est mesuré à l'aide d'un thermomètre (thermo-compost), introduit directement dans le compost sur trois points différents, la T° la plus élevée est prise en considération. (Figure 11)



**Figure 11** : prise de température (thermo-compost).

### 4.3. Humidité

Pour le suivi de l'humidité nous avons opté pour le test de la poignée pour contrôler le taux d'humidité qui consiste à prendre une poignée du compost dans la main et la presser (Figure 12).

- s'il y a de l'eau qui s'échappe entre les doigts, le compost est trop humide.
- Si la matière s'effrite donc le compost est trop sec.
- Si la matière ne se disperse pas en ouvrant la main, le compost a une bonne humidité.



**Figure 12** : test de la poignée.

Dans le cas où le compost était trop humide nous avons rajouté de la matière sèche (GO et SB)

La vérification de l'humidité est effectuée par le test de la poignée la partie supérieure du tas est souvent déshydraté par rapport au centre.

L'arrosage est effectué quand cela est nécessaire au cas où la matière s'effrite lors du test de la poignée et apparition des couches blanchâtres dans le compost (Figure13).



**Figure 13 : arrosage du compost.**

#### **4.4. Aération**

Durant la première semaine du suivi du processus de compostage le retournement se fait chaque jours a l'aide d'une pelle après chaque rajout de déchet, au delà de cette période le nombre de retournement est réduit à 1j/3. (Figure 14)



**Figure 14** : homogénéisation des déchets par retournement.

## 5. Echantillonnage du compost pour l'étude des micro-organismes

### 5.1 Méthode d'échantillonnage

Pour effectuer cet échantillonnage nous avons utilisé la méthode de quadra. Depuis le début du processus nous avons prélevées des échantillons chaque 15 jours, avant chaque prélèvement on retourne le compost et on l'étale.

L'échantillonnage consiste à sélectionner 03 points différents (extérieur, milieu et intérieur), chaque échantillon est mis dans un sac en plastique étiqueté et conservé au congélateur. (Figure 15).



**Figure 15** : prélèvement d'un échantillon a l'aide d'un quadra.

## 5.2. Dénombrement et identification de la microflore et des germes pathogènes présents dans un compost

### 5.2.1 Protocoles expérimentales

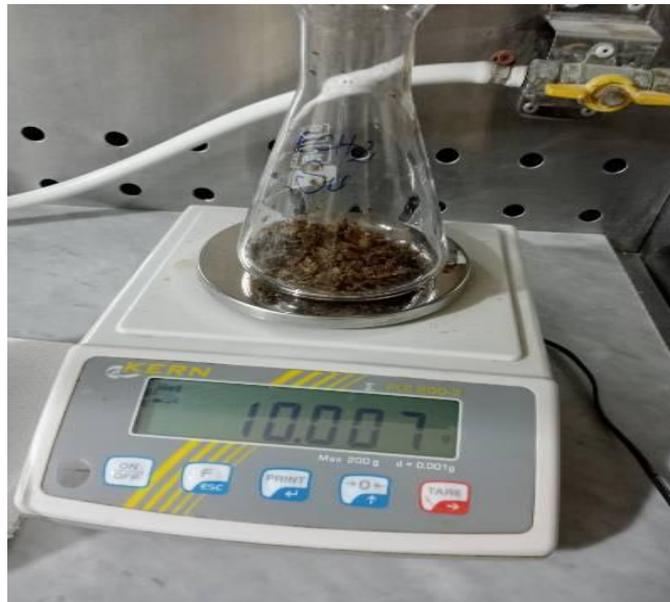
A fin de déterminer la qualité de notre compost

#### Dilution

La dilution a pour but d'obtenir des concentrations gérables d'un organisme désirer et elle est complété par des stries et des boites de pétrie.

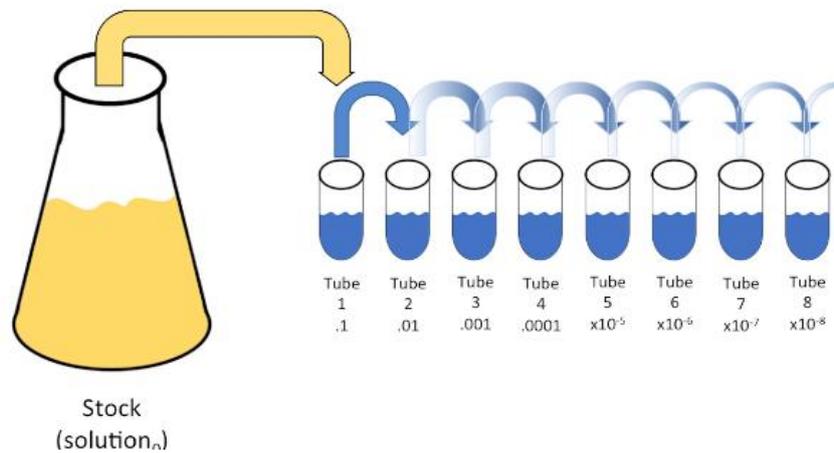
- **Mode opératoire**
  - **Technique de dilution**

Pour dénombrer et identifier la microflore d'un compost il faut d'abord préparer la solution mère. Pour la solution mère on a pesé 10g du compost à l'aide d'une balance dans un erlenmeyer à col étroit, on rajoute 100 ml de l'eau physiologique, on agite et on laisse reposer pendant 15 minutes (figure 15).



**Figure 16** : peser de 10g du compost.

A partir de cette solution on prépare les dilutions qui consiste a marquer les tubes de diluant de  $10^{-1}$  jusqu'à  $10^{-8}$ .



**Figure 17:** technique de dilution.

À partir de la fiole contenant la solution mère, on prélève du liquide avec la pipette graduée stérile menée d'une poire à aspiration.

Remplir les tubes à 9ml d'eau physiologique.

Prélevé aseptiquement 1ml de la solution mère a l'aide d'une pipette graduée stérile munie d'une poire à aspiration, on le verse dans le tube à dilution  $10^{-1}$  et on agite la solution a l'aide d'un vortex.

Continuer avec le même principe jusqu'à la dilution  $10^{-8}$ .

– **Ensemencement de boîte pétri**

Dans une hotte d'un laboratoire microbiologique, on à marquer les boites pétries vide de  $10^{-1}$  a  $10^{-8}$ .

– **Ensemencement en profondeur.**

**5.2.1.1. Pour la microflore fongique**

A l'aide d'une pipette on a versé 1ml de la solution diluée dans chaque boîte pétri, on a coulé 15ml de la gélose OGA fondu.

Mélanger par rotation dans les deux sens, une fois que le milieu est solidifié, retourner les boîtes de pétries et les incuber dans l'étuve à 37°C pendant 48 heures.

**5.2.1.2 Pour les germes pathogènes*****Escherichia-coli***

A l'aide d'une pipette on a versé 1ml de la solution diluée dans chaque boîte de pétri, on a coulé 15ml de la gélose VRBG fondu.

Mélanger par rotation dans les deux sens, une fois que le milieu est solidifié, retourner les boîtes de pétries et les incuber dans l'étuve à 44°C pendant 24 à 48h.

***Salmonella***

On a coulé 15 ml de la gélose Hektoon fondu, une fois le milieu est solidifié.

A l'aide d'une anse de platine microbiologique on prend la solution diluée, on la pose et on l'étale sur la boîte.

***Staphylocoque***

On a coulé 15 ml de la gélose Chapman fondu, une fois le milieu est solidifié.

A l'aide d'une anse de platine microbiologique on prend la solution diluée, on la pose et on l'étale sur la boîte.

