

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ 20 AOÛT 1955 SKIKDA  
FACULTE DE TECHNOLOGIE  
DÉPARTEMENT DE GÉNIE DES PROCÉDÉS



# Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

# Master

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Ingénierie & Gestion de l'Eau

Phytotoxicité d'un biocompost obtenu à partir du  
compostage aérobie des boues de Step

Soutenu le 20/06/2023

Réalisé par :

BOUMAIZA Ikhlas

MECIBAH Mohamed Acheraf Eddine

LAHRACHE Faiza

Encadré par :

Pr CHAIB Nadjla

Année Universitaire 2022- 2023

## ***Remerciements***

Tout d'abord, je voudrais remercier le bon Dieu qui m'a donné le courage et le courage d'accomplir ce travail trivial.

Mes remerciements chaleureux et particuliers à Pr CHAIB Nadjla, qui nous a honoré de notre encadrement, pour ses encouragements constants et tout l'effort acharné qu'elle a mis dans ce travail, pour ses précieux conseils sur notre travail.

Je remercie les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à nos recherches, pour avoir accepté des recherches sur nos travaux et pour les avoir enrichis de leurs suggestions.

Je tiens également à remercier tout le personnel du laboratoire n°8 Mme Sabra et Mme Samiha, ainsi que les doctorantes Nawal et Nada pour leur aide pour le bon déroulement de notre travail au laboratoire.

## *Dédicaces*

Merci à mes parents et sœurs et à toute ma famille pour leurs encouragements, je tiens à remercier mes proches et collègues religieux pour leur soutien spirituel et intellectuel dans mes récentes démarches.

Je tiens à remercier ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réussite de ce travail.

### *Faiza*

Je dédie ce succès à mon cher père et à ma chère mère. Je suis ici aujourd'hui et je vous remercie pour tous vos efforts et sacrifices. Que Dieu prolonge vos vies.

Et mes sœurs : Imane, Salsabile et Baylassane, que Dieu vous bénisse, je vous reverrai au plus haut niveau, inshallah.

A ceux qui m'ont soutenu pendant cette période : Housseem Eddine, Khawla et Cheima et ma chère fati. Dieu vous bénisse.

À tous les membres de ma famille, tout le monde debout souriant.

### *Ikhlas*

A ma très chère mère « Sihem » source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifices. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie.

J'espère ne jamais te décevoir, ni trahir ta confiance et tes sacrifices. Puisse Dieu tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

A mon très cher père « Mouloud ». Tu as été et tu seras toujours un exemple pour moi par tes qualités humaines, ta persévérance et perfectionnisme.

Aucune dédicace ne saurait exprimer mes respects.

### *Acheraf*

## Résumé

Les déchets provenant des ordures ménagères et des restes de nourriture ont un effet néfaste sur l'environnement. Le processus de compostage aérobique est la solution idéale pour traiter les déchets ménagers et les recycler en de nouveaux produits bénéfiques pour l'environnement. Dans le cadre de nos recherches, nous avons effectué une série d'analyses physico-chimiques sur les engrais obtenus. De plus, nous avons effectué des tests de phytotoxicité après avoir ajouté des eaux usées et des boues au compost à l'aide de graines de cresson et de laitue pour évaluer la germination et la maturité de la fumure organique et son utilisation comme éléments nutritifs du sol. Au terme de nos recherches, à travers nos expériences et les résultats obtenus, nous sommes arrivés à la conclusion que l'engrais obtenu de la boue de step est de bonne qualité et peut être utilisé comme matériau d'appoint pour le sol, car il contient de la matière organique, du carbone et de l'azote, qui aident les plantes à bien pousser Sol.

## Abstract :

Waste from household waste and leftover food is harmful to the environment. The aerobic composting process is the ideal solution for treating household waste and recycling it into new environmentally friendly products. As part of our research, we performed a series of physicochemical analyzes on the obtained fertilizers. In addition, we conducted phytotoxicity tests using watercress and lettuce seeds to evaluate the germination and maturity of organic fertilizers and their use as nutrients after adding wastewater and sludge to compost. from the floor. At the end of our research, based on our experiments and the results obtained, we came to the conclusion that the obtained fertilizer is of good quality and can be used as a soil supplement, as it contains organic matter, carbon and nitrogen, which helps the soil to remain in good condition plant growth.

