



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



Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département de génie de l'environnement

Mémoire Présenté en vue de l'Obtention du Diplôme de Master

*FILIERE : Génie des procédés.*

*Spécialité : Gestion des changements Environnementaux en  
Méditerranéenne.*

Intitulé

Valorisation des déchets ménagers de la région de Bordj Bou  
Arreridj par compostage en vue de production d'un engrais  
organiques de qualité.

Présenté Par :

- BENMAHBOUS Fatima.
- LATAMNABoutheyna.

Le :23/06/2024

Devant le Jury composé de :

Nom & Prénom	Grade	Qualité	Etablissement
MESSISAbdelazizP	Prof	Président	Univ-BBA
DILMIAbdelkader	MCB	Encadreur	Univ-BBA
AYACHE Riad	Prof	Examinatrice	Univ -BBA

Année universitaire : 2023-2024

## **Remerciement**

Tout d'abord, je remercie Dieu Tout-Puissant pour toutes les bénédictions qu'Il nous a accordées. Nous remercions notre famille et tous ceux qui ont contribué ne serait-ce qu'un peu à notre succès. Nous remercions également notre encadrant : M. Dilmi Abdelkader

Pour sa confiance, nous remercions les enseignants qui nous ont aidés durant ce travail. Parmi eux figurent :

M. Benmakhlouf.A ; M.locife. ; M.Rebai. Khalil

Nous remercions également les membres du jury :

M.Messis Abdelaziz, M.AYACHE Riad

Nous tenons à leur exprimer notre gratitude et notre profond respect. Ensuite, nous remercions l'équipe de direction qui a organisé la session académique au cours des cinq dernières années, et nous remercions pour nos efforts, notre diligence, nos efforts, notre lutte et notre vigilance. Cela n'a pas été facile, mais nous l'avons fait. Je dédie ce succès à tous ceux qui ont contribué à sa réalisation. Nous espérons que ce mémorandum sera utile aux générations futures au cours de leur vie universitaire. Au final, j'espère que nous serons parmi ceux qui ont contribué au développement du pays.

# Dédicace

À ma bien-aimée et mon battement de cœur à ma mère...

À mon soutien et source de bonheur dans la vie, à mon père...

A mon âme et ma belle compensation, à mon âme sœur, à mon cher  
mari...

À mon refuge dans les moments de tristesse et de joie, à ma famille...

À tous ceux qui m'ont aidé dans mon projet de fin d'études, même par un  
petit mot gentil ou une invitation...

À ceux qui se réjouissent de ma joie et s'affligent de ma tristesse. Par  
Dieu, si je continuais à vous remercier, je manquerais d'encre, mais je  
vous rappelle une bonne invitation. « Que Dieu vous accorde le succès  
dans votre vie et vous accorde toute la bonté. "Je dis merci...

Je vous présente ma joie et mon témoignage, qui ont été témoins de mon  
combat, de ma fatigue, et de mon insomnie... ma joie et ma tristesse  
parfois.

...un endroit où le rêve d'hier est devenu réalité...

**Boutheyna**

# Dédicace

À ma compagne et mère bien-aimée..

A mon soutien et source de bonheur, mon père..

À mon âme sœur et ma chère sœur...

À mon refuge dans les moments de joie et de tristesse, mon frère.

À tous ceux qui m'ont aidé avec mes mémoires, même avec une aimable invitation...

À mon ami et moi..

Je vous dédie et à moi-même cette joie, cette réussite et ce diplôme, je vous dédie mon diplôme qui a témoigné de mon combat, de ma fatigue, de mes nuits, de ma joie et de ma tristesse. Je vous le dis. n'est pas ma dernière étape, mais plutôt la première étape vers le début d'une vie professionnelle réussie....

Je prie Dieu de me guider, moi et vous, et de diriger nos erreurs... Merci...

**Fatima**

## Table des Matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des Abréviations

Introduction générale .....	1
Références bibliographiques : .....	2
I.Généralités sur les déchets : .....	Error! Bookmark not defined.
I.1. Définitions des concepts clés:.....	3
I. 1.1. Définition du terme "déchet " :.....	3
I.1.1.1. Définition environnementale et systémique "déchet" : .....	3
I .1.1.2.Définition juridique de "déchet" : .....	3
I.2.Déchets ménagers et assimilés:.....	3
I. 3. Gestion des déchets : .....	4
I. 3.1.Information/sensibilisation:.....	4
I.3.2.Principe pollueur payeur : .....	4
I.3.3.Responsabilité élargie des producteurs: .....	5
I.4. Les modes de collecte et d'élimination des déchets: .....	5
I.4.1.Pré-collecte des déchets: .....	5
I. 4.2.La collecte: .....	5
I.4.2.1.Collecte séparée : .....	5
I.4.2.2.a collecte en porte à porte : .....	6
I. 4.2.3.La collecte en apport volontaire: .....	6
I.4.2.4 La collecte pneumatique: .....	6
I.4. 3.Le transport : .....	7
I .4.4.Stockage : .....	7
I. 5. Déchets verts et ménagers: .....	8
I.5.1.Les déchets verts :.....	8
I.5.2.Les déchets ménagers :.....	8
I.6. Classification des déchets verts et ménagers: .....	9
I.7. Caractéristiques physico-chimiques des ordures ménagères : .....	9

I.7.1. Densité (ou masse volumique) :	9
I.7.2. Le degré d'humidité :	10
I.7.3. Le pouvoir calorifique :	10
I.7.4. Le rapport des teneurs en carbone et azote :	10
I.8. L'élimination des déchets:	10
I.9. Les différentes méthodes de traitements:	11
I.9.1. La décharge :	11
I.10. La valorisation des déchets ménagers :	12
I.10.1. Déchets ménagers et végétaux valorisables :	12
I.10.2. Les déchets non valorisables dans un centre de tri :	12
I.11. Quelques types de matières organiques incorporées au sol:	14
Références bibliographiques :	15
II. Généralités sur le compostage :	Error! Bookmark not defined.
II.I. Définitions du compostage:	17
II. II. Principe général:	17
II.III. Types d'engrais issue du processus de compostage :	17
II.III.1. Compostage anaérobie :	17
II.III.2. Compostage aérobie :	18
II. IV. Les différents types de compost:	18
II.IV.1. Les composts d'origine urbaine :	18
II. V. Principaux paramètres du compostage:	18
II. V.1. Les paramètres physico-chimique:	18
II. V.1.1. Le pH:	18
II. V.1.2. Humidité:	19
II. V.1.3. Le rapport Carbone/Azote :	19
II. V.1.4. Aération:	19
II. V.1.5. Granulométrie:	20
II. V.1.6. La température:	20
II. V.1.7. Conductivité électrique:	21
II. V.2. Les paramètres biologiques:	21
II. V.2.1. Micro-organismes:	21
II. VI. L'évaluation d'un compost mur :	22
II. VII. L'effet de compost sur propriétés physiques du sol:	22
Références bibliographiques :	23
III. Matériel et méthode :	25

<b>III .I. Présentation de zone d'étude:</b> .....	<b>25</b>
<b>III .I.1. Situation géographique de la région de Bordj Bou Arreridj:</b> .....	<b>25</b>
<b>III. I.2.Climat et précipitions:</b> .....	<b>25</b>
<b>III.I.3.Mise en œuvre du protocole expérimental :</b> .....	<b>27</b>
<b>III.II.Matériel et matériaux utilisés dans la réalisation du compost:</b> .....	<b>27</b>
<b>III .II.1.Matériaux utilisés dans la préparation du compost :</b> .....	<b>27</b>
<b>III .II.2.Outils de mesure et de suivi de la maturité du compost :</b> .....	<b>28</b>
<b>III .II.3. Nouvel jus de compost:</b> .....	<b>29</b>
<b>III. III. Méthodologie :</b> .....	<b>29</b>
<b>III .III.1.Étapes de préparation du compost:</b> .....	<b>29</b>
<b>III. III.1.1. Trier et identifier les types utilisés:</b> .....	<b>29</b>
<b>III.III.1.2. Fragmentation des matières:</b> .....	<b>30</b>
<b>III.III.1.3.Préparation des composteurs:</b> .....	<b>30</b>
<b>III .III.2.Suivi et contrôle du processus du compostage:</b> .....	<b>32</b>
<b>III. III .2 .1 . L'aération :</b> .....	<b>32</b>
<b>III. III.2 . 2. Température :</b> .....	<b>33</b>
<b>III.III.3.Méthode d'analyse physique-chimique du composte au laboratoire: ....</b>	<b>33</b>
<b>III. III.3. 1. Humidification:</b> .....	<b>34</b>
<b>III. III . 3 . 2. Le pH :</b> .....	<b>34</b>
<b>III.III.3.3.Taux de cendre :</b> .....	<b>35</b>
<b>III. III.4. Analyses biologiques :</b> .....	<b>35</b>
<b>III. III.4.1. Microfaune :</b> .....	<b>35</b>
<b>III. III.4.2.Microflore:</b> .....	<b>36</b>
<b>III. III. 4.3.Test de Germination:</b> .....	<b>42</b>
<b>III. IV. La qualité et l'efficacité du jus réalisé:</b> .....	<b>45</b>
<b>IV.Résultats et discussion :</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>IV.I.Résultats du compostage des déchets organiques ménagers et végétaux: ....</b>	<b>49</b>
<b>IV.I.1. Caractéristiques physiques du compost.....</b>	<b>49</b>
<b>IV. I.2. Caractéristiques chimiques du compost .....</b>	<b>49</b>
<b>IV.I.2.1.Evolution de la température :</b> .....	<b>49</b>
<b>IV. I.2.2. Evolution du pH:</b> .....	<b>50</b>
<b>IV. I.2.3. L'humidification:</b> .....	<b>52</b>
<b>IV. I.2.4. Evaluation du Taux de cendre:</b> .....	<b>52</b>
<b>IV. I.2.5. Evaluation les résultats des tests de germination: .....</b>	<b>53</b>
<b>IV .I.3. Activité microbienne:</b> .....	<b>57</b>

<b>IV.I.3.1.Résultats duRecherche et dénombrement des Clostridium sulfito- réducteurs :.....</b>	<b>57</b>
<b>IV.I.3.2.Résultats du dénombrement des Coliformes totaux :.....</b>	<b>57</b>
<b>IV.I.3.3.Résultats du dénombrement des FTAM et les champignons et les levures: .....</b>	<b>59</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>61</b>
<b>Conclusion générale :.....</b>	<b>62</b>



## Liste des Tableaux

**Tableau III.1:** Présente quelques informations sur Wilaya de Bordj Bou Arreridj.

**Tableau III.2:** Référence de spécification d'un bon compost.

**Tableau IV.1:** Description physique des quatre composts réalisés.

**Tableau IV.2:** Pourcentage de l'humidité dans chaque compost.

**Tableau IV.3:** Pourcentage de cendres dans le compost après un mois et demi de décomposition.

**Tableau IV.4:** Evaluation de taux de germination (%), le cas de compost A.

**Tableau IV.5:** Différence dans les indicateurs de croissance des plantes .

**Tableau IV.6 :** Dénombrement et interprétation des Clostridium sulfito-réducteurs.

**Tableau IV.7:** Résultats de dénombrement de coliformes totaux.

**Tableau IV.8:** Aspect microscopique et macroscopique de quelque les germes fongiques (champignons) dans l'engrais.

## Liste des figures

- Figure I.1:** Conteneurs des déchets de collecte séparée
- Figure I.2:** Collecte pneumatique des déchets.
- Figure I.3:** Classification des déchets composables.
- Figure I.4:** Les modes d'élimination des déchets ménagers en Algérie .
- Figure I.5 :** Exemple de Transformation les déchets organiques en engrais.
- Figure I.6 :** Processus de compostage.
- Figure II.1:** Courbe théorique d'évolution de la température au cours du compostage.
- Figure III.1:** La situation géographique de Bordj Bou Arreridj.
- Figure III.2:** Localisation géographique et découpage administratif de la zone d'étude Bordj Bou Arreridj.
- Figure III.3:** Matériaux utilisés dans la préparation du compost.
- Figure III.4:** Jus de compost.
- Figure III.5:** collecte et tri des déchets organiques.
- Figure III.6:** Fragmentation des déchets collectés en petits morceaux d'environ 9 cm.
- Figure III.7:** Disposer des déchets organiques couche par couche.
- Figure III.8:** Préparation des conteneurs en plastique à paroi perforée (composteurs).
- Figure III.9 :** Les cinq mélanges des compost.
- Figure III.10 :** L'aération des composteurs.
- Figure III.11 :** Mesure de la température l'aide d'un thermomètre à mercure.
- Figure III.12 :** l'humidification des cinq composteurs avec mesure de l'humidité de chaque échantillon.
- Figure III.13 :** l'extrait après la filtration après mesure de ph de chaque échantillon .
- Figure III.14 :** Mesure de chaque échantillon.
- Figure III.15 :** Divers types d'insectes et d'organismes contribuant au processus de dégradation organique.
- Figure III.16:** Préparation la solution mère de échantillon A et B .
- Figure III.17 :** Préparation les milieu (PCA, VRBG,PDA).
- Figure III.18 :** Schéma de Recherche des coliformes totaux, champignons, levures, et FTAM.
- Figure III.19 :** Grandes colonies anaérobies noires de Clostridium sulfate réducteurs .

**Figure III.20 :**Recherche des Clostridium sulfito-réducteurs.

**Figure III.21 :** Tamiser composte avant utiliser .

**Figure III.22:** Tas d'engrais dans leur état final (obtention du produit fertilisant organique).

**Figure III.23:** Les semences utilisées pour les tests de germination.

**Figure :** Les alvéoles pour la germination des semences.

**Figure III.24:** La déférence entre un compost arrosé avec de l'eau et un compost arrosé avec du jus.

**Figure IV.1:** Evolution de la température au cours de compostage dans chaque composteur.

**Figure IV.2:**Evolution de pH des traitements au cours du compostage.

**Figure IV.3:** Blé après 7 jours de germination .

**Figure IV.4:** Évaluation de compost A.

**Figure IV.5:** Le résultat de la germination à une concentration de 95% compost.

**Figure IV.6:**Différence de croissance des plantes avec et sans compost.

**Figure IV.7:** Longueur des feuilles des plantes avec des déférent concentration.

**Figure IV.8:**Préparation à mesurer les racines .

**Figure IV.9 :** Boites pétri des coliformes totaux dans le milieu solide VRBG.

## Liste des Abréviations

**MATE:**Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement .

**DM=** résidus végétaux + résidus de fruits + café + coquilles  
d'œufs + sol+ menuiserie.

***M*Totalé:** La masse totale de chaque mélange .

**NPK :** Azote, Phosphore, Potassium.

**C D:** Compost D.

**C B:** Compost B.

**C A:** Compost A.

**C C:** Compost C.

**C A':** Compost A'.

**ONG:** D'organisations non gouvernementales.

**TEOM:**La taxe d'enlèvement des ordures ménagères .

## *Introduction générale*

### **Introduction générale**

La protection de l'environnement est devenue essentielle depuis le début des années 1990, et comme nous vivons dans un contexte d'expansion démographique, d'urbanisation accélérée, de modes de consommation et d'ouverture à l'économie de marché, tout cela a conduit à un changement significatif dans la nature de l'environnement.

Déchets urbains Que sa masse totale a augmenté. C'est le cas de la Wilaya de Bordj Bou Arreridj qui compte une population de 903 621 habitants (statistiques 2024)[1]. Plus la population est nombreuse, plus elle produit de déchets, et sans traitement approprié ces déchets peuvent causer de nombreux dégâts. Pour atténuer ce problème, nous pouvons envisager de recycler ces sous-produits et de les réutiliser de manière utile.

Parmi les différentes solutions et techniques pour traiter ces déchets.[2] Depuis que nous étudions dans le domaine de la gestion du changement environnemental dans la région méditerranéenne, notre intérêt est d'améliorer la gestion des déchets organiques en apportant une solution respectueuse de l'environnement.

Compte tenu des caractéristiques des déchets ménagers, En proposant une solution de compostage respectueuse de l'environnement qui conduit à la production d'un produit appelé engrais vert.

Par conséquent, notre travail est divisé en deux parties :

La première partie fait le point sur des généralisé sur les déchets, le compostage et sur la vie Microbienne dans le fumier.

La deuxième partie représente la méthodologie de travail choisie en tenant compte, la présentation de la zone d'étude, la collecte et le tri des déchets sur le terrain, suivi des interprétations et discussions.

Enfin, une conclusion générale sera présentée, elle résumera les principaux résultats obtenus lors de ce travail de mémoire et donnera différentes perspectives pour les études futures.

## *Introduction générale*

### **Références bibliographiques :**

[1]"African Countries by population" (↯Fr-FR). Archive from the original on 2023-05-01. Retrieved 2023-05-01.

[2] G. Bertolini, le marché des ordures, économie et gestion des déchets ménagers, Editions L'Harmattan, Paris, 1990, p08.

**I.I. Définitions des concepts clés:**

Un déchet peut être défini de différentes manières selon le domaine et l'intérêt d'étude et parfois l'origine et l'état des déchets.