**5.2.2.3. Prélèvement des isolats**

Après prolifération des colonies fongiques, chaque colonie est notée selon son aspect macroscopique et des fragments ont été prélevés dans un milieu stérile entre deux bécuns avec un bistouri stérilisé à la flamme après chaque prélèvement et conservés ensuite avec une goutte de gélatine entre lame et lamelle. Ces dernières seront aussi codifiées selon la colonie, la dilution et le sol correspondants.

### 5.2.3. Test de phyto-toxicité

#### 5.2.3.1. Test de germination

Le test de germination est basé sur le pouvoir germinatif des graines de 2 cultures (haricot nain, maïs), en présence de deux composts (grignon d'olive, sciure de bois) (figure)



**Figure 18** : matériaux utilisés pour le test de germination.

Pour chaque compost 16 graines de chaque culture ont été semées dans des alvéoles.

#### – Etapes de la réalisation du test de germination

Lors de la réalisation du test de germination nous avons procédées comme suit :

Extraction de la terre à l'aide d'une houe.

Trituration de la terre à l'aide d'un mortier et pilon pour éliminer les substances.

Tamiser la terre et les deux composts à l'aide d'un tamis à 2 mm (figure 18)



**Figure 19** : broyer et tamiser le compost.

Ensuite nous avons préparé les alvéoles en utilisant un substrat avec des proportions différentes (figure 19)

T0 : 100 % sol sableux

T1 : 100 % Compost

T2 : 50% Sol sableux + 50% Compost

T3 : 75% Sol sableux + 25% Compost

T4 : 75% Compost + 25% Sol sableux

Les pots ont été arrosés tous les jours à l'eau.



**Figure 20 :** préparation des alvéoles.

# *Chapitre IV : Résultats et discussions*

Résultat de l'essai de compostage des déchets organique généré par RUH2

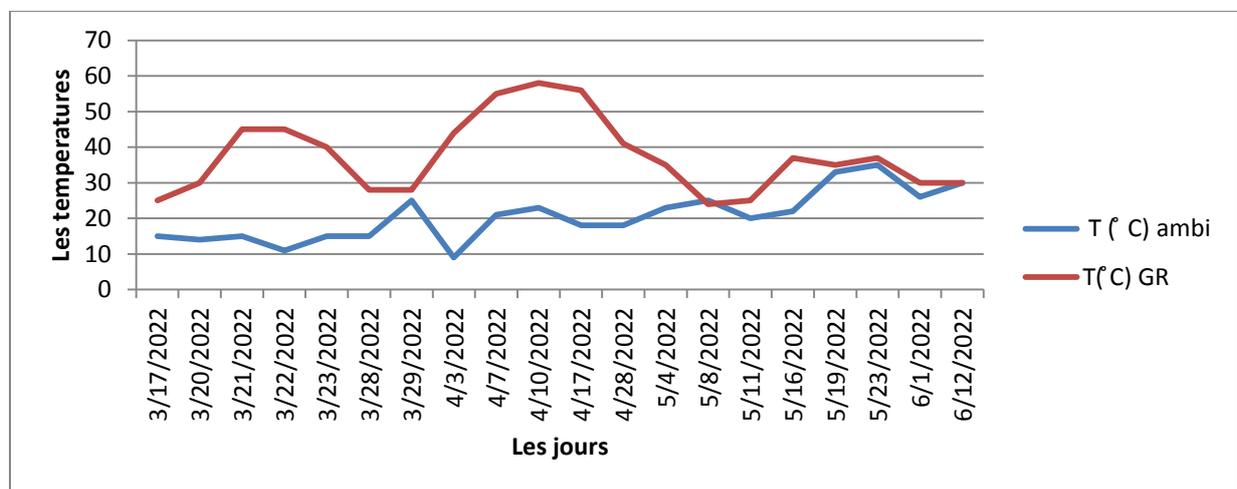
### 1. Paramètre du compostage

Lors de l'essai de compostage des déchets organique généré par le RUH2 nous avons suivi les paramètres suivant.

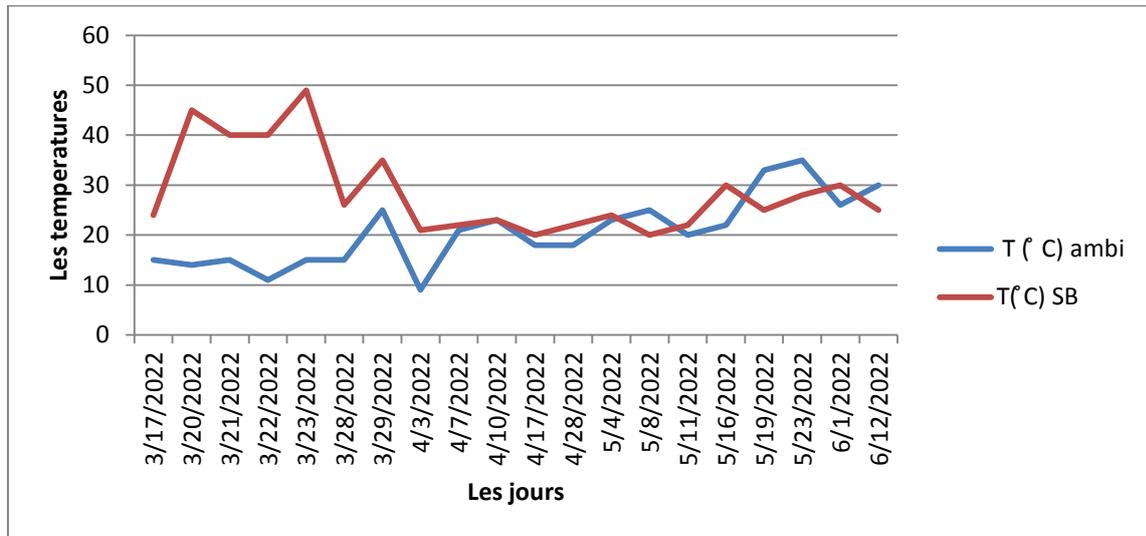
Evolution de la T°, le pH, l'humidité et l'aération

#### 1.1. Evolution de la température

Les résultats de l'évolution des températures des différents substrats pendant les 12 semaines d'essai de compostage sont présentés dans les figures 21 et 22 correspondants respectivement au grignon d'olive (GR) et Sciure de bois (SB).



**Figure 21:** Evolution de la température du composteur contenant du grignon d'olives(G.O.).



**Figure 22** : Evolution de la température du composteur contenant de la sciure de bois (S.B).

La surveillance de la température permet une mesure indirecte de l'intensité de la dégradation aérobie.

Les températures maximales et minimales enregistrés durant notre étude sont respectivement 58°C et 24°C pour le composteur contenant du grignon d'olive et 49°C et 20°C pour le composteur contenant de la sciure du bois.

Au début du processus du compostage (durant les 2 premières semaines) la T° augmente de 25°C jusqu'à 45°C pour le G.O et de 24°C jusqu'à 49°C pour la sciure du bois, Cela est dû à l'activité biologique assuré par des micro-organismes mésophiles.

Cette augmentation est due à l'oxydation de la matière organique des substrats au long du processus, l'intense activité des micro-organismes va générer une augmentation de la T°.

Le pic atteint pour le composteur contenant du G.O est de 58°C au bout de la 4<sup>ème</sup> semaine ce qui a permis l'installation des microorganismes thermophiles.