## ملخص :

النفايات من النفايات المنزلية وفضلات الطعام لها تأثير ضار على البيئة. تعتبر عملية التسميد الهوائي الحل الأمثل لمعالجة النفايات المنزلية وإعادة تدويرها إلى منتجات جديدة تفيد البيئة. كجزء من بحثنا، أجرينا سلسلة من التحليلات الفيزيائية والكيميائية على السماد الذي تم الحصول عليه. بالإضافة إلى ذلك، أجرينا اختبارات السمية النباتية بعد إضافة مياه الصرف الصحي والحماة إلى السماد باستخدام بذور الجرجير والخس لتقييم الإنبات والنضج واستخدام السماد كمغذيات للتربة. في نهاية بحثنا ومن خلال تجاربنا ومن النتائج التي تم الحصول عليها توصلنا إلى أن السماد الذي تم الحصول عليه ذو نوعية جيدة ويمكن استخدامه كمادة تكميلية للتربة حيث تحتوي على مادة عضوية و كربون و نترجين والتي تساهم في نمو نباتات التربة الجيدة.

# Sommaire

**Remerciements**

**Dédicaces**

**Résumé**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

**Introduction générale** 1

## **Partie théorique**

### **Chapitre I : Synthèse bibliographique sur le compostage**

1.1. Introduction	4
1.2. Définition du compostage	4
1.3. Différents types de compostage	5
1.3.1. Compost domestique	5
1.3.2. Compost spécial potager	5
1.3.3. Produit un compost minéralisé	5
1.3.4. Composés "spéciaux" aux propriétés particulières	6
1.3.5. Compost dans l'appartement	6
1.3.6. Composter dans le jardin	6
1.3.7. Compost de la ville	7
1.3.8. Compost fermier	7
1.4. Quels déchets compostés ?	7
1. 5. Mécanismes impliqués dans le processus de compostage	8
1. 5. 1. Les micro-organismes : acteurs clés du compostage	10
I. 5.1.1. Bactéries	11

1.5.1.2.	Actinomycètes	11
1.5.1.3.	Champignons	11
I.5.2.	Objectifs du compostage	13
I.6.	Différents procédés de compostage	15
I.6.1.	Compostage en fûts	16
I.6.2.	Compostage d'ensilage (bac)	17
I.6.3.	Compostage en vrac (fenêtres)	18
I.6.4.	Vermicompost (lombricompostage)	19
I.6.4.1.	Composteurs "verticaux"	20
I.6.4.2.	Composteurs "horizontaux"	21
I.7.	Cadre réglementaire en Algérie	22
I.8.	Conclusion	23

## **Chapitre II : Généralités sur la phyto-toxicité du compost et bio-compost**

II.1.	Introduction :	26
II.2.	Indicateurs de maturité d'un bio-compost	27
II.2.1.	Indicateurs de maturité physique	28
II.2.2.	Indicateurs physico-chimiques de maturité	29
II.2.3.	Indicateurs de maturité biologique	30
II.3.	Valorisation agronomique du bio-compost :	31
II.1.	La matière organique dans le sol - le concept d'humus :	32
II.2.	Efficacité agronomique du compostage :	34
II.3.	Utilisations agricoles du compost :	35
II.4.	Définition de la phyto-toxicité	36
II.5.	Evaluation de la phyto-toxicité de compostage	37
II.6.	Contrôler la toxicité du compost	38
II.6 .1	Tests de Phyto-toxicité	38

II.6.2. Tests d'écotoxicité	40
II.7. Conclusion	41

### **Chapitre III : Procédés de compostage par Digestion aérobie/anaérobie**

III.1. Introduction :	43
III.2. La digestion anaérobie :	43
III.2.1. Définition et principe :	44
III.2.2. Principales caractéristiques du compostage anaérobie	44
III.3. Digestion aérobie :	45
III.3.1. Processus de compostage aérobie	45
III.3.2. Facteurs affectant le compostage aérobie	46
III.3.3. Principales caractéristiques du compostage aérobie	48
III.3.4. Techniques pour un compostage aérobie efficace	49
III.3.5. Apport nutritionnel supplémentaire	52
III.4. Comparaison entre compostage digestion aérobie et anaérobie	55
III.5. Conclusion	56

### **Partie pratique**

#### **Chapitre IV : Matériels et méthodes**

IV.1. Introduction	58
IV. 2. Protocole expérimental	58
V3. Caractérisation physico-chimique du compost	59
V3.1. Température	59
V3.2. pH	60
V3.3. Conductivité	61
V3.4. Teneur en eau/ Humidité	62
V3.5. Matière sèche	62
V3.6. Carbone organique total	63

IV.2.7. Azote kjeldahl	64
M4. Caractéristique physico-chimique de l'eau usée	66
M5. Caractéristique physico-chimique de la boue	67
M6. Test de phytotoxicité	68