**I. I.1. Définition du terme "déchet ":**

Selon Mary Douglas, le terme « déchets » est assimilé à la notion de saleté [1]. Elle le définit comme étant « tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, le sous-produit d'une organisation et d'une classification de la matière, toute mise en ordre entraîne le rejet d'éléments non appropriés » [2].

**I.I.1.1. Définition environnementale et systémique "déchet" :**

Le déchet est un sujet de préoccupation politique nationale. Sa définition est consacrée par des textes de loi. D'abord, (loi 83-03 de 08 février 1983 relative à la protection de l'environnement).

Ensuite la Loi N 03-10 du 19 juillet 2003, relative la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable vient pour parachever et augmenter le sens que la politique environnementale donne au terme déchet en ajoutant la notion d'obligation: "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" [3].

**I. I.1.2. Définition juridique de "déchet" :**

Sur le plan Juridique, le droit civil et la terminologie du droit des biens définissent le « déchet » comme « un bien meuble rattaché juridiquement à la catégorie des choses sans maître, chose volontairement délaissée par leur propriétaire » [4].

**I.II. Déchets ménagers et assimilés:**

« Ceux sont 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 » . [5] Ces déchets sont collectés par la commune s'ils peuvent être éliminés sans sujétions techniques particulières et sans risques pour les personnes ou l'environnement.

**I. III. Gestion des déchets :**

La priorité en matière de gestion des déchets est la réduction des déchets, c'est-à-dire en produire le moins possible, voire pas du tout. Il s'agit « en priorité, de prévenir et réduire la production et la nuisance des déchets, notamment en œuvrant à leur recyclage, leur valorisation ou leur élimination, c'est-à-dire la prévention, le pré collecte, la collecte, le transport, tout tri, traitement et élimination des déchets et la promotion de sa réutilisation » [6].

**I. III.1. Information/sensibilisation:**

Afin d'inculquer à la société la notion de traitement des déchets, des actions ont été entreprises à savoir la communication, la sensibilisation, la formation en direction des élus locaux des associations citoyennes, la population et les ONG. Et parmi le moyen de sensibilisation figure en bonne place l'introduction progressive de l'éducation environnementale dans le cursus scolaire de l'éducation nationale (convention de mars 2002 entre le Ministre de l'Education Nationale et le Ministre de l'Aménagement du Territoire et de l'environnement).

**I. III.2. Principe pollueur payeur :**

Le principe du pollueur payeur (PPP) a été introduit dans la loi de 2003 relative à la protection de l'environnement. Ce principe implique que les coûts de la prévention, de la réduction à la source, du recyclage des déchets sont assumés par le pollueur, c'est-à-dire, le producteur des déchets supporte les frais de la réduction de la pollution. Ces coûts englobent les frais de la collecte, du transport et de l'élimination de leurs déchets par les collectivités.

Généralement, le PPP prend la forme d'une taxe connectée aux quantités des déchets produits par les entreprises. Ce principe est appliqué également pour les déchets de consommation, tels que les déchets ménagers, mais il n'y a pas de lien direct entre le niveau de paiement et la production individuelle de déchets des ménages.

Glachant [7], définit trois points essentiels afin qu'une politique de déchets soit efficace :

Pour que la taxe en aval (TEOM) ait un effet positif sur la quantité des déchets elle doit être complétée par une taxe en amont sur les produits, la TEOM se caractérise par l'absence totale d'incitation à la prévention et à la réduction à la source. Le versement de la taxe amont doit être intégralement reversé aux communes pour assurer



le financement de service public local des déchets. Le montant de cette taxe doit être à un taux élevé pour compenser le déficit d'incitation en aval.

### **I. III.3. Responsabilité élargie des producteurs:**

La responsabilité élargie du producteur est une politique nouvelle de la prévention de la pollution et aussi un principe de gestion des déchets. Il a pour but de réduire la pollution à chaque étape du cycle de vie d'un produit en adoptant une nouvelle technologie. Il implique généralement un système obligatoire ordonné par les états, ou volontaire par lequel les industries prennent l'initiative.

Ce principe repose sur trois éléments clés:

- Élargir la responsabilité du produit à l'étape tout au long de son cycle de vie.
- La responsabilité du producteur est physique et/ou financier, élimine ces produits (ou les réutilisent) par ces propres moyens, ou paye un tiers pour le faire.
- Des directives (mises par les gouvernements dans la plupart des cas) exigent des taux de recyclage spécifiques[8].

### **I. IV. Les modes de collecte et d'élimination des déchets:**

#### **I. IV.1. Pré-collecte des déchets:**

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 réalisée par l'habitant c'est à-dire c'est un apport volontaire [9].

#### **I. IV.2. La collecte:**

La collecte est très dépendante de la pré-collecte et notamment du matériel utilisé. Le coût d'acquisition de ce matériel est assez élevé, voire dissuasif dans les pays en développement.

Il est donc important qu'il soit adapté aux conditions locales L'opération de la collecte est située au cœur du processus de la gestion des déchets. C'est une opération d'ordre public qui rentre dans le cadre de la protection de la santé des populations ainsi que pour assurer une meilleure qualité de vie. Elle consiste en le ramassage et le regroupement des déchets en vue de leur transport.

##### **I. IV.2.1. Collecte séparée :**

la collecte séparée désigne «une collecte dans laquelle un flux de déchets est conservé séparément selon son type et sa nature afin de faciliter un traitement spécifique»[10].

Exemple : La levée des conteneurs réceptionnant les flux de déchets de verre, d'emballage est une opération de collecte séparée.



**Figure I.1:** Les conteneurs des déchets de collecte séparée [10].

**I. IV.2.2.a collecte en porte à porte :**

Ordures ménagères résiduelles et recyclables déposées par les habitants au pas de leur porte ou au point de ramassage fixé par la collectivité [11].

**I. IV.2.3.La collecte en apport volontaire:**

Acte volontaire d'aller dans un lieu particulier pour y déposer ses déchets.

Ce geste volontaire reflète le niveau d'implication de l'habitant, et permet principalement de minimiser la gêne dans le lieu de vie, de protéger l'environnement urbain et de recycler ce qui peut être récupéré ce qui réduit le coût de l'élimination[11]

**I. IV.2.4 La collecte pneumatique:**

Ce système d'origine suédoise consiste en un transport des déchets depuis le vide-ordures jusqu'au lieu de stockage et de traitement par conduites pneumatiques (par jet d'air comprimé) souterraines (Figure .II.1).

Ce procédé exclut toute intervention humaine : il a des répercussions bénéfiques sur l'hygiène et permet une diminution des inconvénients au trafic routier. Néanmoins, ce procédé coûte évidemment très cher, de plus il est quasi impossible à réaliser dans des constructions existantes [12].



**Figure II.1:** Collecte pneumatique des déchets [13].

### **I. IV. 3. Le transport :**

Le transport constitue l'ensemble des opérations correspondant au déplacement du véhicule du garage à la première zone de collecte et puis au point de destination finale. Le choix des véhicules de collecte est très important, le parc de véhicules doit être suffisamment diversifié pour permettre une collecte performante. Compte tenu de l'habitat, des récipients choisis et des voies d'accès, les véhicules utilisés seront donc choisis en fonction des milieux urbains ou ruraux [10].

### **I. IV. 4. Stockage :**

Avant valorisation ou traitement, les déchets doivent être traités et stockés dans des conditions ne présentant pas de risque de contamination.

Dans la mesure du possible, les conteneurs à déchets doivent toujours être stockés dans un endroit protégé. Il est important de les disposer ensemble selon leur nature dans les zones de stockage, de transport, de chargement et de déchargement.

Par exemple le stockage de matières combustibles (papier, carton, plastique, pneus, bois, etc.).

**I. V. Déchets verts et ménagers:**

**I. V.1. Les déchets verts :**

On désigne habituellement sous le terme générique "d'espaces verts" les surfaces des villes et bourgs recouvertes de végétations rases, arbustives ou arborescentes, et notamment :

- Les potagers et jardins d'agrément des particuliers .
- Les lieux collectifs publics ou privés (zones récréatives, parcs et jardins, terrains de sport, cimetières, accotements routiers...).
- Les résidus végétaux issus de l'entretien, l'exploitation et le renouvellement de ces espaces sont appelés déchets verts. Leur production s'étale de janvier à décembre, en quantités toutefois variables selon les saisons. De nature très différente, ces sous-produits présentent des caractéristiques physico-chimiques contrastées :

- Les branches d'élagage et les tailles de haies sont des produits ligneux, secs et fibreux qui se dégradent lentement .
- Les tontes de gazons, les fleurs et plantes fraîchement coupées, les pousses vertes sont des produits très fermentescibles plutôt riches en eau, en sucres et en azote qui sont sensibles au tassement.

**I. V.2. Les déchets ménagers :**

Les déchets ménagers sont des déchets issus de l'activité domestique des ménages et pris en compte par les collectes usuelles ou séparatives. Ces déchets peuvent être éparés en deux sous catégories :

- La fraction résiduelle des déchets ménagers obtenue après séparation des papiers, cartons, verres et emballages.
- La fraction fermentescible (putrescible) des ordures ménagères : déchets organiques biodégradables, ou bio-déchets (déchets de cuisine, fleurs, etc.).

Récupérés lors la sélection des collectes visant à les isoler des autres composés non putrescibles. Les déchets verts des jardins des particuliers sont souvent collectés avec cette réaction.

Les déchets de marchés constituent également cette catégorie.

**I. VI. Classification des déchets verts et ménagers:**

Une classification des déchets composables est formulée selon leur origine, leur nature chimique ou encore leur état physique (Figure I.3) Pour le compostage, seuls les déchets organiques fermentescibles et non pollués sont susceptibles d'être utilisés. De plus, selon leur nature.[15] on distingue : déchets inertes, déchets organiques, déchets banals, déchets toxiques ou dangereux et déchets ultimes.

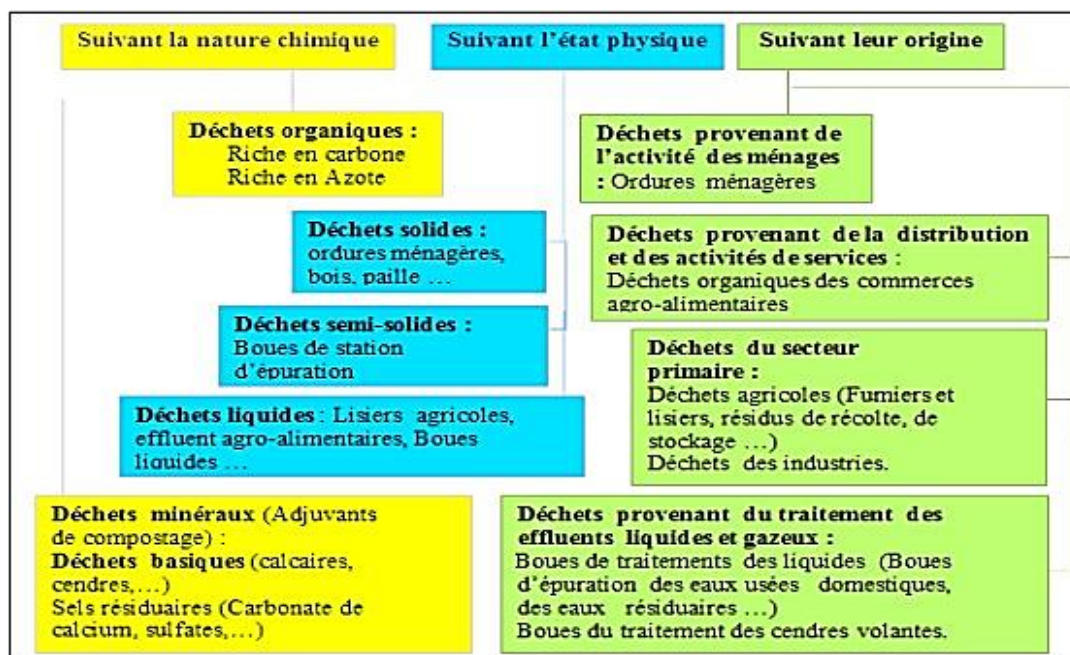


Figure I.3: Classification des déchets composables [16].

**I. VII. Caractéristiques physico-chimiques des ordures ménagères :**

**I. VII.1. Densité (ou masse volumique) :**

La densité met en évidence la relation qui existe entre la masse des ordures ménagères et le volume qu'elles occupent. Sa connaissance est essentielle pour le choix des moyens de collecte de ces déchets et aussi pour leur traitement. Toutefois, comme

les déchets ménagers sont essentiellement compressibles, leur densité varie au cours des différentes manipulations auxquelles elles sont soumises.

### **I. VII.2. Le degré d'humidité :**

Les déchets ménagers renferment une quantité suffisante d'eau, variant en fonction des saisons et du milieu environnemental. Cette humidité a une grande influence sur la rapidité de la décomposition des matières qu'elles renferment et sur le pouvoir calorifique utile des déchets [15].

### **I. VII.3. Le pouvoir calorifique :**

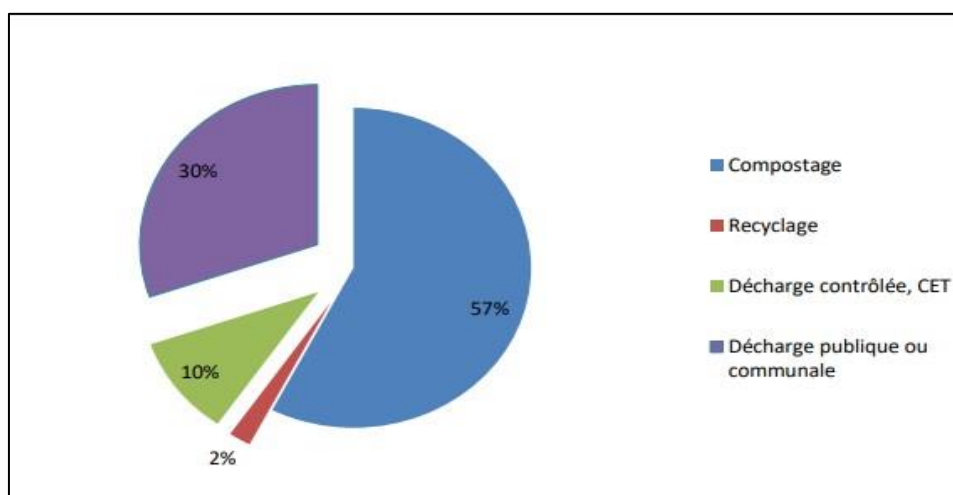
Le pouvoir calorifique est défini comme la quantité de chaleur dégagée par la combustion de l'unité de poids en déchets brutes. Il s'exprime en KJ/Kg . Le pouvoir calorifique supérieur (PCS) prend en compte la chaleur de la vaporisation de l'eau contenue dans les déchets ménagers pendant la composition. Le pouvoir calorifique inférieur (PCI) qui ne tient pas compte de la chaleur de vaporisation de cette eau pendant la composition [15].

### **I. VII.4. Le rapport des teneurs en carbone et azote :**

Le rapport C/N a été choisi comme Critère de qualité des produits obtenus par le compostage des déchets. Il est d'une grande importance pour le traitement biologique des déchets, car l'évolution des déchets en fermentation peut être suivie par la détermination régulière de ce rapport.

### **I. VIII. L'élimination des déchets:**

Le nombre de décharges illégales en Algérie augmente à mesure que la population augmente. En revanche, les quantités qui seront valorisées sont très faibles : seulement 2% via le recyclage... et 57% via le compostage, qui est le moyen efficace de se débarrasser de ces déchets et de préserver l'environnement d'une part et d'autre part de l'autre, parvenir au développement durable [17].



**Figure I.4:** Les modes d'élimination des déchets ménagers en Algérie [17].

## I.IX. Les différentes méthodes de traitements:

### I.IX.1. La décharge :

La solution d'élimination des déchets la plus adoptée dans les pays en voie de développement est la mise en décharges ouvertes, qu'elles soient sauvages ou contrôlées par les autorités locales. Ces décharges posent des risques environnementaux engendrant notamment d'importants déséquilibres écologiques au sol et à l'eau, à travers les lixiviation, et la pollution atmosphérique liée aux fumées dégagées.

Cette dégradation de l'environnement a déjà fait l'objet d'un constat dans des villes indiennes . [18] et à Abuja au Nigéria [19].

En Algérie, l'élimination des déchets ménagers et assimilés par voie de la mise en décharges sauvages est le mode le plus utilisés, avec un taux de 87 %. Malgré l'existence d'une politique environnementale et d'une réglementation en matière d'élimination des déchets, leur nombre ne cesse d'augmenter. Selon une enquête menée par les services du MATE, plus de 3 130 décharges sauvages ont été recensées dans les wilayas Algériennes.

Le compostage concerne tous les déchets organiques mais surtout les déchets solides et semi-solides.

C'est un processus de transformation de matière organique fraîche en une substance organique humifiée, plus stable, appelée : compost . Le compost produit est

assez riche en substances humiques, constitue un excellent produit d'amendement des sols.

Il permet à la fois d'améliorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol et de fournir par voie déminéralisation des éléments nutritifs assimilables par les plantes cultivées [20].