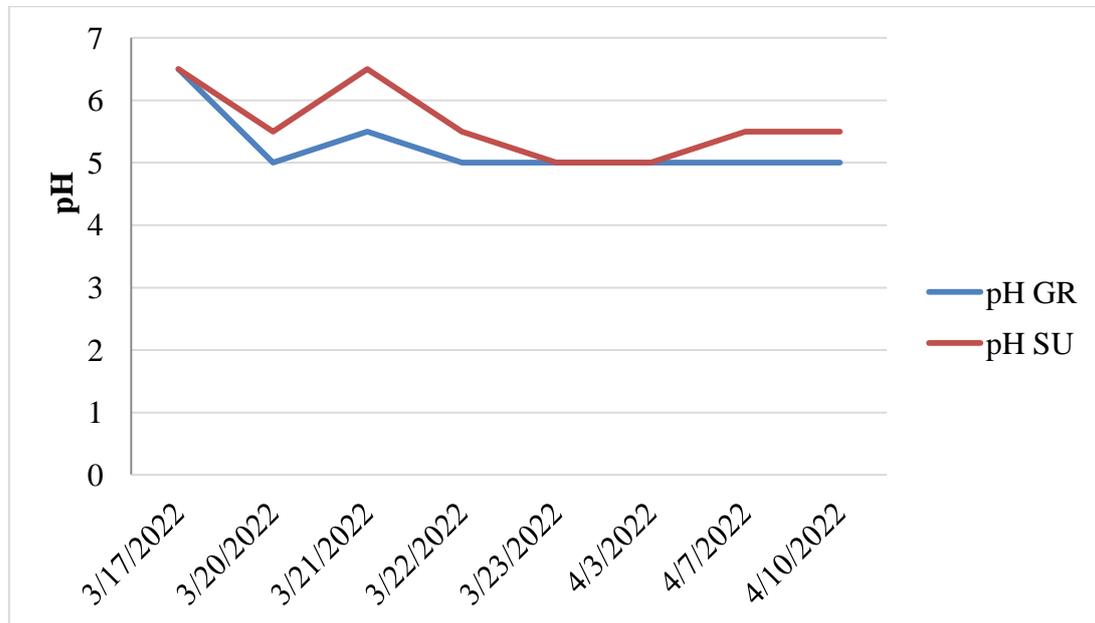
Les températures passent par les 03 phases,

Phase mésophile ou les températures Varient entre 25°C et 45°C

Durant la phase thermophile le pic a atteint 58°C et diminue jusqu'à atteindre la phase de refroidissement dont les valeurs sont compris entre 24°C et 37°C.

## 1.2. Evolution pH

Les résultats de l'évolution du pH des différents substrats pendant les dix semaines d'essai de compostage sont présentés dans les figures (SB et GR).



**Figure 23:** Evolution du pH du composteur contenant la sciure du bois et le grignon d'olive.

Au début du processus du compostage il est à remarquer que les valeurs du pH enregistrées au niveau des deux composteurs se rapprochent de la neutralité (6,5 pour SB et GO)

A partir de la deuxième semaine le PH est devenu acide il varie entre 5 et 5,5 cette variation du PH peut être expliqué par les réactions biologiques.

### 1.3. Evolution de l'humidité

Durant la période du 17/03/2022 au 29/03/2022 le compost était trop humide, cela est dû aux déchets organiques riches en matière azoté qui ont une forte teneur en eau (Laitue).



**Figure 24** : couche blanchâtre .

### 1.4. Aération

Le compostage nécessite une bonne oxygénation, notamment au démarrage du processus pour cela nous avons effectué des retournements pour les composts chaque jour durant la première semaine du démarrage du processus, à partir de la deuxième semaine les retournements sont effectués deux fois par semaine, cela a permis le renouvellement de l'air au sein des tas. A partir de la 8<sup>ème</sup> semaine les retournements ont été effectués une fois tous les 15 jours.

### 1.5. Résultat d'isolement et identification de la diversité fongique

A partir des résultats obtenus (tableau2), nous constatons que l'activité de la diversité fongique qui fait augmenter la température.

Au cours du processus l'augmentation de la T° a un rapport avec la diversité fongique.

Une fois la T° à augmenter et a atteint le pic pour la SB et GR la diversité fongique baisse, a partir de la 6<sup>ème</sup> semaine ou la T° a baissé et qui était proche la T° ambiante les champignons recolonisent le compost.

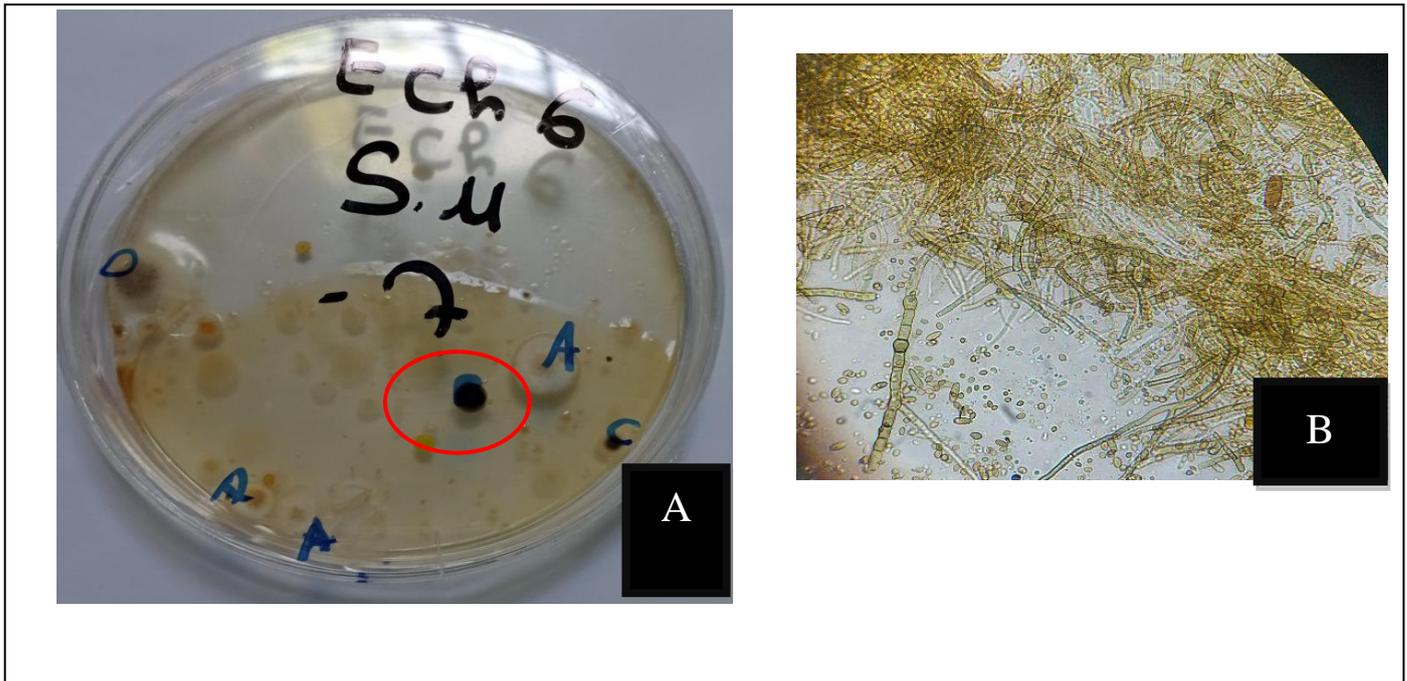
**Tableau2** : évolution de la diversité fongique au cours du processus.