## **Chapitre V: Résultats et discussion**

V1. Introduction	70
V2. Résultats des analyses physico-chimiques du bio-compost	70
V3. Evolution des paramètres physico-chimiques des extraits du bio-compost avec eau contaminée avec de l'eau usée ou de la boue	71
V3.1. Le pH	71
V3.2. Variation de la conductivité	74
V3.3. Matière sèche (MS)	76
V3.4. Matière organique (MO)	78
V3.5. Carbone organique total (COT)	79
V3.6. Température	79
V3.7. Azote Kjeldahl (NTK)	80
V3.8. Le rapport C/N	81
V4. Résultats du test de phyto-toxicité	81
<b>Conclusion générale</b>	<b>82</b>
<b>Références bibliographiques</b>	<b>84</b>

## Liste des figures

Figure I.1 : Représentation schématique du principe de compostage (Charanya, 2005)	6
Figure I.2 : Composteur	8
Figure I.3 : Compost de fermier	8
Figure I.4 : Courbe théorique en quatre paliers de température	10
Figure I.5 : Aération dans le tambour	14
Figure I.6 : Tige de l'aérateur	14
Figure I.7 : Compostage de l'ensilage	15
Figure I.8 : Pieu trapézoïdal	16
Figure I.9 : Pieux mix en pieux	16
Figure I.10 : Composteur de type (worwsery)	17
Figure I.11 : Un autre modèle	18
Figure I.12 : Composteur à deux pièces	18
Figure I.13 : Système de jardin soyez prêt	19
Figure II.1 : Exemple de test d'émergence et de croissance foliaire	30
Figure II.2 : Exemple de test de croissance racinaire	31
Figure II.3 : Différentes approches possibles pour l'évaluation de l'écotoxicité des sols et des déchets au laboratoire	32
Figure III.1 : Schéma du système digestif de l'organe matière	35
Figure III.2 : Les changements de température et les populations de champignons dans un compost à base de paille de blé	37
Figure IV.1 : Biocompost sec avant maturité	49
Figure IV.2 : Thermomètre à mercure utilisé pour la mesure de la température du biocompost	49
Figure IV.3 : Ruban de test du pH	50
Figure IV.4: Conductimètre de paillasse	51
Figure IV.5 : Etuve utilisée pour la détermination de la matière sèche	52
Figure IV.6: Echantillons du biocompost	52

Figure IV.7 : Four à moufles pour la détermination de la MO	53
Figure IV.8 : Echantillon après gravure	54
Figure IV.9 : Echantillon de 1g pour le dosage du Fer	54
Figure IV.10 : Minéralisateur	54
Figure IV.11 : Avant distillation	55
Figure IV.12 : Après distillation	55
Figure IV.13 : Titration	56
Figure IV. 14: Biocompost contaminé avec eaux usées et la boue	58
Figure V.1 : Courbe la mesure pH de plant laitue	61
Figure V.2 : Courbe la mesure pH de plant de cresson	62
Figure V.3 : Histogramme de la conductivité des plants de cresson	63
Figure V.4 : Histogramme de la conductivité des plants de laitue	64
Figure V.5 : Histogramme le pourcentage de moyenne de la MS	65
Figure V.6 : Histogramme le pourcentage de moyenne de la MO	65
Figure V.7 : Histogramme le pourcentage de moyenne de COT	66
Figure V.8 : Courbe de la température des plants de laitue	66
Figure V.9 : Courbe de la température des plants de cresson	67
Figure V.10 : La quantité d'azote présente dans le compost est remplie d'eaux usée ou de boue	67
Figure V.11 : Histogramme d'une le rapport C/N.	78
Figure V.12 : Histogramme de la longueur de germination des graines de cresson	79
Figure V.13 : Histogramme de la longueur de germination des graines de laitue	79
Figure V.14 : Germination des graines de la laitue et du cresson	81
Figure V.15 : Tests de phyto-toxicité	81

## Liste des tableaux

Tableau I.1 : Liste des matières susceptibles d'être recyclées par compostage (Michaud,2007)	10
Tableau III.1 : Principales caractéristiques des techniques de compostage aérobie à petite échelle	49
Tableau IV.1: Eaux usée STEP RA1K	64
Tableau IV.2 : Boue STEP RA1K	64
Tableau V.1: Caractéristique physique-chimique du biocompost	67
Tableau V.2: Résultat de la mesure du pH	68
Tableau V.3: Résultats de la mesure pour la variable de conductivité	70

## Liste des abréviations

**Mo:** Matière organique.

**C/N:** Rapport massique (carbone sur azote).

**CO<sub>2</sub>:** Dioxyde de carbone.

**MS:** Matière sèche.

**COT:** Carbone organique total.

**pH:** Potentiel hydrogène.

**T:** Température.

**H%:** Humidité.

**H<sub>2</sub>O:** L'eau.

**C:** Carbone.

**N:** L'azote.

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:** Nitrate d'azote.