### **I. X. La valorisation des déchets ménagers :**

#### **I. X.1. Déchets ménagers et végétaux valorisables :**

Réintroduire diverses matières valorisables, y compris les déchets ménagers et végétaux, dans le cycle économique pour leur exploitation dans le secteur agricole et la fabrication de produits fertilisants organiques, ou ce qu'on appelle l'engrais vert.

Cela peut contribuer à la valorisation et à la valorisation des déchets ménagers et végétaux, notamment Ces déchets valorisables :

- journaux, papiers de bureau, papier alimentaire sale, etc.).
- Déchets de jardin (tontes de gazon, feuilles, bois morts et autres plantes fanées).
- Épluchures de fruits et légumes, même abîmées, coquilles d'œufs, marc de café, etc.

#### **I. X.2. Les déchets non valorisables dans un centre de tri :**

Les déchets qui ne peuvent pas faire l'objet d'une valorisation au centre de tri concernent : Les pots de yaourt, les barquettes avec restes, les pots de fromage, les pots de carême, les bouteilles d'huile, le polystyrène, les barquettes translucides, les sacs en plastique, les petits emballages en plastique, les articles d'hygiène Cependant, ils peuvent faire l'objet d'une valorisation énergétique (incinération avec production d'électricité par exemple).

Pour cette raison, la solution et la méthode la plus appropriée pour traiter et valoriser ce type de déchets ménagers et végétaux est le compostage pour obtenir des engrais organiques et les utiliser pour améliorer les cultures agricoles, comme indiqué ci-dessous :





Figure I.5 : Exemple pour Transformer les déchets organiques en engrais

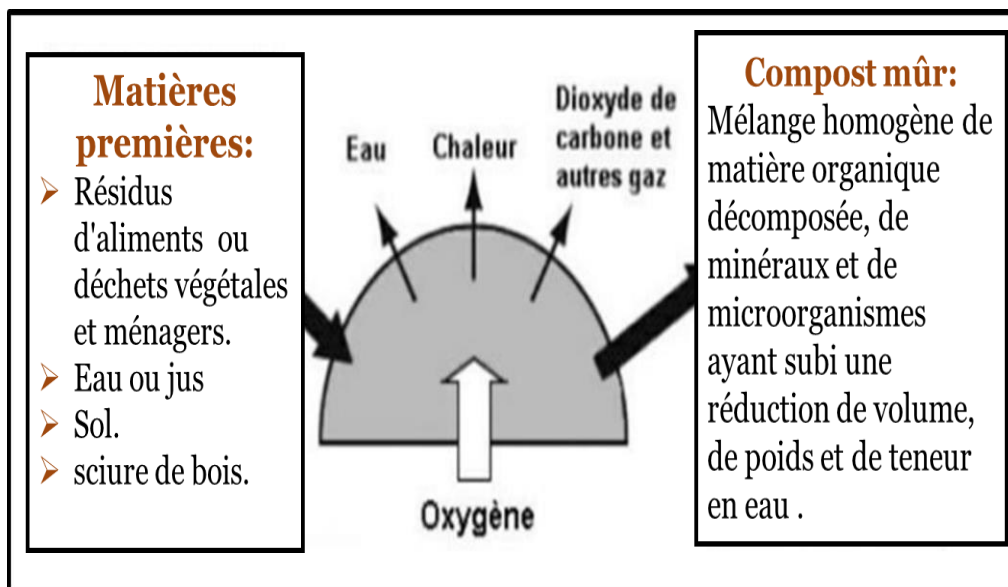


Figure I.6: Principe de processus du compostage [20].

**I .XI. Quelques types de matières organiques incorporées au sol:**

□ **La litière :** Elle est généralement de nature végétale sous forme de débris (feuilles, rameaux, fruits graines, et exsudats racinaires et foliaires) . [21] Elle est plus ou moins biodégradable selon les espèces végétales installées. On parle de litière améliorée riche en azote et de litière acidifiée qui se décompose plus difficilement .[22]

□ **L’humus :** L’humus est la matière organique transformée par voie biologique, chimique et incorporée à la fraction minérale du sol, avec laquelle elle contracte des liens physiques, chimiques, plus ou moins étroits. Par extension le mot humus désigne en écologie l’ensemble de la matière organique du sol, y compris les résidus d’origine végétale peu transformés et incomplètement incorporés au sol. Il est avec l’eau le garant de la fertilité du sol. Il joue le rôle d’une éponge fixant 10 à 50 fois sa masse en eau c’est l’humus en sens strict. En effet, c’est lui qui assure la rétention de l’humidité nécessaire à la croissance des plantes . [23] Le compostage est la conversion d’une matière organique très instable et hautement biodégradable en matière organique stable . [24] Le compostage est un processus contrôlé de décomposition de composants organiques d’origine végétale et animale, à travers une série de communautés microbiennes qui se développent dans des conditions aérobies, provoquant une élévation de température et aboutissant à la production de matière organique dégradée et stabilisée.

**Références bibliographiques :**

[1] G. Bertolini, « le marché des ordures, économie et gestion des déchets ménagers », Editions L'Harmattan, Paris, 1990, p08.

[2] Article L.541-1 du Code de l'environnement(<https://youtu.be/PmkMHnGslyc> L 541-1-1 de la Directive Loi sur l'Environnement 2018/851 et en application de l'article 115 de la loi n° 105-2020 du 10 février 2020 (Loi AGECE) relative au contrôle des déchets et l'économie circulaire.)

[3] Cheniti.H, « la gestion des déchets urbains solides : cas de la ville d'Annaba ». Thèse Doctorat Faculté Science de la terre, 2014, p22.

[4] Jean-Michel Ballet. Aide mémoire gestion des déchets. 4ème édition. Paris DUNOD 2014. p 314.

[5] Moletta R, « Le traitement des déchets », Éditions TEC&DOC, 2009. p17.

[6] ANNE-FRANCE D, 2013. Gestion et traitement des déchets, Cours, Version 2, P11.

[7] Glachant. M, 2005«La politique nationale de tarification du service des déchets ménagers en présence de politiques municipales hétérogènes», Économie et Prévision, N°167.

[8] DJEMACI.B, 2012-«La gestion des déchets municipaux en Algérie : Analyse prospective et éléments d'efficacité», THÈSE de doctorat en sciences économiques, p 81-82.

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

[10] MECIEL L. et MESSIOURI Z, 2020. « valorisation des déchets domestiques (compostage) ». mémoire master. faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre université akli mohand oulhadj – bouira.p11-12.

[11] NGNIKAM E, 2000. « Evaluation environnementale et économique de systèmes de gestion des déchets solides municipaux » : analyse du cas de Yaoundé au Cameroun". LAEPSI. Lyon, INSA LYON: 314.

[12] BENNAMA T. (2016). « Les bases de traitement des déchets solides ». Thèse : université des Sciences et de la Technologie d'Oran « Mohamed Boudiaf », p31.

[13] <https://www.leparisien.fr/seine-saint-denis-93/romainville93230/romainville-3500-logements-raccordes-a-la-collecte-pneumatique-des-dechets-06-07-2016-5946173.php> .consulté le 02/04/2024.

[14] Asnour M. 2017. «Optimisation de la gestion des déchets ménagers dans quelques villes de l'Ouest algérien ». Thèse de doctorat.12p.

[15] MUSTIN, M. 1987. Le Compost, Gestion de la Matière Organique. Paris., France, 954p

[16] Lucien, C. (2008). « Les déchets ménagers solides de ville de Bujumbura(Burundi) : quelles perspectives pour une gestion durable ? » .Mémoire master : Science et gestion de l'environnement. Institut de gestion de l'environnement et d'Aménagement du territoire : Université libre de Bruxelles, 13p.

[17] MATE, (2004). Atelier international sur le nouveau mode de gestion des déchets municipaux : Le centre d'enfouissement technique (CET), janvier2004.

[18] Sharholly, M., Kafeel, A., Gauhar, M. et al (2008). "Municipal solidwaste management inIndiancities"-A review, waste Management, n°28,459-467.

[19] Imam A., Mohammed B., Wilson DC. et al (2008)." Solid waste management in Abuja, Nigeria", Waste Management 28,468-472.

[20] Turlan, T. (2013). Les déchets (collecte. Traitement. Tri. Recyclage).Paris : Dunod.121p.Soudi, B. (2001). Compostage des déchets ménagers et valorisation du compost. Cas des petites et moyennes communes au Maroc. (Actes édition).102p.

[21] HIERONYMUS et YULIPRIYANTO, 2001. » Emission d'effluents gazeux lors du compostage de substrats organiques en relation avec l'activité microbologique (nitrification/de nitrification) ».l'université de Rennes1 Equipe interactions biologiques et transformation de matières. Ecole doctorale : Vie –Agro-Santé. Thèse

[22] DUCHAUFOR P, 1977. Pédologie. Pédogénèse et Classification, Masson/Ed., Paris, New York, Barcelone, Milan, Mexico, Sao Paulo.

[23] BONIN G, 2006. Connaissance des sols- introduction à la pédologie. P10 ,11.

[24] Lucien, C. (2008). « Les déchets ménagers solides de ville de Bujumbura(Burundi) : quelles perspectives pour une gestion durable ? » .Mémoire master : Science et gestion de l'environnement. Institut de gestion de l'environnement et d'Aménagement du territoire : Université libre de Bruxelles, 13p.

**II.I. Définitions du compostage:**

De nombreuses définitions du compostage ont été formulées par différents auteurs [1], mais elles s'accordent toutes sur le principe suivant :

Le compostage est un processus contrôlé de décomposition des composants organiques végétaux d'origine, à travers une série de communautés microbiennes qui se développent dans des conditions aérobies et anaérobies, provoquant une élévation de température et conduisant au développement de matière organique hydratée et stabilisée. Le produit ainsi obtenu est appelé engrais organique [2].

Un bon compost provient d'un équilibre entre des matériaux riches en azote et pauvres en carbone (déchets organiques, fumiers), et les matériaux riches en carbone et pauvre en azote (matière végétale sèche, bois broyé) et intermédiaires entre les deux (matière végétale verte) [3].

**II. II. Principe général:**

Le compost provient de résidus biodégradables décomposés par des micro-organismes. Insectes et vers de terre en présence d'oxygène ou même en son absence avec l'aide de microbes anaérobies ayant atteint un état d'équilibre. De couleur brun foncé, le compost mature a l'apparence et l'odeur du terreau. Il s'agit d'une méthode de traitement biochimique consistant à utiliser l'action de divers organismes aérobies (dans des conditions de présence d'oxygène) pour décomposer sous contrôle (aération, température, humidité) et de manière accélérée des matières putréfactives. Ceci afin d'obtenir une modification organique. Stable d'un point de vue biologique, hygiénique et riche en humus, la matière obtenue est appelée compost .

**II.III.Types d'engrais issue du processus de compostage :****II.III.1.Compostage anaérobie :**

C'est l'engrais issu d'un compostage sans injection d'air et sans brassage Les inconvénients de cet engrais sont :

- L'apparition d'odeurs désagréables dues à la pourriture.
- Développement plus lent que le compostage aérobie (prend environ un an pour terminer prêt).
- Et le risque de problèmes phytosanitaires car sa température reste basse et les organismes pathogènes ne sont pas détruits.

**III.2.Compostage aérobie :**

Il s'agit du compost produit par compostage par rotation et/ou injection d'air :

- Il ne dégage pas d'odeur désagréable .
- La maturité est beaucoup plus rapide (il peut être prêt en 3 mois environ dans des conditions adaptées).
- Les graines de mauvaises herbes et les spores pathogènes sont ainsi détruites.

Température élevée résultant de la fermentation oxydative.Cependant, son défauts :

- Cela nécessite plus d'intervention humaine que le compostage anaérobie.
- Conditions climatiques (température, humidité, etc.)
- Exploitation de grandes surfaces, en raison du manque de dispositifs automatiques pour faciliter et accélérer le processus de compostage.

**II. IV. Les différents types de compost:**

Selon l'origine des déchets compostés, on peut distinguer :

**II.IV.1. Les composts d'origine urbaine :**

Les composts urbains sont élaborés d'une gamme hétérogène de matériaux composables pouvant être répartis en cinq catégories : déchets verts, ordures ménagères, ordures ménagères résiduelles, fraction fermentescible et boues de stations d'épuration urbaines.

**II. V. Principaux paramètres du compostage:**

**II. V.1. Les paramètres physico-chimique:**

**II. V.1.1. Le pH:**

Le pH est un facteur important qui influence la plupart des réactions biochimiques catalysées par des enzymes, ce qui permet la biodisponibilité des nutriments et la solubilité des éléments minéraux pour les micro-organismes [4].

En effet, les pH acides sont caractéristique des composts immatures alors que les composts mûrs sont caractérisés par des pH compris entre 7 et 9 [5].

**II. V.1.2 .Humidité:**

Golden (1986) rapporte que le taux d'humidité dépend essentiellement des matériaux de départ. L'évaporation d'eau en phase thermophile doit parfois être compensée par un ou plusieurs arrosages du tas, il est donc difficile de définir les volumes d'eau à apporter. L'eau peut être ajoutée tant qu'aucun écoulement n'apparaît sous le tas, et à condition de ne pas bâcher en phase thermophile.

Un excès d'eau diminue la quantité d'air disponible dans le volume de compost. Un système d'aération plus efficace sera alors nécessaire. La chaleur libérée par la fermentation provoque l'évaporation d'une grande quantité d'eau. L'arrosage de la masse en fermentation permet le cas échéant de manière à maintenir un taux d'humidité (H%) situé entre 50-70 % [6].

**II. V.1.3. Le rapport Carbone/Azote :**

De façon générale, un manque d'azote implique un processus de compostage lent et un excès d'azote ou un défaut de carbone entraînent des pertes importantes en azote. Pour les fumiers à composter, l'optimum se situe pour un C/N de 25 à 35 [7].

Un C/N trop bas du matériel de départ à composter traduit souvent un rapport litière/déjection trop faible, ce qui accroît fortement le risque de perdre de l'azote. Selon l'ITAB [8], ce n'est pas tant le rapport C/N qui est déterminant pour le déroulement du compostage, que la structure de l'andain. Ainsi, il est préférable d'amener le carbone sous forme de paille, qui a un effet structurant (enchevêtrement des brins, air à l'intérieur des tiges), que sous forme de sciure par exemple, qui va empêcher l'air de circuler suite au tassement. Le C/N peut être le même dans les deux cas, mais le facteur limitant sera le manque d'oxygène dans les andains contenant la sciure. Notons aussi que plus que le C/N, c'est la structure biochimique des molécules considérées qui détermine la vitesse de dégradation : ainsi pour un même C/N compris entre 8 et 10, les vitesses de décomposition des substances humiques sont de l'ordre de 2% par an, alors que pour des engrais verts la décomposition est très rapide.

**II. V.1.4. Aération:**

La présence d'oxygène est indispensable au bon déroulement du compostage pour maintenir les conditions aérobies nécessaires à une décomposition rapide. La teneur en

oxygène disposé représente le pourcentage d'oxygène dans l'air des vides entre les particules de compost. Ce taux est fonction de la granulométrie et de l'humidité des particules.

Le taux minimal d'oxygène dans les espaces lacunaires d'un andain doit être de 5% [9].

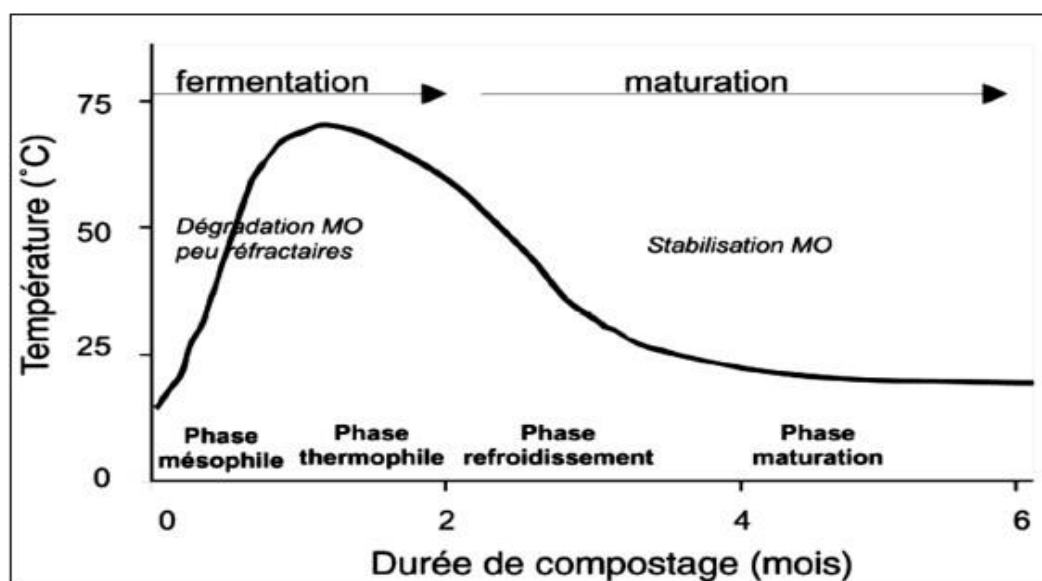
**II. V.1.5. Granulométrie:**

La granulométrie est un facteur qui détermine la vitesse de biodégradabilité. Plus la surface spécifique du substrat sera élevée, plus la zone de contact entre le substrat et les micro-organismes sera étendue et meilleure sera la fermentation. Une granulométrie trop fine induit un espace poral trop réduit et diminue l'accès puis la circulation de l'air:« étouffement» du compost. Contrairement si la granulométrie est trop élevée, les apports en oxygène vont dépasser les teneurs optimales, asséchant le compost, et la montée en température se réalisera difficilement[10].