		-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
2 <sup>ème</sup> semaine	G.R	T.c	T.c	1.2*10 <sup>5</sup>	5.4*10 <sup>5</sup>	-	-	-	-	-
	SB	T.c	T.c	4.5*10 <sup>4</sup>	9*10 <sup>4</sup>	-	-	-	-	-
4 <sup>ème</sup> semaine	G.R	T.c	T.c	6*10 <sup>4</sup>	2.6*10 <sup>5</sup>	-	-	-	-	-
	SB	T.c	T.c	1.7*10 <sup>4</sup>	4*10 <sup>4</sup>	-	-	-	-	-
6 <sup>ème</sup> semaine	G.R	T.c	T.c	T.c	T.c	T.c	25*10 <sup>6</sup>	20*10 <sup>7</sup>	21*10 <sup>8</sup>	36*10 <sup>9</sup>
	SB	T.c	T.c	T.c	2.5*10 <sup>6</sup>	12*10 <sup>5</sup>	23*10 <sup>6</sup>	13*10 <sup>7</sup>	10*10 <sup>8</sup>	8*10 <sup>9</sup>
8 <sup>ème</sup> semaine	G.R	T.c	T.c	T.c	T.c	T.c	8*10 <sup>6</sup>	4*10 <sup>7</sup>	2*10 <sup>8</sup>	2*10 <sup>9</sup>
	SB	T.c	T.c	T.c	2.14*10 <sup>6</sup>	25*10 <sup>5</sup>	12*10 <sup>6</sup>	5*10 <sup>7</sup>	14*10 <sup>8</sup>	10*10 <sup>9</sup>
10 <sup>ème</sup> semaine	G.R	T.c	T.c	T.c	T.c	39*10 <sup>5</sup>	11*10 <sup>6</sup>	26*10 <sup>7</sup>	0	0
	SB	T.c	T.c	T.c	T.c	T.c	6*10 <sup>6</sup>	4*10 <sup>7</sup>	7*10 <sup>8</sup>	6*10 <sup>9</sup>

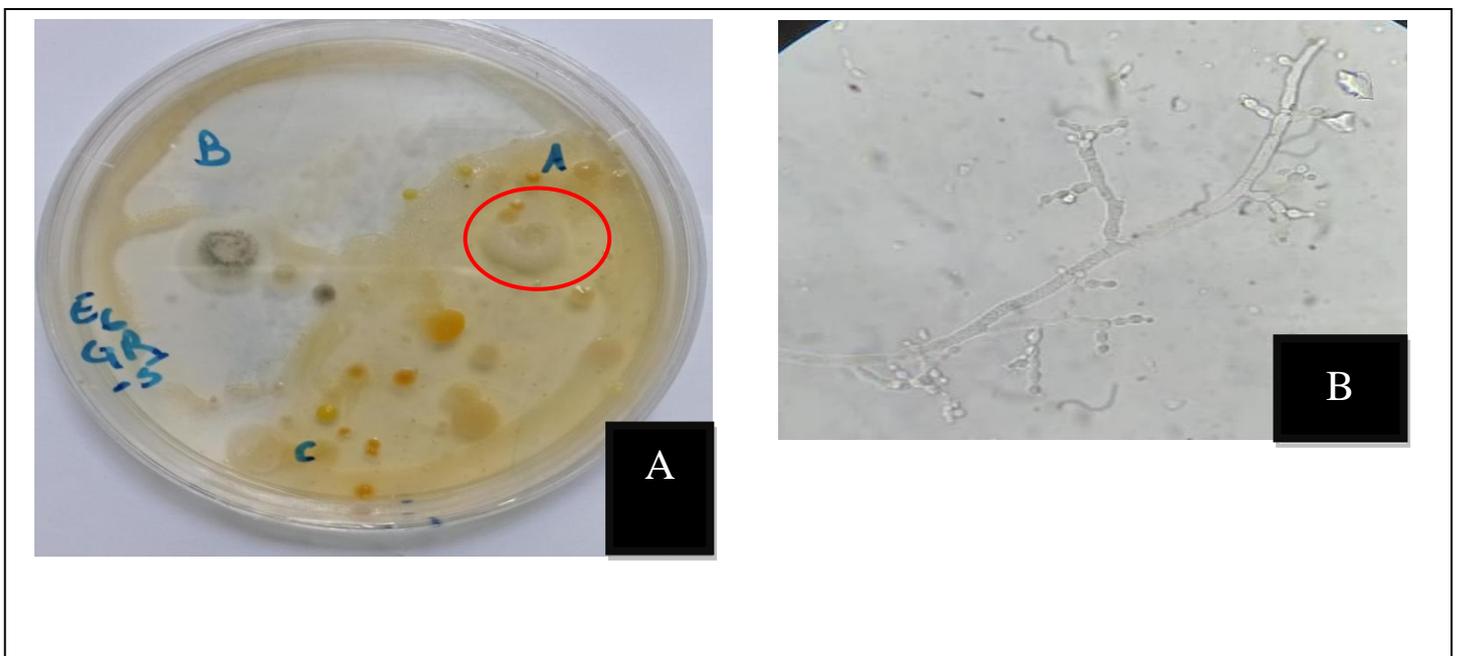
A partir des résultats obtenues nous remarquons que quatorze espèces de champignons, appartenant à 5 genres, ont été isolées a partir du compost du grignon d'olive et de la sciure de bois dont 7 espèces d'aspergillus, 4 espèces de penicilliums et une espèce de monilinia, cladosporium et chrysonilia.

**Tableau 3** : classification des genres fongiques recensés

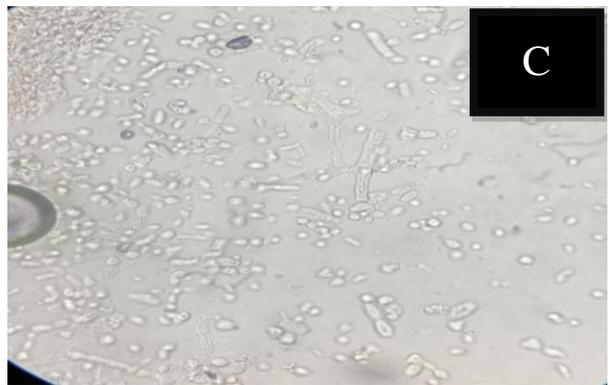
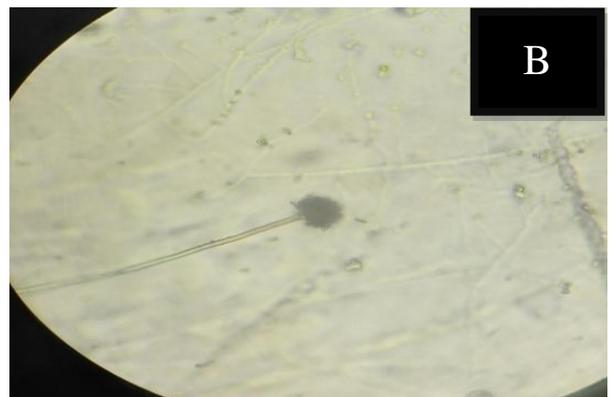
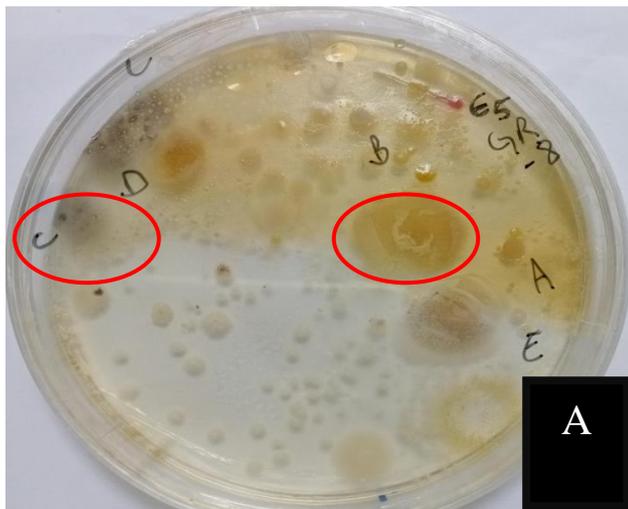
<b>Genre</b>	<b>phylum</b>	<b>Ordre</b>	<b>Famille</b>
Aspergillus	Ascomycota	Eurotiales	Trichocomaceae
Penicillium	Ascomycota	Pleosporales	Pleosporaceae
Monilinia	Ascomycota	Helotiales	Sclerotiniaceae
Cladosporium	Ascomycota	Capnodiales	Davidiellaceae
Chrysonilia	Ascomycota	Sordariales	Sordariaceae