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:** Ammonium.

**Ca<sup>2+</sup>:** Calcium.

**O<sub>2</sub>:** Oxygène.

**Mg<sup>2+</sup>:** Magnésium.

**P:** Phosphore.

**K:** Potassium.

**C/P:** Rapport (carbone / phosphore).

**TA:** Titre Alcalimétrique.

**TAC:** Titre Alcalimétrique complet.

**DCO:** Demande chimique en oxygène.

**DBO<sub>5</sub>:** Demande biochimique en oxygène.

# **Introduction générale**

## **Introduction générale**

Dans les régions irriguées d'Afrique du Nord, les pays au climat semi-aride à aride, les conditions d'humidité et de température favorisent une minéralisation accrue de la matière organique du sol. Le développement du réemploi des ordures ménagères et de leur exportation des parcelles vers les cultures et les faibles taux d'utilisation du fumier contribuent également à la dégradation des sols. Pour répondre à cet enjeu, l'amélioration durable des propriétés de ces sols est essentielle, en commençant par l'amélioration des méthodes de fertilisation par l'utilisation de biostimulants à faible coût tout en garantissant la pérennité des systèmes de production. L'utilisation d'amendements organiques qui restituent les résidus organiques au sol à moyen et à long terme, tels que les engrais organiques formés à partir de résidus séchés, peut résoudre ce problème et non seulement aider à atténuer le problème, mais aussi à le résoudre. Graves problèmes environnementaux causés par le matériau. Déchets et boues de stations d'épuration.

Le compostage peut être défini comme la décomposition microbienne aérobie de la matière organique dans des conditions contrôlées, permettant le développement de températures thermophiles dues à la chaleur dégagée lors des réactions biochimiques, aboutissant à un produit final stable et stérile. La maturité et la stabilité d'un engrais sont l'une des caractéristiques les plus importantes à prendre en compte lors du test de sa qualité. En effet, l'ajout de compost immature au sol peut affecter négativement la germination, la croissance et le développement des plantes, qui sont liés à la présence de composés toxiques et nocifs en excès (excès d'ammoniaque, d'acides organiques, d'agents pathogènes, de métaux lourds, d'excès de sel, etc.). De ce point de vue, les tests de phytotoxicité restent le meilleur moyen d'évaluer la toxicité d'un compost. Principalement compatible avec les tests de germination et de développement racinaire ainsi qu'avec les tests d'émergence et de croissance des plantes.

### **● Problématique**

Le problème des déchets est une nuisance pour l'environnement et le dépôt de grandes quantités de déchets recyclés reste le moyen le plus important de protéger la qualité de l'environnement. La transformation biologique (compostage) est un axe et un axe stratégique.

Ainsi, dans notre étude, la question posée par le test de phytotoxicité reste le meilleur moyen d'évaluer la toxicité des ordures ménagères et des résidus alimentaires : Y a-t-il un risque pour l'environnement ?

- **Objectif**

Notre objectif est de tester l'utilisabilité et la qualité d'un compost à base de déchets alimentaires à l'aide du test de germination. La germination du cresson et de la laitue est testée dans des conditions normales sur un milieu qui est un mélange d'eaux usées et de boues, qui est analysé avec un biofertilisant maison. L'intensité de la germination est comparée à celle obtenue à partir du substrat, c'est-à-dire engrais organique pur. La toxicité du visage est exprimée en pourcentage de germination des graines de cresson et de laitue.

Le présent mémoire est structuré en cinq chapitres :

**Le chapitre I**, présente une synthèse bibliographique sur le compostage

**Le chapitre II**, fait synthèse de la phytotoxicité du compost et biocompost

**Le chapitre III**, présente les procédés de compostage par digestion anaérobie et aérobie

**Le chapitre IV**, illustre la méthodologie de recherche suivie pour le protocole expérimental de notre présente étude.

**Le chapitre V**, dévoile les principaux résultats issus de notre présent travail, leurs interprétations et discussions.

Le mémoire se termine par une conclusion générale faisant le bilan des principaux résultats obtenus de la présente recherche, et à la fin des références bibliographiques.

## **Partie théorique**

### **Chapitre I : Synthèse bibliographique sur le compostage**

### I.1. Introduction

Le compostage accélère la biotransformation aérobie de la matière organique en humus et produit un produit stable : le compost. Le compostage est le résultat direct de l'évolution de diverses populations microbiennes dans un environnement aérobie (Sharma et al. 1997). Différentes communautés microbiennes, principalement composées de bactéries, de champignons et de protozoaires, se succèdent lors du compostage (Mustin, 1987, Tuomela et al. 2000, Hassen et al. 2001).