**II. V.1.6. La température:**

L'évolution de la température du compost résulte de la production de chaleur par l'activité des microorganismes qui dépend de la biodégradabilité du substrat et de sa composition en **nutriments** [11].

La stabilisation de la température du compost traduit la fin de phase de dégradation intensive.



**Figure II.1:** Courbe théorique d'évolution de la température au cours du compostage .[12]



### □ **La phase mésophile :**

C'est la phase initiale du compostage. Durant les premiers jours la présence de matières organiques facilement biodégradables (les sucres, les glucides, les lipides) entraîne une forte activité microbienne engendrant une augmentation de la température à l'intérieur du compost.

### □ **La phase thermophile :**

A ce stade, du fait de l'activité microbienne, on constate une élévation de température allant de 60°C à 75°C. Seules les bactéries peuvent survivre à ces températures. la grande partie de la matière organique est perdue sous forme de CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O.

### □ **La phase de refroidissement :**

Elle est caractérisée par une diminution de la quantité de matières organiques facilement dégradables provoquant un ralentissement de l'activité microbienne. Ceci favorise un refroidissement du compost.

### □ **La phase de maturation :**

Les processus d'humification prédominent ainsi que la dégradation lente des composés résistants. Cette phase de maturation dure jusqu'à l'utilisation du compost.

### **II. V.1.7. Conductivité électrique:**

C'est la teneur de compost en sels. La conductivité du compost est fortement dépendante de son contenu en nutriments [13].

### **II. V.2. Les paramètres biologiques:**

#### **II. V.2.1. Micro-organismes:**

Les micro-organismes sont les organismes les plus actifs dans le processus de décomposition.

Les principaux qui interviennent dans la décomposition de la matière organique sont les bactéries, les champignons et les actinomycètes [14]. Les bactéries sont les premières arrivées dans le tas de compost et font le plus gros du travail [15], selon MUSTIN, (1987) [16], les bactéries 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 [17].

### **II. VI. L'évaluation d'un compost mur :**

Trois caractéristiques nous permettent d'évaluer la maturité d'un compost[18]:

**II. VI.1.La couleur :** Un compost mûr à une couleur brune ou noire selon les matières organiques utilisées pour sa fabrication. Un compost brun clair ou verdâtre devra être laissé encore quelques temps tranquilles avant de l'utiliser.

**II. VI.2. L'odeur :** Un compost mûr doit sentir l'humus forestier. Si l'odeur reconnus est de chou, de pomme de terre ou d'oignon, attendez encore avant de le récolter.

**II. VI.3. L'apparence :** S'il reste des bouts feuilles dans le compost, c'est que tous n'ont pas été dégradé.

### **II. VII. L'effet de compost sur propriétés physiques du sol:**

L'utilisation successifs de compost conduit à l'augmentation de la teneur de matière organique du sol, la majorité des substances humiques sont riches en acide humiques stables, ce qu'augmente la capacité du sol et des changements de la structure du sol après utilisation du compost 9 ans. L'épandage du compost dans le sol augmente la stabilité des agrégats du sol par le biais de la formation de ponts cationiques améliorant ainsi la structure du sol . [19]

**Références bibliographiques :**

[1] VIGNERON J, 1967. L'arrosage et les propriétés physiques du sol. Ingénieur au service des sols à la C.N.A.B.R.L bas Rhône Languedoc.29p

[2] Lucien, C. (2008). Les déchets ménagers solides de ville de Bujumbura(Burundi) : quelles perspectives pour une gestion durable ? .Mémoire master : Science et gestion de l'environnement. Institut de gestion de l'environnement et d'Aménagement du territoire : Université libre de Bruxelles, 13p.

[3] MUSTIN, M. 1987. Le Compost, Gestion de la Matière Organique. Paris., France, 954p.

[4] Bayard R., Gourdon R., Thiery L. 2001. Aide à la définition des déchets dits biodégradables, fermentescibles, méthanisables, compostables. Rapport final, Association RECORD, Contrat n 00-0118 A, 1, 2001. 151 p.

[5] COUPLAN. F, MARMY.F., 2009- Jardinez au naturel : jardin bio facile. Edition : Sang de la terre et groupe Eyrolles. 314 p.

(Doctoral dissertation, Agro Paris Tech).

[6] CHENNAOU, SALAMAY, MAKAN, MOUNTADAR, 2016. Compostage en cuve des déchets ménagers et valorisation agricole du compost obtenu. ISSN 2170-1318 Algerian journal of arid environment.vol. 6, n°2, décembre 2016: 53-66.14p.

[7] FORSTER, W.ZECH, et E.WURDINGER. 1993. Comparison of chemical and microbial methods for the characterization of the maturity of composts from contrasting sources. Biol. Fertil Soils. 16: 93-99.

[8] MUSTIN M. 1987. Le Compost, gestion de la matière organique. Ed François Dubusc.954p.

[9] ITAB, 2001e. Guide des matières organiques. Tome 1. Deuxième édition 2001 p112.

[10] GOLDEN B, 1995. La gestion des effluents d'élevage. Techniques et aspect du Compostage dans une ferme biologique. Revue de l'Ecologie. No 13. P37.

[11] PUYUELO B., GEA T., SÁNCHEZ A, 2010. A new control strategy for the composting process based on the oxygen uptake rate. Chemical Engineering Journal 165(1):161- 169.

[12] KOLEDZI K. E, 2011. Valorisation des déchets solides urbains dans les quartiers de Lomé (Togo): approche méthodologique pour une production durable de compost. Thèse de doctorat d'état, dissertation, Limoges. 185 p.

[13] LASHERMES G. 2010. Evolution des polluants organiques au cours du compostage de déchets organiques: approche expérimentale et modélisation.

[14] FRANCOU C., 2003. Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains: Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage - Recherche d'indicateurs pertinents. Thèse de doctorat, Institut nationale agronomique. Paris- Grignon, France. 289p.

[15] SLIMANI D., 2005. La gestion des déchets ménagers dans la ville d'Ouargla avec un essai de compostage. Thèse d'ING. ECO. Veg-Env. ITAS, Ouargla, 111p.

[16] MICHAUD L, 2007. Tout sur le compost : le connaître, le faire, l'acheter et l'utiliser Éd Multi Mondes.

[17] DUPLESSIS, 2006. Guide sur le compostage domestique: le compostage facilité.p17

[18] MUSTIN M. 1987. Le Compost, gestion de la matière organique. Ed François Dubusc.954p HANAFI et BENAOUA, 2019.Etude Et Evaluation Des Différents Matières Organiques par compostage. Mémoire master. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. P20.

[19] HANAFI et BENAOUA, 2019.Etude Et Evaluation Des Différents Matières Organiques par compostage. Mémoire master. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. P20.

[20] HIERONYMUS et YULIPRIYANTO, 2001.Emission d'effluents gazeux lors du compostage de substrats organiques en relation avec l'activité microbologique (nitrification/de nitrification).l'université de Rennes1 Equipe interactions biologiques et transformation de matières. Ecole doctorale : Vie –Agro-Santé. Thèse

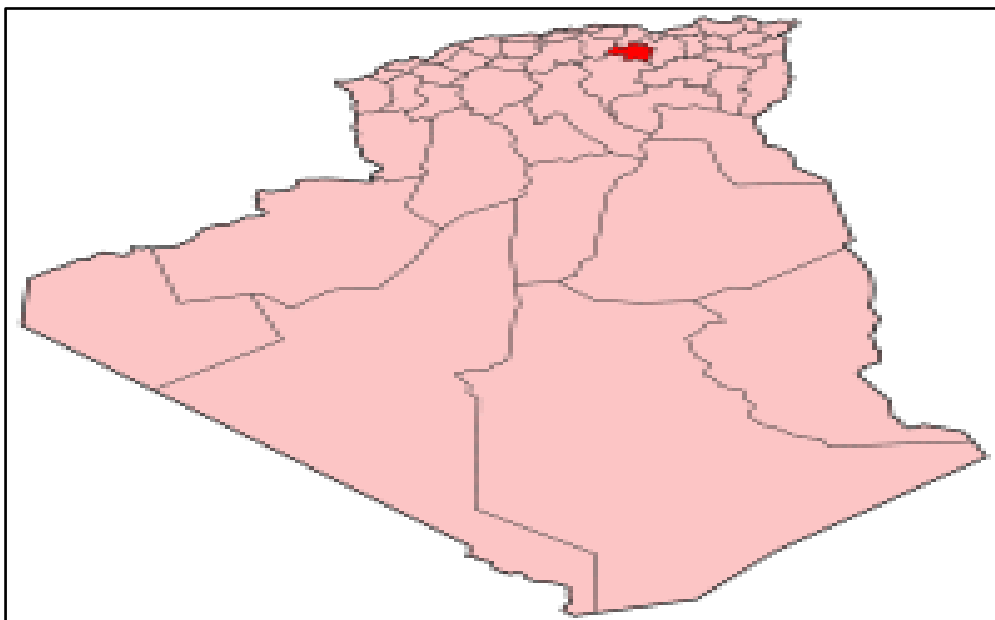
**III. Matériel et méthode :**

**III .1. Présentation de zone d'étude:**

**III .1.1. Situation géographique de la région de Bordj Bou Arreridj:**

La province la wilaya de Bordj Bou Arreridj est située dans l'est de l'Algérie, à environ 500 kilomètres à l'est de la capitale, Alger.

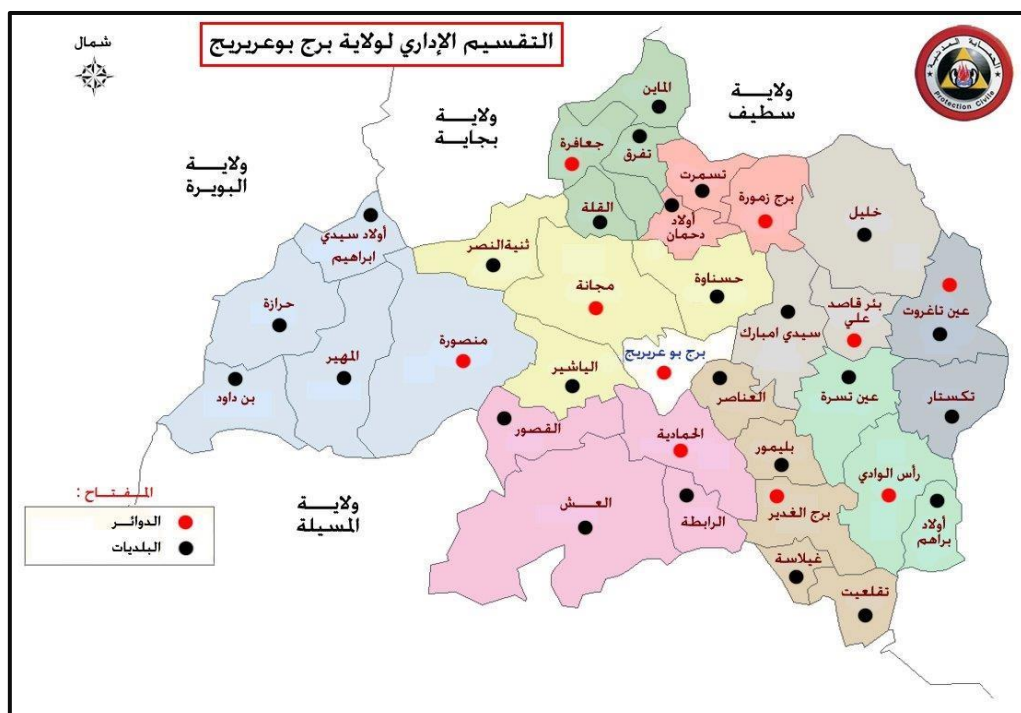
bordé au nord par l'état de Bejaia, au sud par l'état de M'Sila, à l'ouest par Bouira, à l'est par l'état de Sétif [1].



**Figure III.1:** La situation géographique de Bordj Bou Arreridj en Algérie [2].

**III. II.2. Climat et précipitations:**

Le climat de Bordj Bou Arreridj est semi-continentale, caractérisé par des hivers très froids au cours desquels tombent de grandes quantités de pluie et de neige. Le pourcentage de précipitations le plus élevé (de 700 à 1000 mm) est enregistré dans les zones montagneuses et les hauts plateaux, caractérisés par des étés chauds et la température la plus basse en hiver est de 0 degré, et la température maximale est de 40 degrés pendant le mois le plus chaud [1]



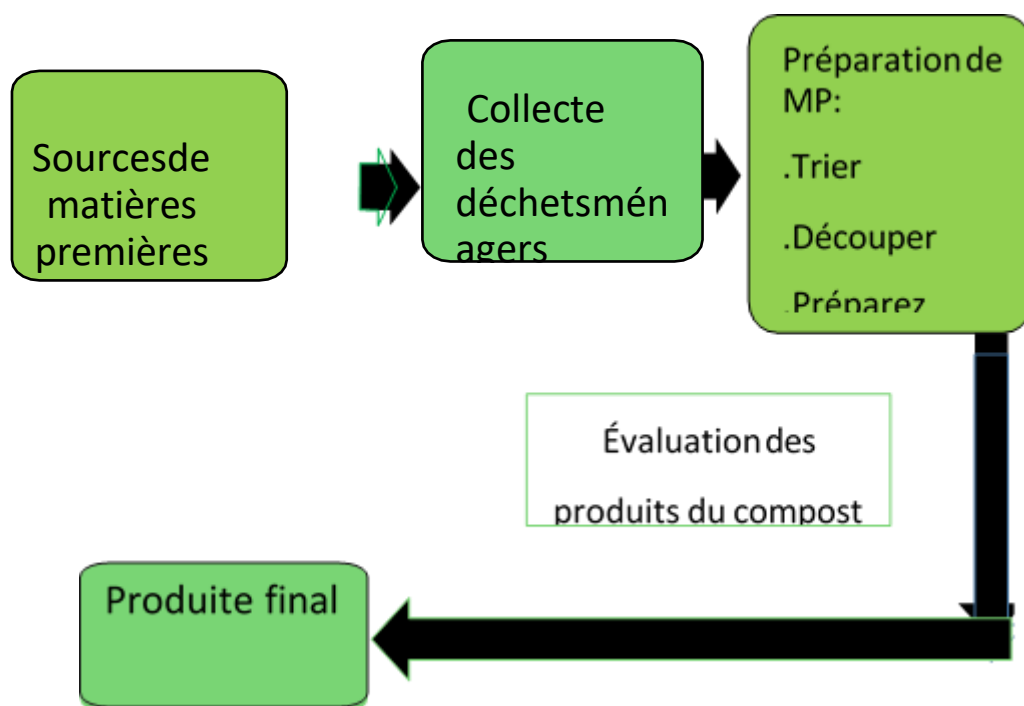
**Figure III.2:** Localisation géographique et découpage administratif de la zone d'étude Bordj Bou Arreridj . [3]

□ **Tableau. III.1:** Présente quelques informations sur la Wilaya de Bordj Bou Arreridj . [1]

Densité (habitants/ $Km^2$ )	183
Population (habitants)	716 423
Coordonnées	36°04'nord, 4°46'est
Superficie	392000ha= 3920km <sup>2</sup>
Dairas/Communes	10/34

Typed'engraischimie d'utilise(NPK)	151515/2020 20
------------------------------------	-------------------

**III.II.3.Mise en œuvre du protocole expérimental :**



- Nos sources de collecte de déchets comprennent : les habitations, les restaurants, les marchés, les magasins de fruits et légumes...etc.
- Concernant la préparation des matières premières (déchets ménagères), elles sont mises en caisses (composteurs) à compter du 18/02/2024 jusqu'à maturité et obtention d'un engrais organique le 05/09/2024.

**III.III.Matériel et matériaux utilisés dans la réalisation du compost:**

**III .III.1.Matériaux utilisés dans la préparation du compost :**

- Matière première (déchets ménagers).
- Une balance pour peser la quantité de déchets avant et après compostage.
- Une fourchette pour remuer et aérer le compost de temps en temps.
- Un seau pour arroser l'engrais de temps en temps.
- les Gants, masques et tabliers.
- composteurs perforés en plastique.
- Un seau pour irriguer le compost de temps en temps.