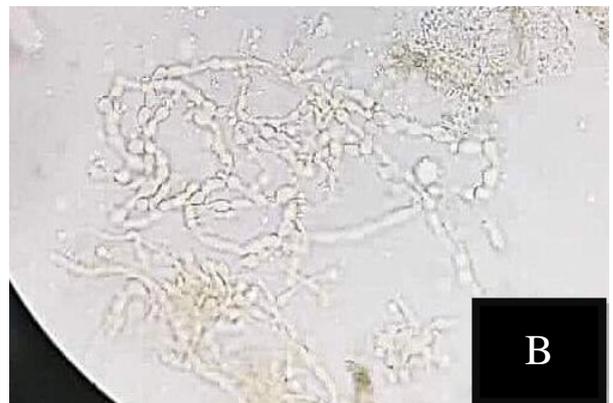
**Figure 25 :** A : observation des champignons sur boîte pétri. B : observation sous microscope optique (*cladosporium*).



**Figure 26:** A : observation des champignons sur boîte pétri. B : observation sous microscope optique (*chrysonilia*).



**Figure 27 :** A : observation des champignons sur boîte pétri. B : observation sous microscope optique (*aspergillus*).C : observation sous microscope optique (*penicillium*).



**Figure 28:** A : observation des champignons sur boîte pétri. B : observation sous microscope optique (*monilinia*)

### 1.6. Germes pathogènes

Les résultats des germes pathogènes (Escherichia coli, staphylocoque, salmonella) (tableau 4), montrent que durant la 2<sup>ème</sup> et la 4<sup>ème</sup> semaine de compostage nous avons enregistré la présence des Escherichia coli et des staphylocoques dans les deux composts. A partir de la 6<sup>ème</sup> semaine aucun germe pathogène n'a été obtenu cela veut dire que notre compost a bien déroulé tous les germes pathogène présent au début du processus ont été éliminés en ce qui concerne les Salmonella elles sont absentes durant tous le processus.

**Tableau4** : Absence ou présence des germes pathogènes.

	SU			GR		
	E.C	STA	SALM	E.C	STA	SALM
<b>2<sup>ème</sup> semaines</b>	+	+	-	+	+	-
<b>4<sup>ème</sup> semaines</b>	+	+	-	+	+	-
<b>6<sup>ème</sup> semaines</b>	-	-	-	-	-	-
<b>8<sup>ème</sup> semaines</b>	-	-	-	-	-	-
<b>10<sup>ème</sup> semaines</b>	-	-	-	-	-	-
<b>12<sup>ème</sup> semaines</b>	-	-	-	-	-	-

### 1.7. Test de germination

Les résultats de test de germination sont présentés au tableau suivant

**Tableau 5:** Nombre de graines germés dans les différents composteurs

	Haricot nain					Maïs				
	100% S	100% C	75%S+ 25%C	50%S+ 25%C	75%C+ 25%S	100% S	100% C	75%S+ 25%C	50%S+ 50%C	75%C+ 25%S
G.O	13	8	10	2	12	13	16	15	14	15
S.B	7	14	11	2	3	15	14	15	3	13

Le tableau nous montre que sur les seize (16) graine (haricot nain / maïs) semées dans chaque type de substrat (G.O et S.B), pour haricot nain, le sol témoin (100% sol) 13 et 7 graines ont germés dans les 02 alvéoles

Pour le 100% compost ; 8 graines ont germés pour le G.O et 14 pour la S.B

Pour le 75% S+25% C (G.O) ; 10 graines ont germés et pour la S.B ont a 11 graines germés

Pour 50%S+50%C ; 2 graines seulement ont germés dans les 02 composts pour le 75%C+25%S 12 graines ont germés pour le G.O et 3 pour la S.B

Pour le maïs on a 13 et 15 graines germés dans les différents alvéoles contenant le 100% sol

Et pour le 100% Compost on a 16/16 graines germées et 14 pour la S.B

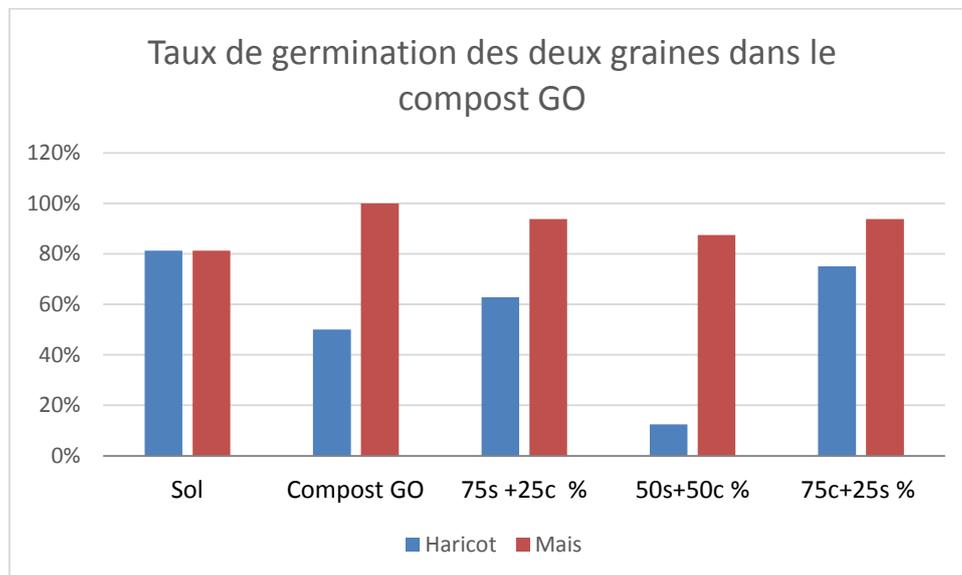
Pour le 75%S+25%C on a 15/16 graines germées dans les deux cas (G.O et S.B)