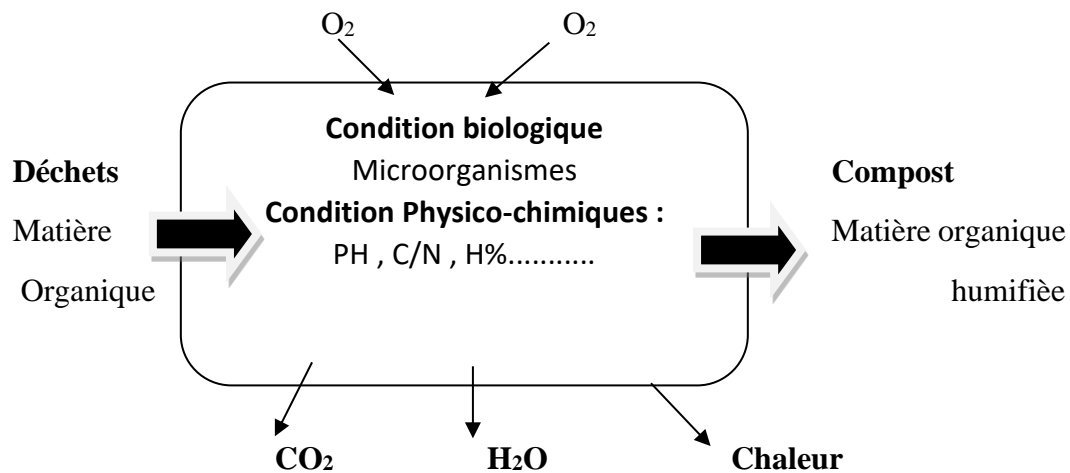
### I.2. Définition du compostage

Il existe de nombreuses définitions du compostage dans la littérature, mais une définition très générale pourrait être : « Le compostage est le processus biologique aérobie de dégradation et de transformation de la matière organique, permettant d'obtenir des produits recyclables à partir des déchets ».

Plus précisément, le compostage est selon Francou (2003) : « Le processus de dégradation contrôlée des composants organiques d'origine végétale et animale, par une série de microbes La formation de matière organique liquéfiée et stabilisée. Le produit ainsi obtenu est appelé compost. Le processus de compostage est similaire à l'humification naturelle des résidus organiques du sol en humus. Antizar-Ladislao et al. (2006).

Sous l'action des bactéries aérobies (en présence d'oxygène), le processus Biologique du compostage des déchets organiques est accéléré. La réaction de compostage libère de la chaleur, rendant le compost hygiénique, c'est-à-dire éliminant les agents pathogènes qui pénètrent dans les déchets.

Ainsi, le compostage est un processus biologique de conversion de la matière organique en un sol riche en humus et en composés minéraux, appelé compostage. C'est une réaction aérobie contrairement à la méthanisation qui est une réaction anaérobie. Par exemple, recycler les sous-produits d'élevage, la biomasse ou les déchets ménagers organiques en produits naturels, stables et hygiéniques.



**Figure I.1** : Représentation schématique du principe de compostage (Charnay, 2005).

### I.3. Différents types de compostage

Il existe différents types de composts préparés à base de déchets ménagers, d'animaux, de boues d'épuration, etc.

#### I.3.1. Compost domestique

Le compost domestique peut être utilisé pour tous les besoins d'un jardin privé (loisirs ou potager). Les résidents de la maison produisent leur propre compost domestique à utiliser comme engrais naturel pour les plantes. Il est créé par :

- **Déchets alimentaires** : fanes et peaux de légumes, marc de café, certains produits laitiers, graisses, etc.
- **Déchets de jardin** : feuilles mortes, mauvaises herbes, tontes de gazon, etc.
- **Déchets ménagers** : serviettes en papier, carton, cendres, sciure de bois, etc.

#### I.3.2. Compost spécial potager

Le compost de potager est basé sur le même principe que le compost domestique, sauf qu'il est plutôt utilisé pour forcer les légumes. Pour cette raison, le compost contient plus de matière organique d'origine animale. Ainsi, enrichi en azote, il aide à mieux construire le sol. Pour obtenir un compost plus riche, on y ajoute : différents types d'engrais, Os broyés, sang ou cornes, etc.