**Figure III.3:**Matériaux utilisés dans la préparation du compost.

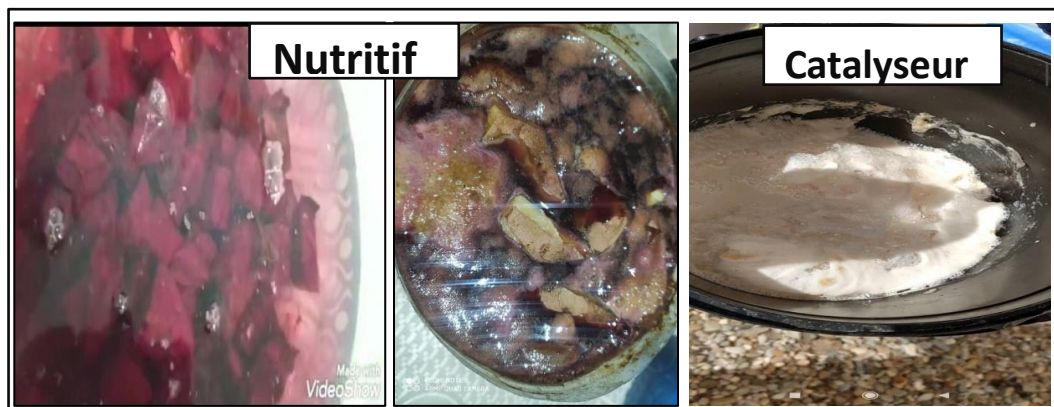
**III .III.2.Outils de mesure et de suivi de la maturité du compost :**

- Un Thermomètre pour mesurer la température, pH mètre .
- une four a moufle à 900 °C , l'étuve à 105°C,
- Dessiccateur.
- Balance.
- Un bain-marie.
- Incubator (culture) à 37°C et 44°C, Autoclave.
- agitateur magnétique.
- Équipement (Bécher, Eprouvette graduée, Les tubes, Micropipette, les boites de pétri...).
- Microscope électronique: Pour l'examen microscopique.
- Les produits chimiques et réactifs (Alun de fer/Sulfite de sodium pour la recherche de Clostridium sulfito-réducteur, Réactif de KOV ACS pour confirmation de la présence d'E coli) ...



**III .III.3. Nouvel jus de compost:**

- Un nutriment riche en potassium pour la croissance bactérienne
- Catalyseur de l'activité bactérienne .



**Figure III.4 :** Jus de compost

**III. IV. Méthodologie :**

**III .IV.1.Étapes de préparation du compost:**

**III. IV.1.1. Trier et identifier les types utilisés:**

Nous séparons les déchets organiques ménagers et végétaux biodégradables des autres matières présentes dans les déchets, comme la viande... Ces déchets ont été collectés auprès des sources que nous avons évoquées précédemment, en plus des déchets agricoles, des déchets de volailles et de moutons de la ferme et des sciures de le charpentier.

Ensuite, nous les trions par type et quantité. Comme le montre l'image :



**Figure III.5 :**préparation du compost .

#### III.IV.1.2. Fragmentation des matières:

Dans cette étape, nous avons coupé les déchets collectée en petits morceaux d'environ 9 cm afin d'accélérer le processus de leur décomposition et leur transformation en compost et les laissons pendant une courte période à l'ombre pour sécher.

Selon GHANIA (2019), couper et broyer les déchets en petits morceaux permet d'augmenter la surface nécessaire au travailler des bactéries et assure des bonnes structure et porosité nécessaires pour l'accès de l'oxygène et de l'eau ce qui conduit à réduire la période de décomposition.

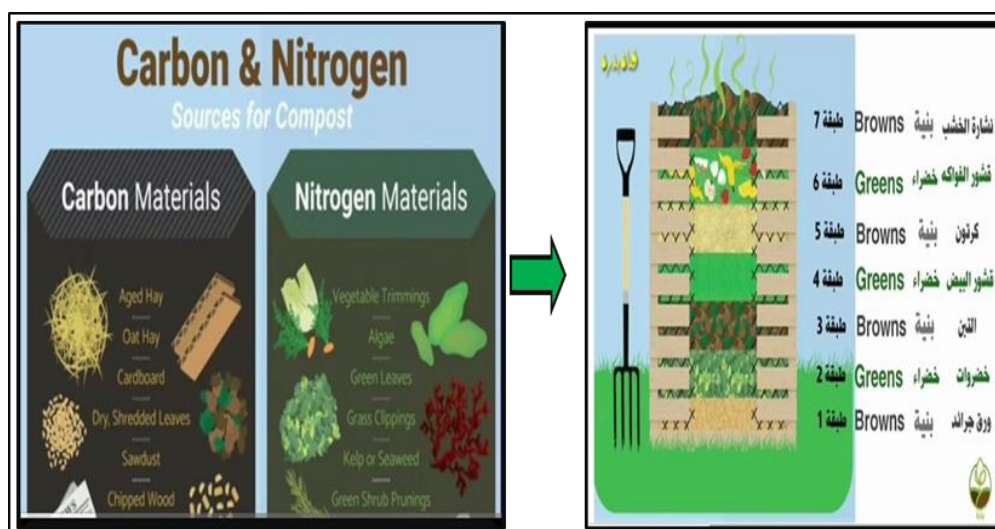
La période de décomposition est directement proportionnelle à la taille des débris en décomposition [4].



**Figure III.6 :**Fragmentation des déchets collectés en petits morceaux d'environ 9 cm.

#### III.IV.1.3.Préparation des composteurs:

Pour que ce soit un bon engrais, les matières brunes (qui contiennent du carbone) et les matières vertes (qui contiennent de l'azote)doivent être disposées couche par couche, Il faut donc mélanger judicieusement les deux types de matériaux pour avoir un bon rapport Carbone / Azote (entre 20 et 30). [5] comme le montre le schéma ci-dessous :



**Figure III.7 :** Diagramme montrant la disposition des déchets organiques couche par couche [6]

□ Dans cette étude, nous avons mis en œuvre cinq mélanges différents de matières organiques dans un appareil expérimental spécialement conçu pour ce procédé (cf. Figure 16)



**Figure III.8:** Préparation des conteneurs en plastique à paroi perforée (composteurs).

□ Où ces mélanges sont disposés comme suit :

• Nous désignons les matériaux suivants :

- Mélange A= déchets ménagers(DM).
- Mélange A' = DM +Residues de feuilles de plantes.
- Mélange B= DM +Alimentation des olives.
- Mélange C= DM +Fumier de poulet et de mouton.



- Mélange D=DM(Témoin Il n'a été arrosé qu'avec de l'eau)



**Figure III.9 :** Les cinq mélanges du compost.

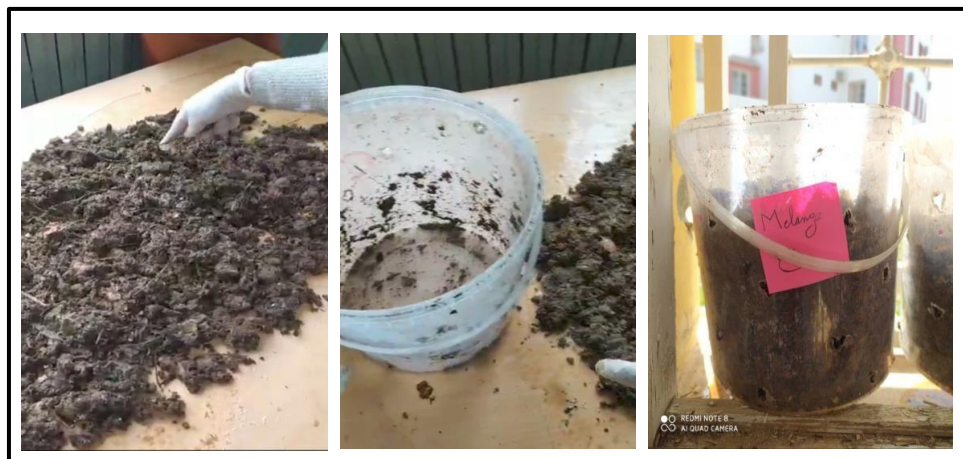
### **III .IV.2.Suivi et contrôle du processus du compostage:**

Nous avons mis les déchets organiques dans des bacs à compost le 18 février 2024. Placés en couches successives, cinq dans un composteur, puis nous les avons recouverts d'un sac plastique perforé pendant un mois. Cette expérience a duré 3 mois. Au début mai, nous avons constaté que l'engrais était arrivé à maturité.

#### **III. IV .2 .1 . L'aération :**

Après la préparation des cinq composteurs, nous le mettons en laboratoire en raison du mauvais temps à l'extérieur. Un mois plus tard, nous les avons mélangés et ventilés deux fois par semaine pendant un mois. Pour le mois restant, nous l'avons divisé une fois par semaine.

Selon MISRA (2005), le compostage aérobie nécessite de grandes quantités d'oxygène, en particulier au stade initial. La ventilation est la source d'oxygène, donc considérée un facteur essentiel pour le compostage aérobie. Lorsque l'approvisionnement en oxygène n'est pas assez, la croissance des micro-organismes aérobies est limitée, ce qui ralentit dégradation . [8]



**Figure III.10** : L'aération des composteurs.

#### III. IV.2 . 2. Température :

La température a été mesurée au bout d'un mois tous les 5 jours, lors du processus de dégradation. Ces températures sont mesurées par une sonde spécifique (Thermomètre du sol) dont la longueur est au minimum de 15 cm.



**Figure III.11** : Mesure de la température l'aide d'un thermomètre à mercure.

**III.IV.2.Méthode d'analyse physique-chimique du composte au laboratoire:**

**III. IV.3. 1. Humidification:**

Tout d'abord, nous avons pulvérisé les quatre composteurs (A, B, C, A') avec le nutritif spécifiquement lors de la préparation des couches (marron/vert).

Exactement après un mois, les quatre engrais sont arrosés avec du jus environ trois fois par semaine pendant un mois, puis une fois par semaine jusqu'à maturité des engrais.

En ce qui concerne le composteur D, nous l'avons arrosé avec de l'eau uniquement tout en suivant la même méthode.

□ Pour mesurer l'humidité on pèse 1g de l'échantillon puis met-ladans l'étuve directement après l'échantillonnage pendant 24h à une température de 105 C°. Puis on fait la comparaison entre le poids avant et après l'étuve par la détermination de l'humidité selon l'équation suivante [7] :

$$MS\% = \frac{(M_0 - M_1) \times 100}{M_0} \quad H\% = 100 - MS\%$$

MS% : pourcentage de matière sèche contenu dans l'échantillon.

H% : pourcentage d'humidité contenu dans l'échantillon.

M0 : masse de l'échantillon brut.

M1: masse de l'échantillon après passage à l'étuve (g) .



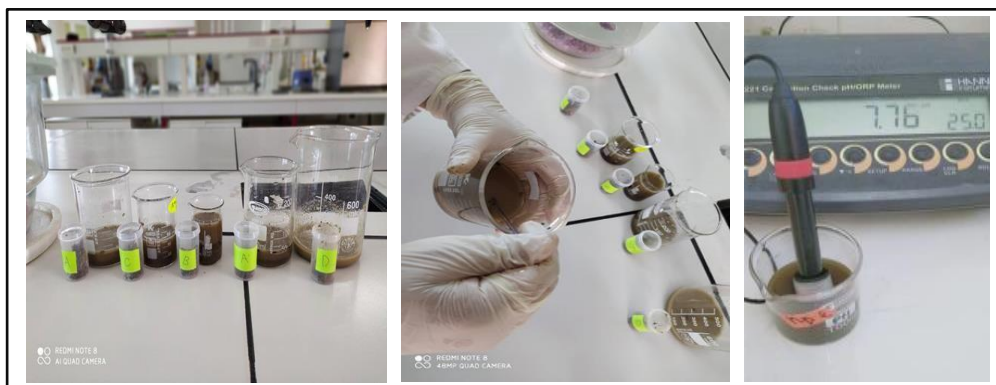
**Figure III.12 :** l'humidification des cinq composteurs avec mesure de l'humidité de chaque échantillon.

**III. IV . 3 . 1. Le pH :**

La mesure du pH est réalisée selon la norme internationale. Le pH est mesuré après mise en solution de 5g de l'échantillon dans 50 ml d'eau distillée. La méthode employée consiste à préparer une suspension de substrat séché, la laisser an agitation



pendant 30 mn puis nous la filtrons et la faire reposer pendant au moins 2 heures. La lecture du pH se fait moyennant par un pH-mètre . [9]



**Figure III.13:**L'extrait après la filtration après mesure de pH de chaque échantillon.

#### III.IV.3.2.Taux de cendre :

Nous mettons 5g de sol dans un petite nacelle et le mettons au four à 900°C pendant 1h et 30 min.

Ensuite, les laissons les nacelle pendant 30 min .En fin de cuisson, placez les nacelle au dessiccateur pour qu'ils refroidir dans une atmosphère privée d'humidité .

Enfin, nous pesons les nacelle .[9]



**Figure III.14 :**Mesure de taux de cendre de chaque échantillon .

#### III. IV.4. Analyses biologiques :

##### III. IV.4.1. Microfaune :

Au cours du compostage, de nombreux organismes participent à la dégradation de la matière organique surtout en phase finale, et leur dénombrement s'effectué avec des observations à l'œil nu.



**Figure III.15** :Divers types d'insectes et d'organismes contribuant au processus de dégradation organique .

#### **III. IV.4.2. Microflore:**

Plusieurs travaux de recherche ont été focalisés sur la microbiologie du compost mais jusqu'à présent les analyses systématiques des produits de compostage restent insuffisantes [11].

Le principe général des techniques des analyses microbiologiques des composts consiste à ensemercer une quantité connue d'engrais à analyser sur un milieu de culture adapté, solide ou liquide. On suppose que, pendant l'incubation, chaque microorganisme présent se développe pour donner soit une colonie visible sur un milieu solide, soit des changements d'apparence dans un milieu liquide essentiellement un trouble de celui-ci [12].

Le choix des méthodes d'examen microbiologique des composts dépendra de la nature de l'échantillon mais aussi de la sensibilité et de la précision souhaitées[11].

Avant chaque prise d'essai, l'échantillon doit être homogénéisé soigneusement par agitation du flacon. Il est procédé dans un premier temps au dénombrement des microorganismes revivifiables, puis aux autres dénombrements [11].

Le but des analyses biologiques de notre étude est d'acquérir des connaissances en connaissant les bons protocoles et méthodes pour réaliser ces analyse, d'une part, et d'autre part, d'étudier la variation dans la population bactériologique générale et d'identifier certaines souches de champignons dans les engrais.

D'une manière spécifique il s'agira de la recherche et de dénombrement des germes d'altération :

- les FTAM (PCA) .
- Les coliformes totaux.
- Clostridium sulfito-réducteurs.



**A noter :** Avec la manque de disponibilité adéquate Pour les milieu PDA , PCA... (produit et matériaux), où parmi les quatre engrais (A, B, C, D), nous avons analysé deux engrais (A, B).

#### III. IV.4.2.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux (VRBG) :

##### Mode opératoire :

Réalisation des séries de dilutions et l'ensemencement :

Pour diminuer le nombre des bactéries on a opté pour des dilutions décimales:

La solution mère (SM) est préparée à partir d'un échantillon d'engrais A et B puis vidée dans un flacon de grand format, le procédé est réalisé en zone stérile, pour éviter toute forme de contamination, le contenu de ce flacon constituera notre solution mère.

La préparation des dilution consiste tout d'abord à a jouter une masse connue de compost (en générale 10 g) à 90 ml d'eau physiologique stérile, puis à agiter pendant un temps donné (30 min ).Ce qui constitue la dilution  $10^{-1}$  (solution mère).

Une série de dilution est réalisée à partir de la solution mère, à l' aide d'une pipette stérile ; on prend 1ml de SM que l'on introduit aseptiquement dans un tube contenant 9ml de l'eau physiologique stérile, ainsi s'obtient une dilution  $10^{-2}$  , le tube est agité manuellement pour rendre la dilution homogène.

On répète le même processus à partir de ce tube pour obtenir une dilution de  $10^{-3}$  , et à partir du dernier tube on obtient une dilution de  $10^{-4}$  , et ainsi de suite jusqu'à atteindre  $10^{-5}$  .



**Figure III.16 :**Préparation des solutions mères de échantillon A et B par dilution.

Après avoir réalisé les dilutions nécessaires on a étiqueté les boîtes de pétri stérile avec les noms des échantillons et la dilution et on a passé à l'ensemencement.