Pour 50%S+50%C 14 graines ont germés pour le G.O et 3 seulement pour la S.B

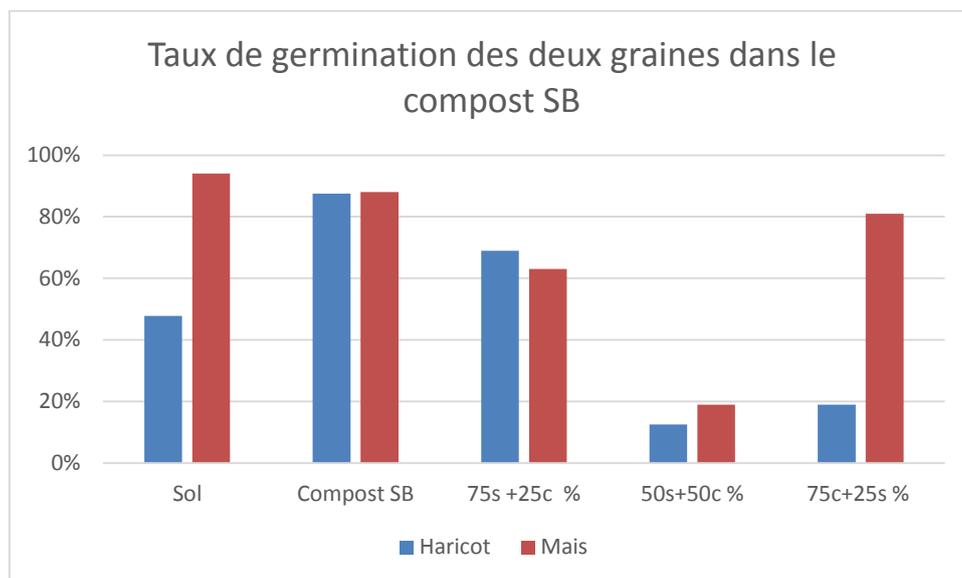
Et enfin pour 75%C+25%C 15 graines ont germes pour le G.O et 13 pour la S.B

### 1.7.1. Taux de germination

Les taux de germination des deux graines (Haricot nain / Maïs) dans les différents tas.



**Figure 29 :** taux de germination des deux graines dans le compost GO.



**Figure 30:** taux de germination des deux graines dans le compost SB.

Les figures 29 et 30 montrent les taux de germinations des différentes graines (Haricot et maïs)

Pour le compost contenant le GO ; le taux de germination des haricots est compris entre 50% et 80 % pour tous les substrats sauf le T2 avec un taux de 15%

Pour le maïs le taux de germination varie de 80% à 100%.

Pour le compost contenant la SB ; le taux de germination de la plupart des substrats est compris entre 50% et 90% sauf le T2 et le T4 le taux est compris entre 15% et 20 %.

### **Discussion**

Pour l'essai de valorisation des déchets organiques par compostage, l'évolution des paramètres suivis (température, pH, humidité, la microflore et les germes pathogènes) coïncident avec le déroulement du processus du compostage.

Comme nous l'avons constaté dans la figure précédente, (fig21, 22), où cette dernière nous montre que les courbes de températures des deux différents types de tas (GO et SB),

Au début du compostage l'activité biologique s'installe à travers des micro-organismes mésophiles ce qui augmente la température de 25 °C à 45 °C pour le GO et de 24°C à 49 °C durant les 10 premiers jours (Fig21 ,22). Cette élévation de la température est la conséquence directe de l'oxydation de la matière organique des substrats (Chennaoui, 2016).

Cette oxydation permet ainsi la libération de l'énergie contenue dans les liaisons chimiques des molécules constitutives (Ryckeboer, 2003). Avec le compostage, l'intense activité des micro-organismes génère une élévation de la température à 58 °C qui est atteinte au 20e jour et dure environ 6 jours ce qui permet l'installation des microorganismes thermophiles et thermo-tolérants (Chennaoui, 2016).

Cependant, durant la phase de maturation qui succède à la phase thermophile, les pertes de chaleur par échange avec le milieu extérieur et la diminution des éléments nutritifs, engendrent une chute de température progressive et se rapproche de l'ambiante 30 °C après 60 jours de compostage.

La température varie non seulement en fonction de l'activité microbienne, mais aussi en fonction de la nature de la matière en décomposition. En effet, plus la matière est facilement décomposable, plus la température s'élève et plus le temps de décomposition est court (Boutin, 2009). En s'appuyant sur cette information, nous remarquons que les températures les plus élevées sont atteintes au niveau du composteur qui contient du grignon d'olive.

---

Nos résultats coïncident avec les travaux d'Attrassi et *al.* (2005) qui notent que la température du compost augmente rapidement pendant les premières semaines du compostage et ceux de Mastin et *al.* (2005) qui montrent que la température idéale pour la phase initiale de compostage est de 20°C à 45°C ce qui a été le cas de notre expérience.

Comme nous pouvons le noter dans la figure, l'évolution du pH des deux composteurs, au tout début ils ont eu le même comportement, c'est-à-dire de baisser, passant de 6,5 à 5, ce qui est expliqué par une acidification due à la production d'acides organiques par l'activité microbiennes qui dégradent les sucres simples, et à la production de CO<sub>2</sub>,

A partir de la 2<sup>ème</sup> semaine du processus de compostage les valeurs se sont stabilisées (pH=5) et cela serait dû à la recolonisation des microorganismes mésophiles non détruits par les hautes températures de la phase précédente (phase thermophile) et qui continue à dégrader la matière organique, et que la phase de maturation n'est pas encore atteinte, ce qui fait que le compost n'est pas encore mûr car la matière organique n'est pas stabilisée.

En effet, selon Debril et *al.* (2005), le pH (équilibre acide/base) influe sur le processus de compostage par l'intermédiaire des conditions de développement des micro-organismes de la fermentation. Bertoldie et *al.* (1983) in Attrassi et *al.*, (2005) ont attribué l'acidification du compost à la production anaérobie d'acides organiques. Cela est semblable à nos constatations. Ces acides sont ensuite dégradés entraînant une alcalinisation du compost. En effet, au cours du processus de compostage des déchets ménagers, le pH devient légèrement acide puis augmente progressivement pour devenir neutre puis basique (Belaib, 2012).

Le maintien d'une humidité adéquate est nécessaire au bon déroulement du processus de Compostage. La teneur optimale en eau d'un compost varie selon le substrat utilisé, en moyenne cette teneur doit se situer entre 50% et 60% (Faverial, 2016).

Selon Faverial (2016) Le compostage est un processus se déroulant en continu, si l'aération dans le mélange n'est pas maintenue, l'oxygène peut devenir un facteur limitant, dans des conditions de mauvaise oxygénation, l'apparition de mauvaises odeurs est liée à la présence d'acides gras dans le mélange. En effet une concentration en oxygène dans le mélange inférieur à 15% entraîne la prédominance de populations microbiennes anaérobies par rapport aux populations microbiennes aérobies.

Le compostage est un processus aérobie de dégradation des composés organiques par l'action successive des micro-organismes (bactéries et champignons) dont la concentration peut atteindre des millions par gramme de compost (Barje et *al.*, 2008, Jouraiphy, 2007, Amir, 2005 ; Amir et *al.*, 2010) ; leur évolution est en fonction des stades de compostage avec un profil défini, en fonction des espèces, à la nature et la structure des substrats et aussi liée principalement aux variations des paramètres physico-chimiques (Rosenzweig et *al.*, 1980).

L'absence des germes pathogènes comme *Escherichia coli* est normale du fait que lors du compostage, plus précisément pendant la phase thermophile, l'ensemble des pathogènes sensibles à la chaleur sont détruits, Pour le composteur contenant du GO pendant les trois premières semaines du processus *E.coli* apparait dans le compost à partir de la 4<sup>ème</sup> semaine on remarque une disparition totale d'*E coli* cela est dû à l'augmentation de la température qui atteint 58°C.