### **I.3.3. Produit un compost minéralisé**

Ici aussi, le compost est constitué de divers résidus végétaux et animaux, qui sont ensuite enrichis par l'ajout de minéraux sélectionnés selon leurs vertus. Quelques exemples :

- Des pierres minérales (ou algues), qui apportent au compost un supplément decalcium, nécessaire aux sols dits acides ;
- Basalte (plus élevé en silice) utilisé pour les sols très calcaires ;
- Phosphate naturel d'origine sédimentaire, etc.

### **I.3.4. Composés "spéciaux" aux propriétés particulières**

Ces composts "spéciaux" sont enrichis en fonction du milieu à fertiliser.

Quelques exemples :

- Ajout foliaire de compost pour plantes vertes ;
- Presser les aiguilles dans le compost utilisé pour les sols à pH élevé ou les plantes qui aiment les acides (qui ne peuvent survivre que dans un environnement acide) ; ajouter de laterre au compost (seulement 2-5%), ce qui lui permet d'être plus facilement absorbé par le sol.

### **I.3.5. Compost dans l'appartement**

Il est possible de composter vos déchets chez-vous à la maison. Pour cela, utilisez du lombri-compost. Grâce aux vers, vous pouvez réduire vos déchets et les transformer encompost et en jus.

-

### **I.3.6. -Composter dans le jardin**

Si vous avez un jardin, vous pouvez utiliser un composteur. Vous pouvez stocker vos déchets dans cette poubelle fermée et discrète.



**Figure I.2 :** Composteur

### **I.3.7. Compost de la ville**

Si vous habitez dans un quartier résidentiel et que vous n'avez pas accès au compost, vous pouvez trouver des stands de compostage près de chez vous. Une initiative qui vous permet de recycler vos déchets et ceux de vos voisins.

### **I.3.8. Compost fermier**

Il n'y a pas besoin de bac à compost dans les zones rurales. Vous pouvez garder les déchets à l'extérieur pour les transformer en compost.



**Figure I.3 :** Compost de fermier

## I.4. Quels déchets compostés ?

### • Déchets de cuisine :

Coquillages, fruits et légumes avariés (crus ou cuits), œufs en poudre ou coquilles d'huîtres, thé, marc de café. Et en petite quantité : les restes de nourriture végétarienne (pâtes, riz, pommes de terre, etc.) sans sauce, pain sec bien émietté.

### • Déchets de jardin :

Mauvaises herbes sans pépins, petites branches, brindilles, paille, feuilles mortes, fleurs et plantes fanées, litière de rongeurs herbivores (lapin, hamster). Et en petite quantité : tondre la pelouse, tailler les buissons.

### • Autres déchets :

Sachets de thé, filtres à café, serviettes en papier, essuie-tout.

### • Selles pâteuses ou sèches

Dans cette catégorie nous avons :

#### A/ Les fumeurs :

Ils résultent du mélange des déchets animaux avec le bétail (paille, copeaux ou sciure) dans les bâtiments d'élevage (Tournade et Michau, 2011).

#### B/ Les Fientes :

Ils sont constitués de fèces, d'urine, de plumes, d'œufs ou de coquilles d'œufs et de duvet, qui est un mélange hétérogène (Fourmont, 1982). Le tableau suivant présente les différentes matières susceptibles d'être recyclées lors du compostage et qui contiennent suffisamment d'azote ou de carbone.

**Tableau I.1.** Liste des matières susceptibles d'être recyclées par compostage (Michaud, 2007).

Matériaux	Tendance
Fruits, Légumineuses	N
Café (résidus et filtres)	N (résidus), C (filtres)
Sacs de papier brun	C
Viandes et os	N
Excréments d'animaux d'élevage	N
Papier journal, Papiers fins, Papiers mouchoirs	C
Céréales (grains)	C

C : riche en carbone, N : riche en azote

### I. 5. Mécanismes impliqués dans le processus de compostage

Ces différents organismes ne vivent pas dans les mêmes conditions de température et ne se nourrissent pas tous des mêmes substances. En se nourrissant et en digérant ces matériaux, les organismes produisent de nouveaux matériaux (humus) qui sont consommés par d'autres.

Lors du compostage, la composition des produits organiques dans le matériau change, ainsi que les communautés vivantes (Figure I.4).