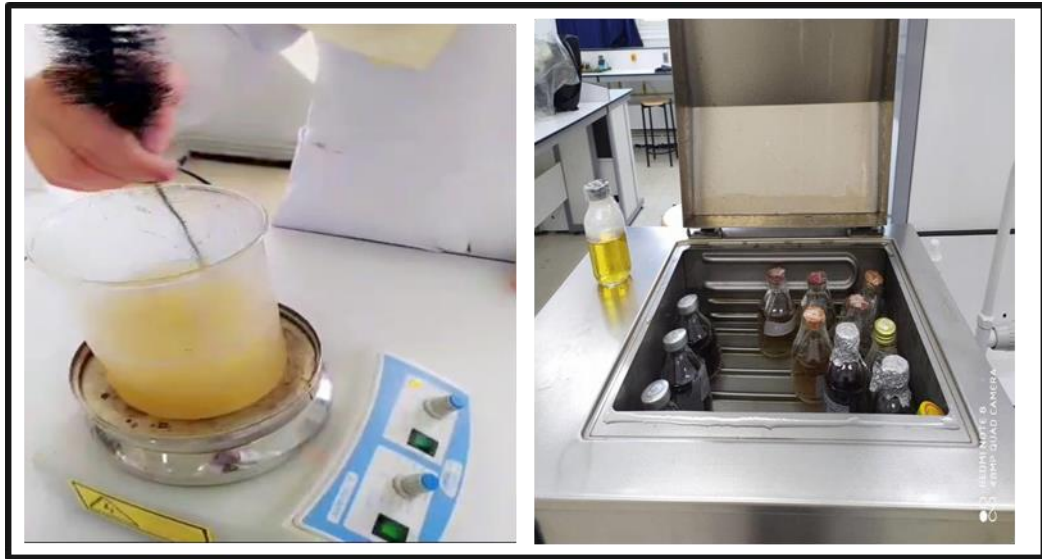
- Les étapes pour réaliser l'ensemencement dans la masse .
- Déposez votre échantillon de 1ml dans une boîte de Pétri vide ( et stérile évidemment).
- Couler à nouveau environ 5 ml de milieu VRBG (Violet Red Bile Dextrose), de façon à former une 2<sup>ème</sup> couche.
- Attention, la température du milieu doit être maîtriser. Si celle-ci est trop élevée, vos microorganismes n'y survivront pas !
- Procédez à l'agitation. Elle doit se faire en forme de « 8 » afin de répartir l'échantillon de manière homogène dans le milieu de culture.
- Laisser solidifier.
- Cette opération doit être effectuée en double pour chaque dilution car :
  - La première série de boîtes sera incubée à 37°C et sera réservée à la recherche des coliformes totaux.

### **III.IV.4.2.2.Recherche et dénombrement des champignons, levures, et les FTAM (PCA) :**

Les mêmes étapes pour le milieu PCA (Plate count Agar), mais dans cette opération on doit effectuer 2 séries :

- La première série de boîtes sera incubée à 22°C et sera réservée à la recherche des champignons et les levures .
- La deuxième série de boîtes sera incubée à 37°C et sera réservée à la recherche des FTAM .

Les 2 séries seront incubées pendant 24 heures, et la lecture se fait à l'aide d'un compteur des colonies.



**Figure III.17** : Préparation des milieu (PCA, VRBG,PDA) .

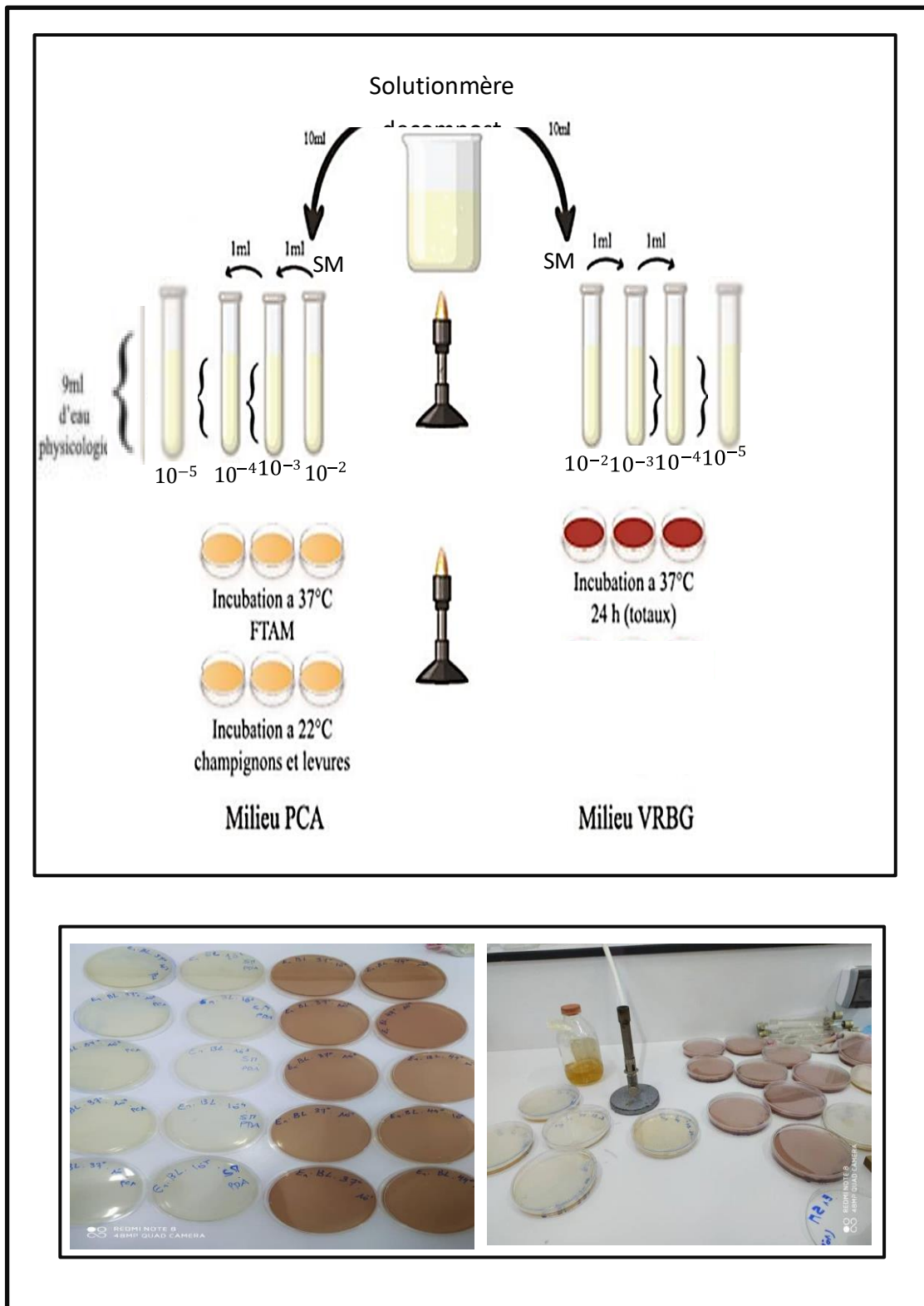


Figure III.18 : Recherche des coliformes totaux, Champignons, levures, et FTAM.

**III.IV.4.2.3. Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs**

**Mode opératoire :**

➤ partir de la solution mère de compost ( $10^{-1}$ ).

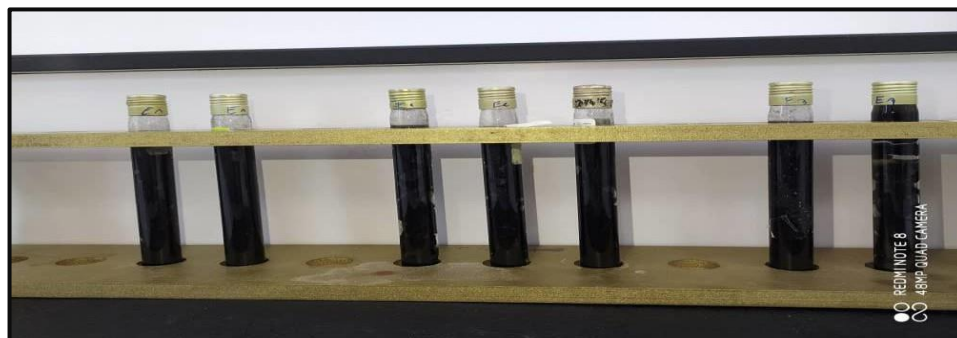
➤ Transférer environ 20 ml dans un tube stérile, qui sera par la Suite soumis à un chauffage de l'ordre de 75°C pendant 15 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des bactéries anaérobies sulfito-réductrices éventuellement présentes. Un autre flacon rempli d'une autre eau servira de témoin de température.

➤ Après chauffage, refroidir immédiatement le flacon destiné à l'analyse, sous l'eau de robinet.

➤ Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 8 tubes (deux échantillon) différents et stériles, à raison de 5 ml par tube.

➤ Ajouter environ 18 à 20 ml on coule la gélose Viande-foie additionnée de 2 gouttes de sulfite de sodium et 2 gouttes. de la solution d'alun de fer, on homogénéise sans faire de bulles de gaz et on incube à 37°C / 24h.

☐ Les grosses colonies noires qui se développent en anaérobiose sont considérées connue des colonies de Clostridium sulfito- réducteurs.(Comme le montre la figure III.19)



**Figure III.19 :**Grandes colonies anaérobies noires de Clostridium sulfito- réducteurs.

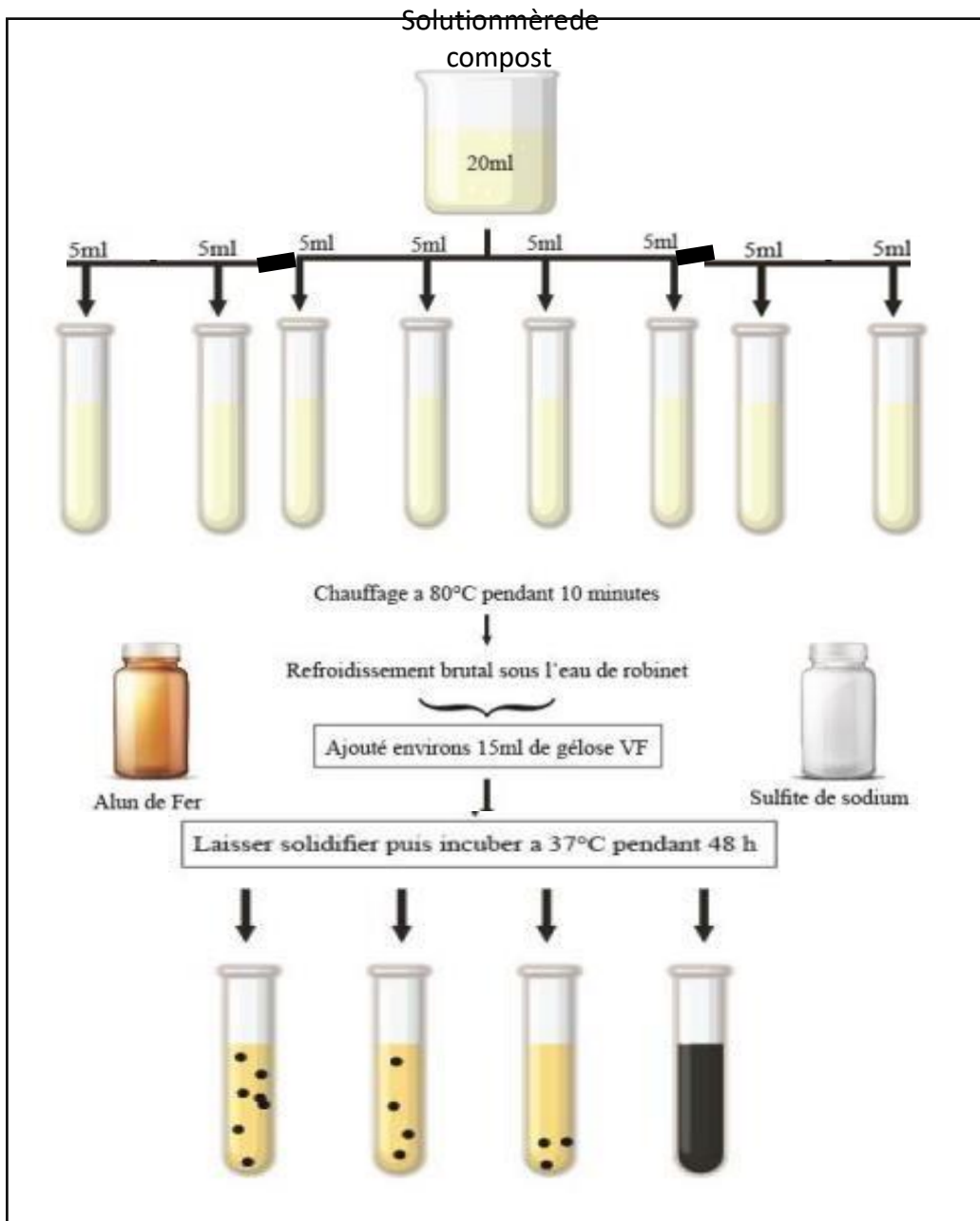


Figure III.20: Recherche des Clostridium sulfite-réducteurs.

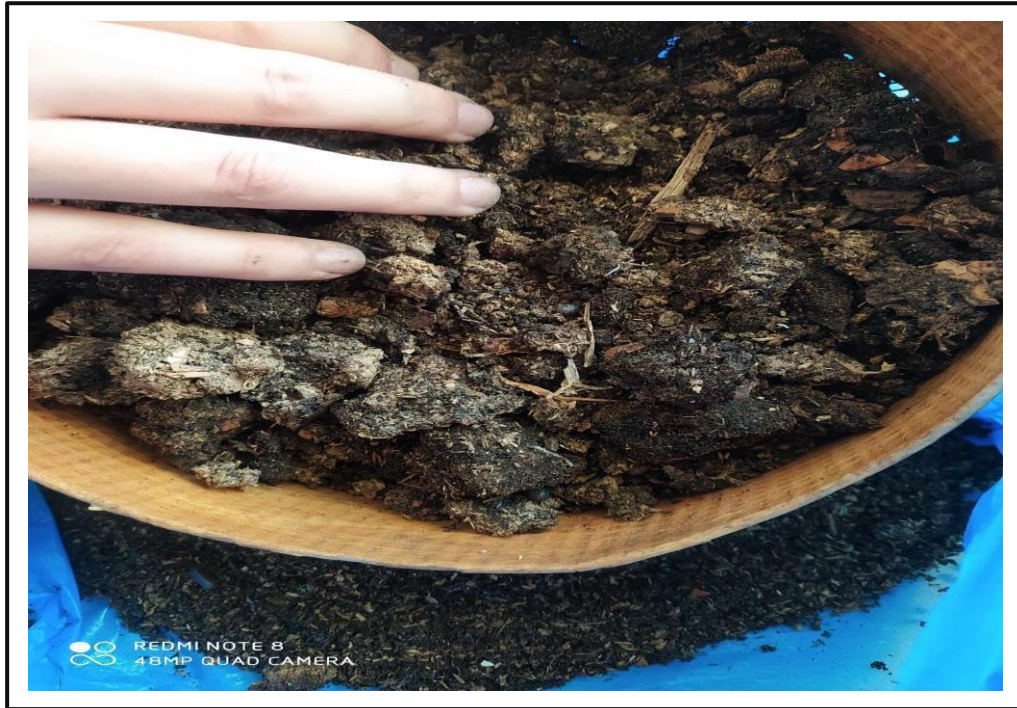
#### III. IV. 4.3. Test de Germination:

L'apport du compost au sol ne représente cependant pas seulement un restitution légitime à la terre de ce qui lui a été enlevé ; du point de vue agronomique l'apport de compost a un rôle important à tenir dans le maintien d'une bonne qualité du sol pour satisfaire pleinement aux exigences des plantations. Le tamisage (tamis de 2 mm) du substrat obtenu est nécessaire et ce pour affiner la structure (figure III.20).



- Le taux de germination qui est déterminé comme suit .[10]

$$\text{Taux de germination(\%)} = \frac{\text{Nombre des grains germés}}{\text{Nombre des grains semés}} \times 100$$



**Figure III.21:** Tamiser composte avant utiliser .



**Figure III.22 :** Tas d'engrais dans leur état final (obtention du produit fertilisant organique) .

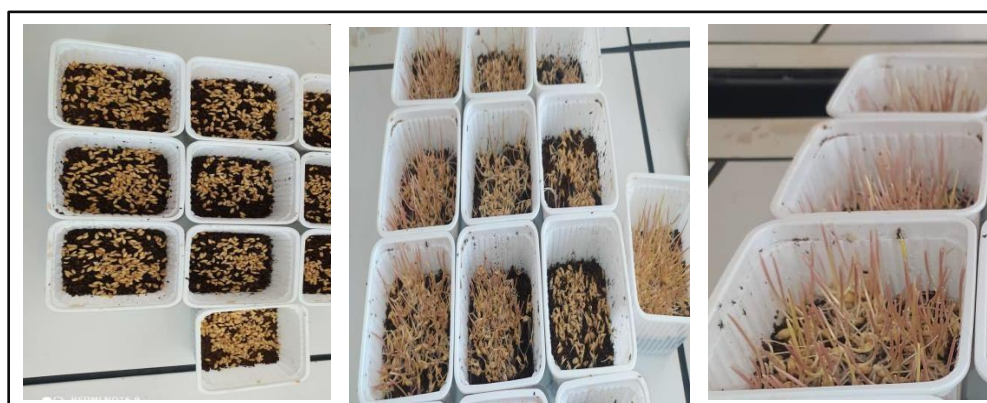
**Principe:**

Le test est réalisé pour tester la qualité et la maturité du compost. Cet indicateur permet de savoir si l'engrais est un facteur limitant à la germination et donc à la croissance et au développement de certaines graines. Le test consiste à semer des graines (blé) dans des cellules de germination (Figure III.24).