Pour le composteur contenant la SB on remarque une apparition d'*E. coli* et des staphylocoques les quatre premières semaines seulement une fois la température atteint le pic qui est de 49°C .Selon les études publiées par (Compaore, et al. 2010 ; Butler et al. 2001) qui montrent qu'après la phase de fermentation chaude, les températures des composts diminuent graduellement pour demeurer constantes et inférieures à 35°C. Cette baisse de température peut s'expliquer par un ralentissement de l'activité des micro- organismes dû à l'épuisement des matières organiques facilement biodégradables.

Absence des salmonelles tous au long du processus cela serait dû a l'augmentation de la T°.

Le compostage permet une élimination totale des germes pathogènes. En effet, dans un processus de compostage aérobie où les températures avoisinent les 60 °C pendant plusieurs semaines, il se produit une destruction efficace des agents pathogènes selon Compaoré et al. (2010). Dans notre étude des températures du même ordre entre 49et 58 °C obtenues dans les différents composts auraient dû entrainer une forte réduction des pathogènes.

Parmi les champignons microscopiques, seules quelques espèces ont la capacité de survivre à des Températures élevées. Elles sont dites thermophiles ou thermo tolérantes (Mouria, 2012).

Le début du compostage est caractérisé par une dominance de la diversité fongique, les boites de pétries était trop chargés pour faire le dénombrement à partir de la 4ème semaine.

L'augmentation de la température entraine une diminution de cette charge, pour les deux composts (GO et SB) leur nombre passe respectivement de  $5,4 \cdot 10^5$  ufc/ g à  $2,6 \cdot 10^5$  ufc /g et de  $9 \cdot 10^4$  ufc/g à  $4 \cdot 10^4$  ufc/g.

Une fois la T° baisse les champignons recolonisent les composts.

Nos résultats coïncident avec ceux de Kilbertus (1985), qui démontre que c'est les champignons qui colonisent en premier les substrats et dégradent préférentiellement la matière organique fraîche mais l'augmentation de la température entraîne leur diminution et leur nombre passe donc de 370 à 40 ufc/g à partir du 20e jour jusqu'au 25e jour ceci est en accord avec les travaux de Greenberg et al., 1986 ; Guene, 2002 qui ont déduit que la baisse du nombre de champignon est en raison d'installation de conditions peu favorables à leur prolifération.

Parmi les champignons microscopiques, seules quelques espèces ont la capacité de survivre à des Températures élevées. Elles sont dites thermophiles ou thermo tolérantes (Mouria, 2012).

Quant au test de germination, comme nous pouvons le noter dans la figure 19, le taux de germination varie d'un tas à un autre, et d'un substrat à un autre, mais nous constatons que les meilleurs taux de germination ont été enregistrés atteignant les 100% de graines de maïs germé dans le substrat ayant 100 % compost GO et 88% dans le substrat ayant 50-50 %, Pour le haricot on a 50% de graine germés pour le 100% Compost et 75 % pour 75+25% compost et sol Pour la SB les deux graines ont germées avec un taux de 88% pour le 100% compost et un taux de 69% et 63% (haricot / maïs) pour 75+25% sol + compost.

Ces résultats est expliqué par la maturité du compost ; car pendant les dernières phases de compostage, le rapport C/N diminue, les réactions deviennent plus lentes, de l'ammoniac est perdu par volatilisation et l'azote est utilisé par les microorganismes pour réaliser la biosynthèse des matières humiques (Mina & El Kbir, 2008).

# *Conclusion*

Notre étude est effectuée au niveau du restaurant de la résidence universitaire Hasnaoua 2,

L'objectif de notre étude est d'étudier les problèmes liés à la mauvaise gestion des déchets et faire un essai de valorisation des biodéchets par compostage. Ce dernier offre de nombreux avantages sur le plan environnemental et réduit la quantité des déchets.

Un essai de valorisation par compostage des bio-déchets est réalisé dont le but est de montrer l'intérêt de cette pratique et les avantages qu'elle procure (moins coûteuse et plus écologique). Pour cela, nous avons suivi trois paramètres de compostage ( $T^\circ$ , Humidité, pH et aération) des deux mélanges (déchets organique et sciure de bois, déchets organique et grignon d'olives). Pour varier les volumes pendant la période d'essai, nous avons utilisé  $\frac{3}{4}$  d'apport azoté et  $\frac{1}{4}$  d'apport carboné.

Le suivi de ces paramètres a été très utile pour évaluer la performance du compostage et révèle une activité microbienne vigoureuse. Cette évolution conduit à une stabilisation du produit fini que l'on peut valoriser en agriculture.

Les résultats obtenus montrent que le pH diminue pour les deux apports carbonés de 6,5 à 5, ce qui est expliqué par une acidification due à la production d'acides organiques par l'activité microbienne qui dégradent les sucres simples, et à la production de  $CO_2$ ,

Pour la température des deux tas ont eu le même comportement au début du processus, la  $T^\circ$  augmente de  $25^\circ C$  jusqu'à  $45^\circ C$  pour le G.O et de  $24^\circ C$  jusqu'à  $49^\circ C$  pour la sciure du bois, Cela est dû à l'activité biologique assurée par des micro-organismes mésophiles. Le pic atteint pour les deux tas (GO et SB) est de  $58^\circ c$  et  $49^\circ c$  respectivement

A partir des résultats obtenus dans le test de germination on conclut que nos composts sont murs et pourront être utilisés comme « engrais », car ils vont favoriser une bonne composition physicochimique et biologique du sol.

*Références  
bibliographiques*

## Références bibliographique

1. **Aboulam, (2005)**. Recherche d'une méthode d'analyse du fonctionnement des usines de tri-compostage des déchets ménagers. Fiabilité des bilans matière. Thèse de doctorat : Institut National Polytechnique de Toulouse (France).p17.
2. **ADDOU A., (2009)**. Livre de développement durable traitement des déchets/valorisation, élimination. Edition Marketing S.A : 284 P.
3. **ADEME (2012)**.scénarios énergétiques et actions concrètes, ADEME Editions.
4. **ADEME, (2005)**. Remise en état des décharges : Méthodes et Techniques, ADEME Editions.
5. **Balet J. (2008)**. Gestion des déchets. Aide-mémoire. Paris : Lavoisier. 246p.
6. **Bicaba Lalaiissa Franceline, (2017)**.Evaluation des paramètres physico-chimiques des composts à base des résidus de mangue dans le village de samagan, BoboDioulasso (Burkina Faso).thèse de doctorat.p10.
7. **Charnay, (2005)**, Compostage des déchets urbains dans les Pays en Développement : élaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost, p36.
8. **Cheniti H., (2014)**. Management de l'Environnement et Contrôle des terrains. Thèse de doctorat,
9. **Cheniti H., (2014)**. *La gestion des déchets urbains solides : cas de la ville d'Annaba*. Thèse de doctorat : Université Badji Mokhtar, Annaba (Algérie). 136 p.
10. **Chennaoui, (2016)**,valorisation agricole d'un compost produit a partir du compostage en cuve des déchets municipaux. P.253.
11. **Compaore, et al. 2010**. Etude comparative des performances zootechniques d'une souche domestiquée de *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) et d'une souche sauvage de *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758).p.2146.
12. **Denys leclercy,(2002)**.étude le compost, une filière de valorisation des déchets organiques a développer, P.126.
13. **GILLET R., (1985)**-Traité de gestion des déchets solides urbains V1 ; ordures ménagères. Nettoyage et élimination des déchets. Ed. O.M.S, 397p
14. **Gillet, (1985)**. Traité de gestion des déchets solides et son application aux pays en voie de développement, 1<sup>er</sup> Volume : Programme minimum de gestion des ordures ménagères et des déchets assimilés, P 397, 1, 2, 3.
15. **Johann, (2005)**. Gestion de déchets de jussie par compostage. 4 p.