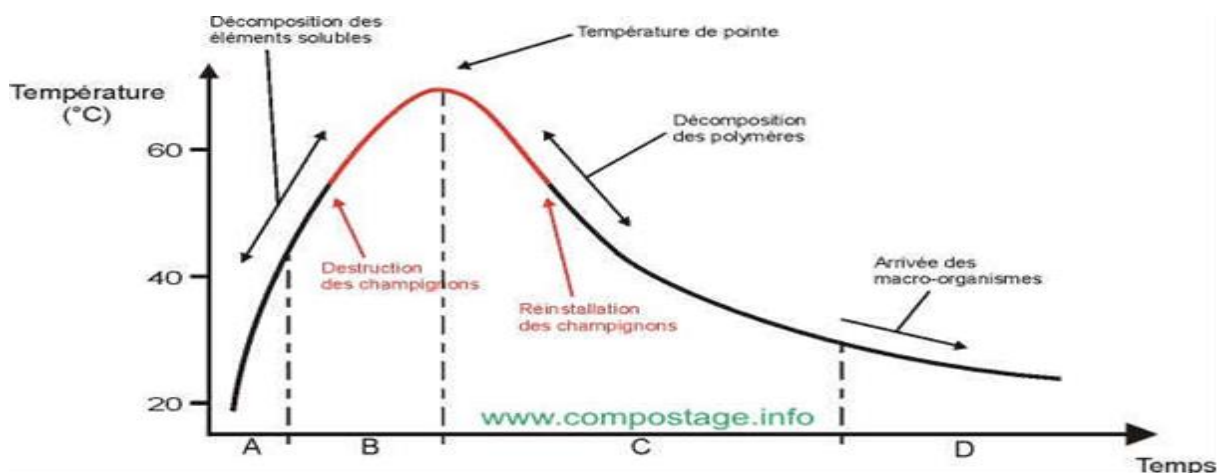
Au début du compostage, seuls les micro-organismes sont actifs.

L'étape au cours de laquelle beaucoup d'oxygène est consommé et la température s'élève est appelée étape de décomposition (comprenant les étapes mésophile, thermophile et de refroidissement).

Le processus de digestion commence immédiatement après la collecte de la matière organique. Les micro-organismes se mettent au travail, ils utilisent des enzymes qui détruisent d'abord les parois cellulaires des tissus mous. Lorsque les parois cellulaires se brisent, le contenu des cellules s'échappe et la structure molle reste. Cela peut être appelé "pourriture".

A ce stade, les bactéries agissent. Les éventuels effets négatifs de la décomposition, comme l'odeur d'acidité, sont réduits à néant par la présence de matériaux structurés et une ventilation régulière assurée par le mélange des matériaux. Une autre conséquence de l'activité des micro-organismes est une augmentation progressive de la température (phase mésophile =A), particulièrement importante au début du processus de compostage.

L'énergie contenue dans les matières organiques est convertie en chaleur.



**Figure I.4 :** Courbe théorique en quatre paliers de température

Dans un grand tas de compost la température peut monter jusqu'à 50-60°C et parfois même plus (70-80°C en tas de quelques dizaines de m<sup>3</sup>) (phase thermophile =B). Une fois ces valeurs atteintes, la digestion est plus rapide.

Les bactéries pathogènes et les graines de mauvaises herbes qui peuvent être présentes dans les déchets de jardin sont neutralisées dans la zone chaude. On comprend que la phase de décomposition s'accompagne d'une importante réduction de volume. La réduction pendant les premiers jours après l'entassement ou le remplissage du réservoir (ou du tonneau) est due au poids du matériau importé et à la perte de structure.

La conversion du carbone en CO<sub>2</sub> volatil et l'évaporation de l'eau sont d'autres sources de réduction de volume. La température baisse progressivement (phase de refroidissement =C) et les champignons colonisent le matériau.

A des températures inférieures à 30°C, les micro-organismes restent actifs, mais ils sont désormais accompagnés d'organismes plus gros (stade de maturité =D) : vers de compost, tiques, collemboles, cloportes, coléoptères, mille-pattes, ...

En effet, tous les micro-organismes qui vivent dans les déchets, entre les feuilles, sous les arbres et les branches, ou la transformation des déchets grâce à la sécrétion de leurs enzymes, sont décomposés par des micro-organismes dans leur tube digestif. Ils mâchent des morceaux de bois ramollis ou absorbent la matière des cellules, transformant la matière en petites particules qui continuent à se décomposer dans le tube digestif et sont ensuite colonisées par des micro-organismes dans les matières fécales.

Par conséquent, le matériau perd complètement son aspect d'origine. Si au premier stade (avant la maturation) les feuilles étaient brunes et restaient reconnaissables, lorsque les vers (pour les parties molles) ou les queues de printemps (pour les parties plus dures) y pénètrent, vous n'y trouverez que des

"miettes". Surface totale des milliers de fois plus de ces particules se sont formées que la surface originale de la feuille. Sur cette immense surface, d'autres micro-organismes commencent à travailler.