Des cellules de germination ont été préparées, dans lesquelles nous avons planté 12 boîtes de graines de blé avec différentes concentrations de compost (95 %, 30 %, 10 %), et une boîte contenant uniquement de la terre a été considérée comme un témoin. Ils sont arrosés quotidiennement avec de l'eau pour maintenir l'humidité. Après 7 jours de plantation, la maturité du compost a été évaluée en fonction du taux de germination des différents traitements par rapport au témoin.



**Figure III.23:** Semences utilisées pour les tests de germination.



**Figure III.24 :** alvéoles pour la germination des semences.



**III. V. La qualité et l'efficacité du jus réalisé:**

Pour connaître la qualité et l'efficacité du jus que nous avons préparé, nous avons mené une expérience comparative, où nous avons arrosé les composteurs (A, B, C, A').et Arrosez le composteur D avec de l'eau uniquement en se référant au tableau n°2 concernant la maturité des engrais.

- On constate que le composte D ne s'est pas complètement décomposé et n'a pas atteint le stade de maturité.
- Par conséquent, nous concluons que le jus que nous avons fabriqué a eu des effets positifs en accélérant le processus de décomposition des matières organiques, en activant et en accélérant le processus des organismes vivants et en augmentant le pourcentage de NPK, malgré les conditions climatiques.



**Figure III.25:** La différence entre un compost arrosé avec de l'eau et un compost arrosé avec du jus.

➤ **Tableau III.2:** référence du spécification d'un bon compost .

<b>La couleur</b>	Marron foncé.
<b>Odeur</b>	L'odeur des Alet arrosée d'eau est acceptable.
<b>Texture</b>	Spongieux
<b>Humidité</b>	Pas plus de 30%
<b>Degré pH</b>	Moins de 8
<b>Température</b>	5 à 10°C au-dessus de la Température de l'air.
<b>Cendre</b>	80% - 70%
<b>Matière organique</b>	Pas moins de 30%
<b>Phosphore total</b>	Pas moins de 0,8%
<b>Azote total</b>	Pas moins de 1%
<b>Rapport/N</b>	Ne dépasse pas 1/20
<b>Potassium total</b>	Pas moins de 1%.

**Références bibliographiques**

[1] Population résidente des ménages ordinaires et collectifs selon la wilaya de résidence et le sexe et le taux d'accroissement annuel moyen (1998-2008) [archive] ». Données du recensement général de la population et de l'habitat de 2008 sur le site de l'ONS.

[2][http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/67/AlgeriaBordj\\_Bou\\_Argeridj.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/67/AlgeriaBordj_Bou_Argeridj.png). consulté le 27/04/2024.

[3][https://scontent.fqsf11.fna.fbcdn.net/v/t31.181728/322780\\_160441517388810\\_2055799965\\_o.jpg?\\_nc\\_cat=102&ccb=17&\\_nc\\_sid=5f2048&\\_nc\\_ohc=x1gpyJpRkf0Q7kNvgGIraEs&\\_nc\\_ht=scontent.fqsf11.fna&oh=00\\_AfD6NWQMCqA06mTlOeub6VpQtbB8c0cAtp2VHBR3JIABJg&oe=665C38D4](https://scontent.fqsf11.fna.fbcdn.net/v/t31.181728/322780_160441517388810_2055799965_o.jpg?_nc_cat=102&ccb=17&_nc_sid=5f2048&_nc_ohc=x1gpyJpRkf0Q7kNvgGIraEs&_nc_ht=scontent.fqsf11.fna&oh=00_AfD6NWQMCqA06mTlOeub6VpQtbB8c0cAtp2VHBR3JIABJg&oe=665C38D4) consulté le 27/04/2024.

[4] MUSTIN, M, Le compost. Gestion de la matière organique, Éditions François Dubusc, 1987. Paradis O., Poirier M., saint-pierre L. ,1983. Ecologie un monde à découvrir. Ed. HRW. Itée Montréal.371p.

[5][https://m.facebook.com/story.php?id=100083129304803&story\\_fbid=31333242811](https://m.facebook.com/story.php?id=100083129304803&story_fbid=31333242811). consulté le 27/04/2024.

[6] MISRA R.V., ROY R.N. et HIRAOKA H, 2005. méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole, Rome, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. 51p.

[7] M'SADAK Y., ELOUAER M., EL KAMEL R., 2013. Evaluation du comportement chimique des composts sylvicoles, des tamisâtes et des mélanges pour la conception des substrats de culture. Revue << Nature & Technologie >>. C- Sciences de l'Environnement (n°08), Pages 54 à 60.

[8] CHARNAY F., 2005. Compostage des déchets urbains dans les PED : Elaboration d'une Démarche méthodologique pour une production pérenne de compost. Thèse de Doctorat N° 56. Université de Limoges P5-181.

[9] HASSEN A., BELGUITH K., JEDIDI N., CHERIF A., CHERIF M., BOUDABOUSA. 2001. Microbial characterization during composting of municipal solid waste. *Bioresource technology*, 80(3): 217-225.

[10] SLIMANI D., 2005. La gestion des déchets ménagers dans la ville d'Ouargla avec un essai de compostage. Thèse d'Ing.ECO. Veg-Env. ITAS, Ouargla, 111p.

[11] Rejsek F ; (2002). Analyse des eaux- Aspects réglementaires et techniques, Biologie technique CRDP d'aquitaine. 358p.

[12] et al, (2005). L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Résiduaires. Eau de mer. 8ème édition. DUNOD. Paris, 1383p.

**IV.I.Résultats du compostage des déchets organiques ménagers et végétaux:**

**IV.I.1. Caractéristiques physiques du compost:**

Nous avons placé des déchets organiques dans des boîtes de compostage sur 18 février 2024. Dans la dernière décennie d’avril, nous avons remarqué les premiers signes de maturité de composts.. Dans la dernière décennie de mai, le fumier est devenu plus mature.

Les principaux signes de maturité que nous avons pu constaté sont énumérés dans tableau 3ci-dessous :

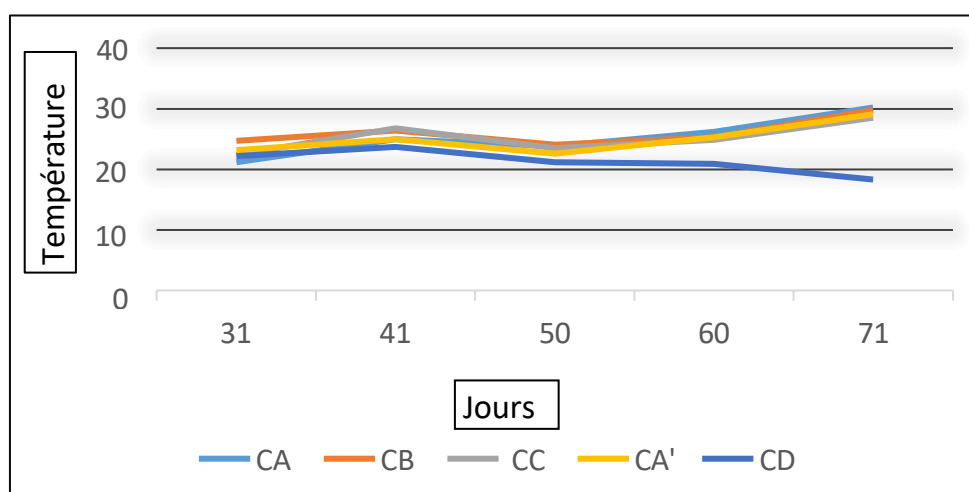
➤ **Tableau .IV.1:**Description physique des quatre composts réalisés.

<b>L'échantillon Test</b>	<b>Avant l'échéance</b>	<b>Pendant l'échéance</b>	<b>Après l'échéance</b>
Couleur	Non homogène.	Marron claire.	Marronfoncé.
Texture	Il n'est pas décomposé.	Semi- spongieux.	spongieux.
L'odeur	Il n'y a pas d'odeur.	Odeur de pourriture.	L'odeur de la saleté.

**IV. I.2. les caractéristiques chimiques du compost :**

**III.I.2.1. Evolution de la température :**

Les résultats de l'évolution de la température des quatre 04 traitements lors du compostage sont représentés dans le illustré dans la figure IV.1.



**Figure.IV.1:** Evolution de la température au cours de compostage dans chaque composteur .

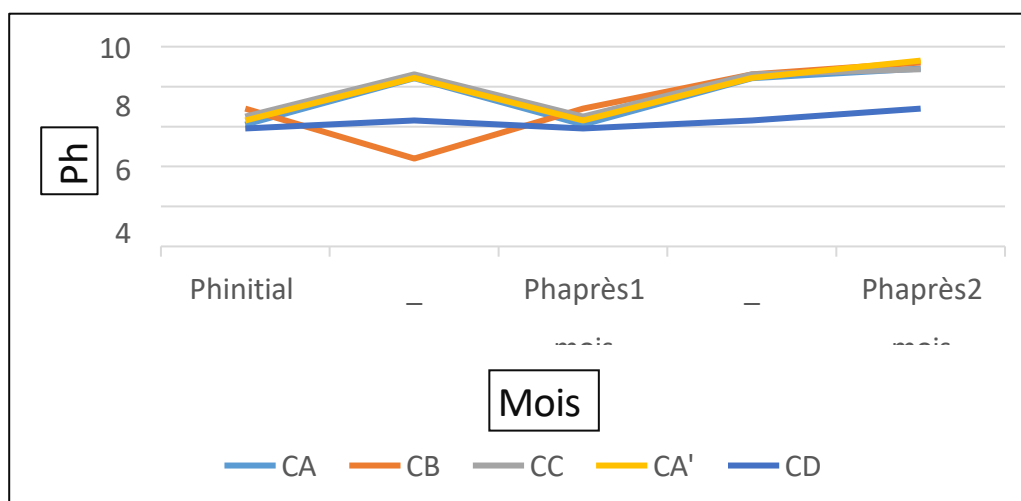
L'évolution de la température traduit générale l'évolution de processus de compostage, par succession de deux phases d'activité microbologique :

- Phase de stabilisation caractérisée à une élévation de la température correspondant à la dégradation des composés organiques simples.
- Phase de maturation caractérisée par une diminution de la température et correspondront à la dégradation des molécules lignocellulosiques, et processus de l'humification.

Dans notre cas les résultats qui expriment l'évolution de la température au cours du processus de compostage dans chaque composteur jusqu'à maturité sont plus au moins satisfaisante en raison des conditions climatiques dans lesquelles nous avons mené l'expérience. Néanmoins, les résultats obtenus sont acceptables pour la maturité du compost.

#### IV. 1.2.2. Evolution du pH:

Les résultats de l'évolution de pH des quatre traitements lors du compostage sont présentés dans illustré dans la figure IV.2.



**Figure IV.2:** Evolution de pH des traitements au cours du compostage.

Le pH est un facteur important qui influence la plupart des réactions biochimiques catalysées par des enzymes, ce qui permet la biodisponibilité des nutriments et la solubilité des éléments minéraux pour les micro-organismes.

En effet, les pH acides sont caractéristique des composts immatures, alors les pH basiques sont caractéristique des composts mûr.

D'après les résultats obtenus, nous remarquons qu'au début la nature de nos composts présentait un caractère acide, dont le pH variant entre 5 et 6. Par la suite, après un mois et demis les composts commencent à arrivés à leurs maturations et cela se traduit par un pH presque constant variant entre 8 et 9, cela peut s'expliquer par l'arrêt de l'activité des micro-organismes responsable de la variation du pH.

**IV. I.2.3. L'humidification:**

➤ **Tableau IV.2:**Le pourcentage de l'humidité dans chaque compost.

compost jours	A	B	C	A'
<b>19/02</b>	49%	53%	59%	51%
<b>5/03</b>	53%	58,5%	51,5%	59%
<b>20/03</b>	62%	51%	55%	48,5%
<b>4/04</b>	49%	43%	38,5%	35%
<b>21/04 (Stadede maturité)</b>	<b>39%</b>	<b>41%</b>	<b>35%</b>	<b>31,5%</b>

Dans notre expérience, nous avons arrosé les quatre engrais environ une fois tous les 15 jours. Après chaque arrosage, nous avons testé l'humidité à la main comme indiqué sur le figure III.12 après quoi nous avons effectué un test de mesure de l'humidité. Les résultats obtenus dans le tableau IV.2 sont considérés comme de bons résultats, car l'humidité après chaque arrosage était comprise entre 49% et 62% environ. C'est l'humidité idéale dont les bactéries ont besoin au cours de leur développement, mais vers le troisième mois, c'est-à-dire le stade de maturité complète de l'engrais, l'humidité variait entre environ 30% et environ 40%, ce qui est un bon résultat qui nous montre la maturité de l'engrais.

L'humidité est nécessaire à l'activité métabolique des micro- organismes. Le compost doit contenir un pourcentage d'humidité compris entre 45% et 60% environ pour assurer le développement des bactéries jusqu'à ce que l'humidité atteigne 30%, ce qui est un indicateur de sa maturité

**IV. I.2.4. Evaluation du Taux de cendre:**

➤ **Tableau IV.3:**Le pourcentage de cendres dans le compost après un mois et demi de décomposition .

Les composts	A	B	C	A'
<b>Taux de cendre%</b>	<b>67</b>	<b>58</b>	<b>65</b>	<b>69</b>



Le cendre est ainsi un excellent amendement calcaire. Elle permet de diminuer l'acidité du sol .

➤ Les résultats obtenus sont acceptables et proches des résultats de référence présentés dans le tableau IV.4.

**IV. I.2.5. Evaluation les résultats des tests de germination:**

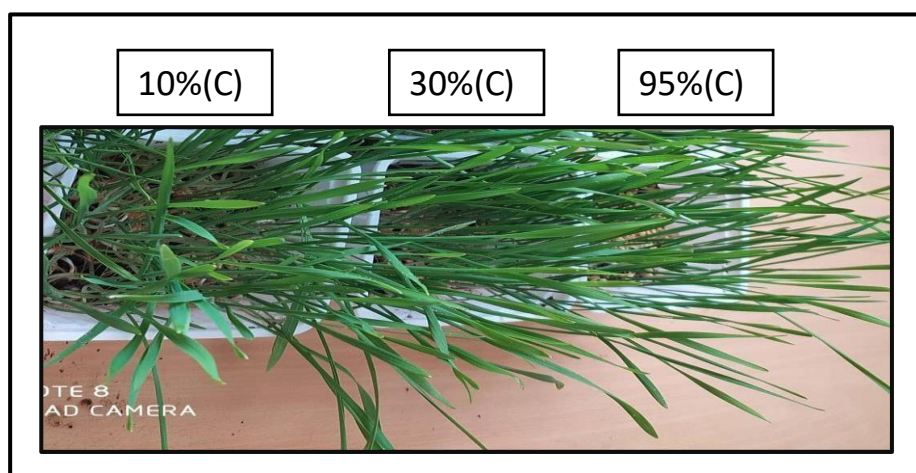


**Figure IV.3 :** Blé après 7 jours de germination .

**IV. I.2.5.1. Évaluer de taux de germination:**

➤ **Tableau IV.4:** Evaluation de taux de germination (%), le cas de compost A.

Concentrations des composts	Sol(100%) (Témoin)	Sol(90%)+ Compost(10%)	Sol(70%)+ Compost (30%)	Sol(5%)+ Compost (95%)
Taux(CA%)	60	95	79	24



**Figure IV.4 :** Évaluation de compost A .

✓ Sur la base des résultats obtenus et présentés dans le tableau IV.4 et Figure III.23, on peut conclure qu'avec concentrations de compost (10%, 30%, 95%), et que malgré l'augmentation significative des concentrations d'engrais, par exemple à le boîte de germination (95%) Nous avons obtenu un taux de germination de 24%, ce qui prouve que notre compost est efficace et non toxique pour la plante ( Figure IV.4).

✓ Nous considérons que le taux de germination le plus efficace parmi les trois concentrations est de 95 % (avec 10 % compost).

✓ Par rapport au résultat, la différence entre :

$$\text{Taux (10\%)} - \text{Taux (100\%)} = 35\%$$

$$95\% - 60\% = 35\%$$

✓ Nous concluons que l'ajout d'engrais (Compost organique) affecte efficacement le taux de germination.