- 16. Madeleine Inckel et al, (2005),** La fabrication et l'utilisation du compost, p.45.
- 17. MATE, (2008).** « La mise en œuvre du schéma national d'aménagement du territoire (SNAT) 2025 », *Document de Synthèse*, février 2008, 28 p.
- 18. Michaud L. (2007).** Tout sur le compost : le connaître, le faire et l'utiliser. Quebec : LithoChic. 212p.
- 19. Misra et al. (2005).**Méthode de compostage au niveau de l'exploitation agricole.p.13.
- 20. Mustin M., (1987).** Le compost. Gestion de la matière organique. Paris, Edition François Dupuis, 954p.
- 21. Ngô A. (2004).** Déchets et pollution : impact sur l'environnement et la santé. Paris : Dunod. Pp : 81-100.
- 22. Ngô A. (2004).** Déchets et pollution : impact sur l'environnement et la santé. Paris : Dunod. Pp : 81-100.
- 23. Paradis O., Poirier M., saint-pierre L., (1983).** Ecologie un monde à découvrir. Ed. HRW. Itée Montréal.371p.
- 24. Reckeboer J et al, (2003).**Une enquête sur les bactéries et les champignons présents lors des processus de compostage et d'auto-echauffement.p.7.
- 25. Rogaune T. (2006).** Gestion des déchets : organisation et mise en œuvre. Paris : Ellipses Marketing. 220p
- 26. Sadaka S. et El Taweel A.,(2003).** Effect of aeration and C/N ratio on household waste composting in Egypt. *Compost Science and Utilization*. p11, p1, pp 36-40.
- 27. Stoffella et Kahn, (2001),** Utilisation du compost dans les systèmes de culture horticole,p156.
- 28. Tahraoui Douma, (2013).** Valorisation par compostage des résidus solides urbains de la commune de Chlef, Algérie, thèse doctorat. P68.
- 29. Tichadou (2014).**plateforme de compostage en milieu clos, approche pluridisciplinaire pour l'évaluation du risque chimique.11, 12 p.
- 30. Yefsah F., (2016).**contribution au traitement des déchets ménagers par compostage. Diplôme de fin d'étude UMMTO, 38p.

### **Références législatives**

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

### **References web-graphies**

<https://and.dz/>

<https://ccme.ca/fr/a-propos>

## Les annexes

### Annexe 1 :

Les températures ambiantes et les températures du compost (GO) enregistrés tout au long du processus

Date	T (°C) ambi	T (°C) GR
17/03/2022	15	25
20/03/2022	14	30
21/03/2022	15	45
22/03/2022	11	45
23/03/2022	15	40
28/03/2022	15	28
29/03/2022	25	28
03/04/2022	9	44
07/04/2022	21	55
10/04/2022	23	58
17/04/2022	18	56
28/04/2022	18	41
04/05/2022	23	35
08/05/2022	25	24
11/05/2022	20	25
16/05/2022	22	37
19/05/2022	33	35
23/05/2022	35	37
01/06/2022	26	30
12/06/2022	30	30

## Annexe 2 :

Température ambiante et température du compost (SB) enregistré tout au long du processus

Date	T (°C) ambi	T(°C) SB
17/03/2022	15	24
20/03/2022	14	45
21/03/2022	15	40
22/03/2022	11	40
23/03/2022	15	49
28/03/2022	15	26
29/03/2022	25	35
03/04/2022	9	21
07/04/2022	21	22
10/04/2022	23	23
17/04/2022	18	20
28/04/2022	18	22
04/05/2022	23	24
08/05/2022	25	20
11/05/2022	20	22
16/05/2022	22	30
19/05/2022	33	25
23/05/2022	35	28
01/06/2022	26	30
12/06/2022	30	25

### Annexe 3 :

pH enregistré durant le processus du compostage pour les composts (GO et SB)

Date	pH GR	pH SU
17/03/2022	6,5	6,5
20/03/2022	5	5,5
21/03/2022	5,5	6,5
22/03/2022	5	5,5
23/03/2022	5	5
03/04/2022	5	5
07/04/2022	5	5,5
10/04/2022	5	5,5

### Annexe 4 :

Taux de germination des deux graines pour le compost (GO)

substances	Haricot	Mais
Sol	81%	81%
Compost GO	50%	100%
75s +25c %	63%	94%
50s+50c %	13%	88%
75c+25s %	75%	94%

### Annexe 5 :

Taux de germination des deux graines pour le compost (SB)

substances	Haricot	Mais
Sol	48%	94%
Compost SB	88%	88%
75s +25c %	69%	63%
50s+50c %	13%	19%
75c+25s %	19%	81%

**Résumé :**

Les déchets ménagers et assimilés, de par leur composition, constituent certes, un problème environnemental majeur : pollution du sol, des eaux, pollution atmosphérique et visuelle, une gestion efficiente peut toutefois, constituer une véritable opportunité économique et environnementale.

Dans notre étude, l'objectif était de lancer au niveau du restaurant universitaire Hasnaoua 2, une opération expérimentale de «compostage », L'étude consiste à utiliser les déchets ménagers et assimilés en mélange avec le grignon d'olive et la sciure de bois sous forme de tas. Nous avons obtenu deux tas.

Notre travail est scindé en deux parties ; en premier lieu un essai de valorisation des bio déchets par compostage a été effectué au niveau de RUH2. Et un suivi des paramètres physico-chimiques et biologique du compostage a été effectué et celle-ci varient tout au long de l'état de l'avancement du processus (Température, pH et humidité) .En second lieu une identification de diversité fongique et germes pathogènes a été réalisé au niveau du laboratoire, pour l'identification de la microflore, Cinq genres fongiques était isolé a partir du compost (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Monilinia*, *Cladosporium* et *Chrysonilia*),

L'analyse microbiologique a révélé la présence de bactéries du genre *Escherichia* et *staphylococcus* et absence de *Salmonella*

La maturité du compost a été caractérisé par un test de germination

Le compostage constitue une alternative de gestion de déchets, lesquels peuvent être valorisés en agriculture.

**Mot clé:** Compostage, Diversité fongique, Déchet ménagers et assimilés, Valorisation.

**Abstract:**

The household waste and assimilated, by their composition, constitute certainly, a major environmental problem: pollution of the ground, water, atmospheric and visual pollution, an efficient management can however, constitute a true economic and environmental opportunity.

In our study, the objective was to launch at the level of the university restaurant Hasnaoua 2, an experimental operation of "composting", the study consists in using the household waste and assimilated in mixture with the olive pomace and the sawdust in the form of heap. We obtained two heaps.

Our work was divided into two parts; firstly, a test of valorization of bio waste by composting was carried out at the level of RUH2. In addition, a follow-up of the physico-chemical and biological parameters of the composting was carried out and this one varies throughout the state of the advancement of the process (Temperature, pH and moisture). In second place an identification of fungal diversity and pathogenic germs was carried out at the level of the laboratory, for the identification of the microflora, Five fungal kinds were isolated has starting from the compost (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Monilinia*, *Cladosporium* and *Chrysonilia*),microbiological analysis revealed the presence of bacteria of the genus *Escherichia* and *staphylococcus* and absence of *Salmonella*.

The maturity of the compost was characterized by a germination test. Composting is an alternative way of waste management, which can be used in agriculture.

**Key words:** Composting, Fungal diversity, Household and similar waste, Recovery.