**Figure IV.5 :** Le résultat de la germination à une concentration de 95% compost.

IV.I.2.5.2.Évaluation et résultats des croissances des plantes:

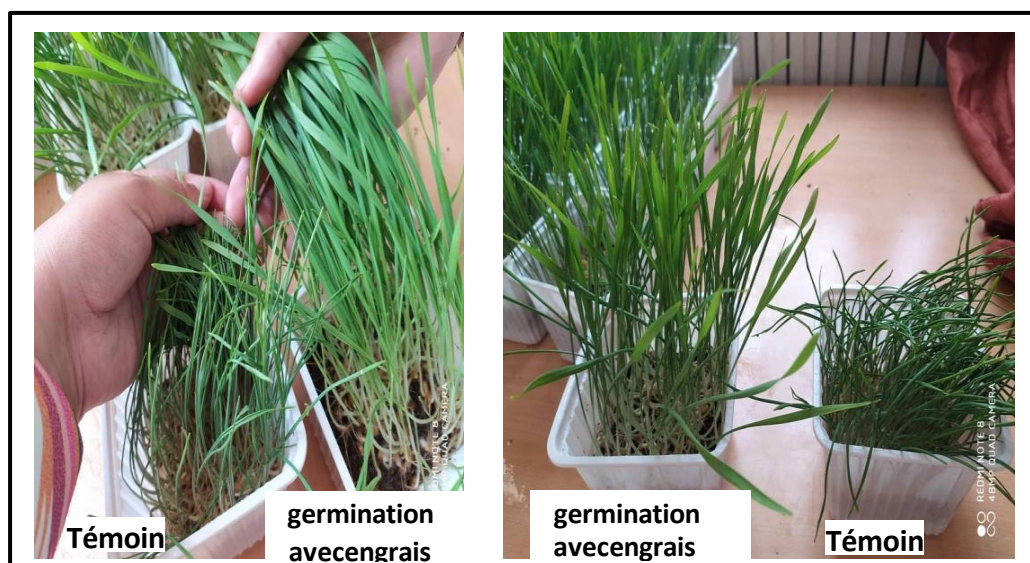


Figure IV.6 :Différence de croissance des plantes avec et sans compost(10%).

A travers figure III.24 , il est possible de constater à l'œil nu une différence significative entre la germination avec compost et la germination sans compost ( Témoin) en termes de couleur, de densité et d'épaisseur, comme le montre le tableauIV.5 suivant :

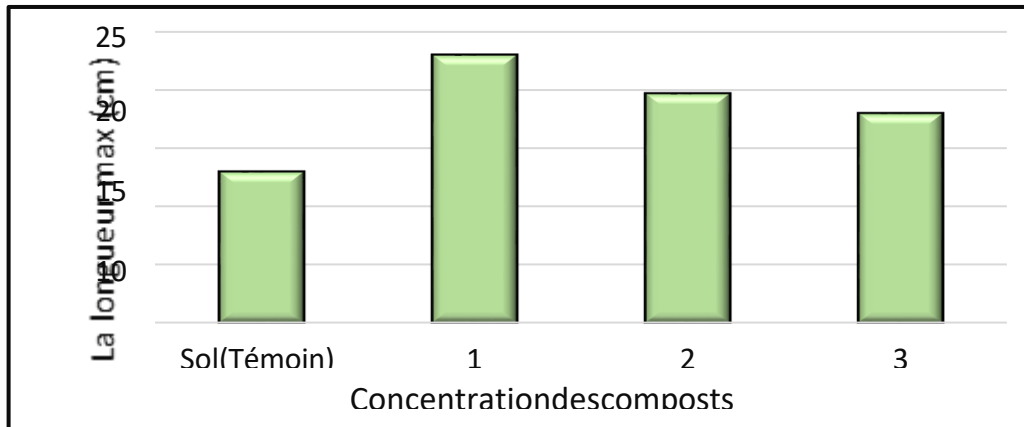
➤ **Tableau IV.5:**Différence dans les indicateurs de croissance des plantes.

indicateur / plante	germination avec engrais	Témoin
Densité	Très dense	moyenne
épaisseur	grossière	fine
couleur	Vert foncé	Vert clair
Qualité	Très bonne	moyenne



✓ D'après les résultats présentés dans le tableau IV.5, on constate que la germination avec engrais a un effet significatif, efficace et rapide sur les indicateurs de croissance des plantes.

**IV.I.2.5.2.1. Mesurer la longueur des feuilles et des racines :**



**Figure IV.7:** La longueur des feuilles des plantes avec des différent concentration.

✓ Basé sur les résultats de la figure IV.7, qui montre l'effet de l'engrais organique sur la longueur des feuilles des plantes. On peut en conclure que la longueur des feuilles des plantes auxquelles un compost est ajouté est plus longue que la longueur des feuilles des plantes cultivées sans compost . La longueur maximal est 23 cm à une concentration de 10% de compost c'est la meilleure concentration .



**Figure IV.8 :** Résultats test de germination (coté racinaires) .

□ Comme le montre la figure IV.8, il nous a été difficile de calculer la longueur des racines malgré la méthode que nous avons suivie, car les racines étaient très longues et fines. mais on peut conclure, vue la densité très élevés des racines, que le compost obtenu peut être considéré comme un engrais organique efficace.

**IV .I.3. Activité microbienne:**


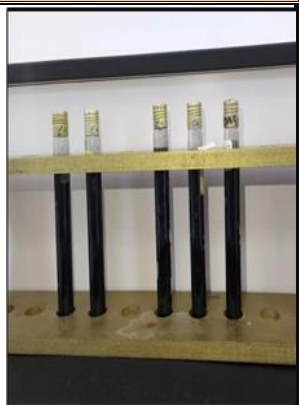
**IV.I.3.1.Résultats du Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs :**

Les clostridium jouent un rôle subsidiaire dans l'examen du compost car ils forment des spores, qui leur permettent de survivre plus longtemps que les coliformes, et sont par conséquent utilisés comme indicateur d'une pollution fécale passée.

Après l'incubation, se développent les bactéries ou les spores produisant à partir des sulfites qui donnent un précipité noir en présence d'ions  $Fe^{3+}$  .

□ Les résultats sont représentées sur le tableau suivant :

➤ **Tableau IV.6 :** Dénombrement et interprétation des Clostridium sulfito-réducteurs.

Aspect de VF avant incubation	Aspect de VF après incubation	Dénombrement et Conformité
		<p>Nous avons constaté l'envahissement de VF par les spores (indénombrable)</p>

**IV.I.3.2.Résultats du dénombrement des Coliformes totaux :**

Le résultat obtenu indique la présence des coliformes totaux et fécaux (>300 colonies Indénombrable c'est-à-dire chargé) dans la solution mère ( $10^{-1}$ ) et la deuxième dilutions( $10^{-2}$ ), nous calculons facilement les nombres des coliformes totaux et fécaux

dans la troisième dilution ( $10^{-3}$ ) quant aux dilutions restantes, aucun résultat n'a été montré, comme le montre le tableau suivant:

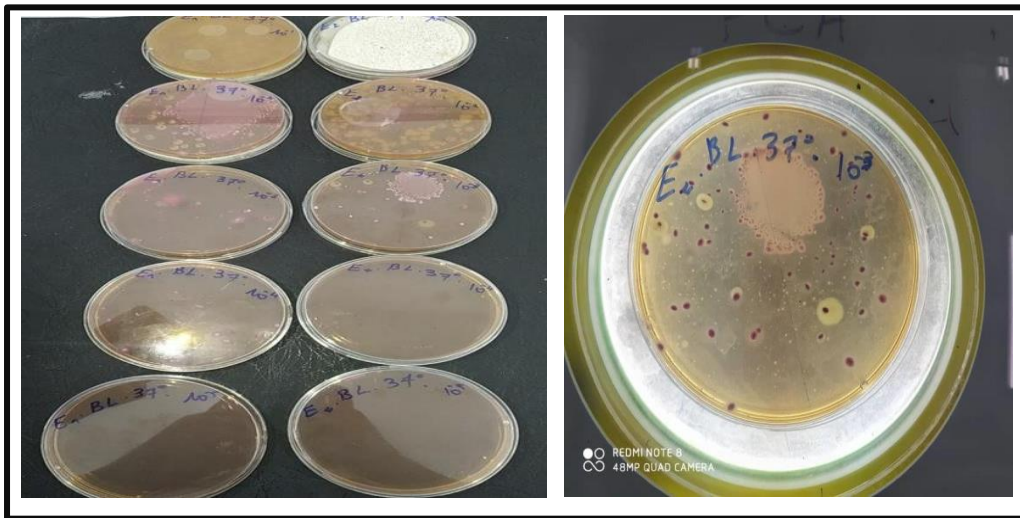


Figure IV.9 : Boîtes pétri des coliformes totaux dans le milieu solide VRBG .

➤ **Tableau IV.7:**Résultats de dénombrement de coliformes totaux.

Dilution					
Totaux (37°C) 24 h	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$
CompostA	chargé	chargé	58	0	0
CompostB	chargé	chargé	63	0	0

**IV.I.3.3. Résultats du dénombrement des FTAM et les champignons et les levures:**

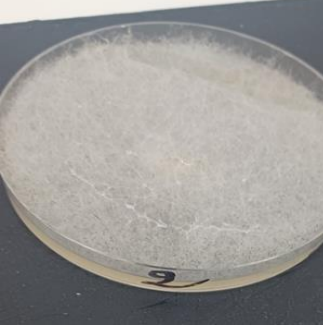

- L'identification de quelques souches fongiques:
- Observation macroscopique avec microscope:

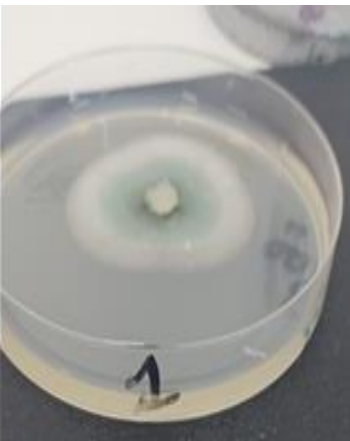
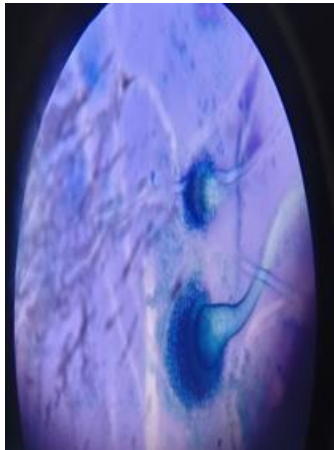

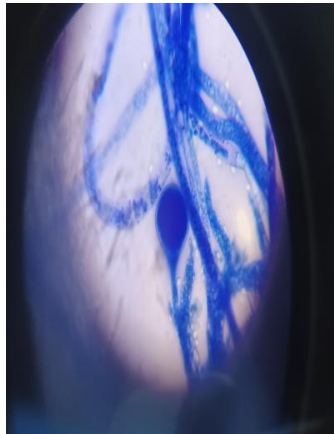
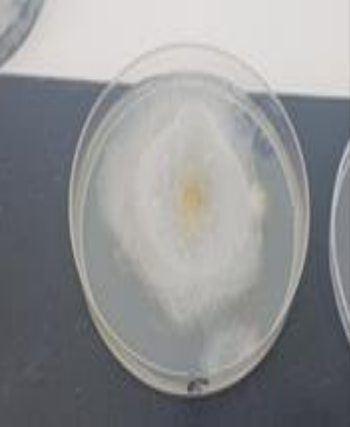

Les genres fongiques sont identifiées par un examen macroscopique et microscopique qui a été effectué après l'incubation pendant 7 jours sur un milieu de culture de Pomme de terre Dextrose (PDA) , le plus communément utilisé , et l'examen microscopique sur lame avec la technique du test de scotch et au bleu de méthylène.

Quelques genres fongiques ont été Identifiées par la technique de scotch, qui consiste à adhérer à l'aide d'un morceau de scotch une fraction mycélienne à partir d'une culture jeune et de la coller sur une lame contenant quelques gouttes de bleu de coton [18].

Les observations microscopiques sont effectuées aux grossissementsGX400 .

- **Tableau IV.8:** Aspect microscopique et macroscopique de quelque les germes fongiques (champignons) dans l'engrais.

Les germes	Observation macroscopique	Aspect microscopique
Mucorsp		

<p>Asergillus sp</p>		
<p>Asergillus sp</p>		
<p>Rhizopus sp</p>		



**Références bibliographiques**

[1] CHABASSE D., BOUCHARA J-P ; De GENTILE L., BRUN S., CIMMONB., PENN P.2002. Cahier de formation les moisissures d'intérêt médicale. Cahier de formation n° 25, Bioforma. 159p.

## Conclusion générale

### Conclusion générale :

Au terme de ce modeste travail, il convenu de récapituler les principaux résultats obtenus. L'objectif général de cette étude était d'évaluer les paramètres physico-chimiques de compost à base des déchets verts par compostage en vue de contribuer à une meilleure valorisation de ces résidus. Notre travail a été réalisé pendant la période de février à Mai 2024, et les analyses de l'évaluation de maturité ont été faites en fin Mai 2024. Au cours du suivi du processus de compostage dans le laboratoire. Nous avons obtenu un composte avec un pH variant entre 8 à 9 caractéristique d'un composts mûrs. Le pourcentage de cendres dans les composts obtenus après mois de décomposition est de l'ordre 69% qui représente un excellent amendement calcaire. Et qui permet de diminuer l'acidité du sol.

Cette expérience nous a tous d'abord permis de trouver une solution pour la valorisation des déchets organiques biodégradables, accompagnée de l'obtention d'engrais organique en peu de temps grâce aux ajouts que nous avons ajoutés lors du processus de compostage, son efficacité a été confirmée par un certain nombre d'analyses physico- chimiques et biologiques que nous avons effectuées comme indication de la maturité de l'engrais d'une part. D'autre part, son application et son suivi du développement de la croissance des plantes (la germination), où il a montré une croissance remarquable.

Deuxièmement, compte tenu des conditions climatiques auxquelles nous avons été confrontés spécifiquement pendant la période de préparation des engrais ainsi que pendant la longue période de production, il est donc important de développer un nouveau procédé innovant pour valoriser les déchets ménagers et végétaux et les transformer en engrais organique de haute qualité grâce à un machine innovante qui facilite le processus de production d'engrais depuis la matière première jusqu'au produit final.

Au vu des résultats physico-chimiques et bactériologiques, et des tests de germinations le compost à base des déchets présente des caractéristiques remarquables comme engrais organique et peut être recommandé pour les cultures, saisonnières, dans l'arboriculture, dans les différentes régions agricoles de la Willaya.

## **Résumé :**

Cette étude vise à protéger l'environnement en trouvant un traitement approprié pour les déchets urbains, dont la masse totale augmente avec l'augmentation de la population et peut donc causer de nombreux dégâts. C'est le cas de la Wilaya de Bordj Bou Arreridj. Il est donc nécessaire de valoriser et de recycler ces déchets, notamment les déchets organiques ménagers et végétaux, pour les distinguer par la prédominance de déchets fermentés, grâce à une méthode efficace, à savoir le compostage aérobie, en un produit respectueux de l'environnement appelé engrais vert.

Nous avons commencé à préparer les engrais à partir d'aujourd'hui, le 16/02/2024, jusqu'au 05/08/2024, et avant cela, nous avons mené des recherches approfondies sur les conditions climatiques dans la zone expérimentale. Cela nous a permis de préparer un catalyseur et nutritif bactérienne, qui ont eu un effet efficace et efficient. C'est en accélérant et en facilitant le processus de fertilisation, ce qui a contribué à augmenter le taux de NPK, De plus, nous cherchons à produire une machine innovante pour préparer des engrais organiques.

**Mot clés:** valorisation, Compostage, déchets végétales, engrais organique, Bordj Bou Arrerije

## **Abstract:**

This study aims to protect the environment by finding an appropriate treatment for urban waste, the total mass of which increases with the increase in population and can therefore cause a lot of damage. This is the case of the Wilaya of Bordj Bou Arreridj. It is therefore necessary to valorize and recycle this waste, particularly household and plant organic waste, to distinguish it by the predominance of fermented waste, using an effective method, namely aerobic composting, into an environmentally friendly product. called green manure.

We started preparing the fertilizers from today,02/16/2024, until 08/05/2024, and before that, we conducted in-depth research on the climatic conditions in the experimental area. This allowed us to prepare catalyseur et nutritif bactérienne, which had an effective and efficient effect. It is by accelerating and facilitating the fertilization process, which contributed to increasing the NPK rate, Additionally, we seek to produce an innovative machine to prepare organic fertilizers.

**Keywords:** recovery, composting, plant waste, organic fertilizer, Bordj Bou Arreridj

## المخلص :

الهدف من هذه الدراسة هو حماية البيئة عن طريق ايجاد معالجة مناسبة للنفايات الحضرية التي تزداد كتلتها الإجمالية كلما زاد عدد السكان وبالتالي يمكن أن تسبب هذه الكثير من الاضرار. هذا هو الحال بالنسبة لولاية برج بوعريريج. لذلك من ضروري التثمين واعادة تدوير هذه النفايات خاصة المنزلية و النباتية العضوية للتميزها بغلبة النفايات المتخمرة باستخدام طريقة فعالة هي التسميد الهوائي الى منتج صديق للبيئة ما يسمى بالسماد الاخضر

شرعنا في تحضير الاسمدة من اليوم 16/02/2024 الى غاية 08/05/2024 قبل ذلك قمنا باجراء بحث شامل حول الظروف المناخية في منطقة التجربة. مما سمح لنا بتحضير سائل محفز وعصير مغذي الذي كان لهما تأثير و فعالية في تسريع وتسهيل عملية التسميد و بالتالي ساعد من رفع نسبة , NPK و بالاضافة الى ذلك نسعى الى انتاج الة مبتكرة لتحضير السماد العضوي.

**الكلمات المفتاحية:** الاسترداد، التسميد، المخلفات النباتية، الأسمدة العضوية، برج بوعريريج