La transformation finale de la matière organique en nutriments, eau et oxygène est appelée « minéralisation » ; Cela est principalement dû aux vers de compost. Les minéraux formés sont des éléments nutritifs pour les plantes. L'humus est produit lors de la décomposition de la matière organique. La température et l'acidité (pH) changent pendant le processus de compostage.

### **I. 5. 1. Les micro-organismes : acteurs clés du compostage**

L'une des biotechnologies les plus complexes qui existent, car le processus implique une myriade de changements dans les états physiques et biologiques.

Une bonne compréhension de ces changements nécessite une étude minutieuse de la séquence des micro-organismes, y compris tous les micro-organismes présents, dont très peu de micro-organismes.

Haruta et al. (2005), la microbiologie du compostage devrait être étudiée sous différentes perspectives, telles que la composition et la succession de la communauté au cours du processus, les micro-habitats et les fonctions des micro-organismes dans la communauté.

#### **I. 5.1.1. Bactéries**

Il existe de nombreuses bactéries. Il peut y en avoir des millions dans un gramme. Il faut 25 000 fois selon la règle pour atteindre 2,54 cm (un pouce). Ils peuvent être trouvés dans toutes les parties de MO, bien qu'ils ne puissent pas être vus à l'œil nu, Lorsque les bactéries entrent en contact avec des tissus organiques, elles envahissent, mangent et digèrent les tissus, les décomposant en formes plus simples qui peuvent être prises par d'autres bactéries et organismes. En tant que groupe, les bactéries ont des goûts nutritionnels très différents, ce qui signifie qu'elles peuvent manger presque n'importe quoi, les bactéries mortes ou vivantes ont besoin d'azote et de carbone, qu'elles peuvent trouver dans la matière organique.

Plus l'alimentation est variée, plus il y trouvera tous les éléments nécessaires à son développement. Les bactéries utilisent le carbone (C) comme source d'énergie, qu'elles oxydent pour produire de la chaleur et du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>).

L'azote (N) est la source de leur protéine principale, élément important pour le développement de leur structure et la croissance de leur population. Dans un environnement favorable, les bactéries se reproduisent très rapidement par fission. Leur noyau se divise en deux et un nouveau tissu cellulaire se développe en parallèle dans la moitié des cellules. Cela se répète à l'infini.

#### **I.5.1.2. Actinomycètes**

Les actinomycètes sont une forme de bactérie plus avancée, étroitement apparentée aux champignons et juste derrière les bactéries basées sur les populations. Ils réagissent mal dans des conditions d'acidité élevée (en-dessous de pH=5) et d'humidité élevée, mais fonctionnent mieux dans les zones de température moyenne du tas de compost.

Les actinomycètes prennent le relais à la fin des processus de décomposition et produisent

alors souvent des antibiotiques qui inhibent la croissance bactérienne. Ils préfèrent les matières organiques dures et donnent au bon compost une agréable odeur d'humus. Ils sont particulièrement importants dans la formation de cet humus. Ils libèrent du carbone (C), du nitrate d'azote ( $\text{NO}^-$ ) et du nitrate d'ammonium ( $\text{NH}^+$ ), rendant ces nutriments disponibles pour les plantes.

### **I.5.1.3. Champignons**

Les champignons sont présents en moindre quantité que les bactéries ou les actinomycètes, mais leur masse est plus importante. Les champignons sont des organismes simples dépourvus des éléments nécessaires à la photosynthèse. Les cellules individuelles ont un noyau entouré d'une membrane. Ils peuvent être reliés par de longs filaments. Les champignons se nourrissent de matières mortes ou en décomposition et obtiennent de l'énergie en décomposant la matière organique. Comme les actinomycètes, les champignons apparaissent au début et à la fin des processus de décomposition lorsque la matière organique est devenue plus facile à assimiler. De tous les micro-organismes, les champignons se développent mieux dans des conditions acides...

## **I.5.2. Objectifs du compostage**

De nombreux bio-déchets sont interdits d'enfouissement (autres que les déchets ultimes), leur incinération coûteuse et impopulaire est hors de question, ainsi le compostage est devenu de plus en plus populaire, simple. Il est bénéfique pour plusieurs raisons, la plus importante étant la valorisation des déchets pour créer un ingrédient organique stable. De ce fait, la portée du compostage s'est élargie au fur et à mesure de l'évolution des techniques de compostage et la question de la gestion collective des ordures ménagères a été abordée.

Cette filière englobe tous les types de déchets organiques : déchets verts, bio-déchets ménagers, boues d'épuration collective ou industrielle, déchets agroalimentaires, déchets d'élevage, etc.

## **I.6. Différents procédés de compostage**

### **I.6.1. Compostage en fûts**

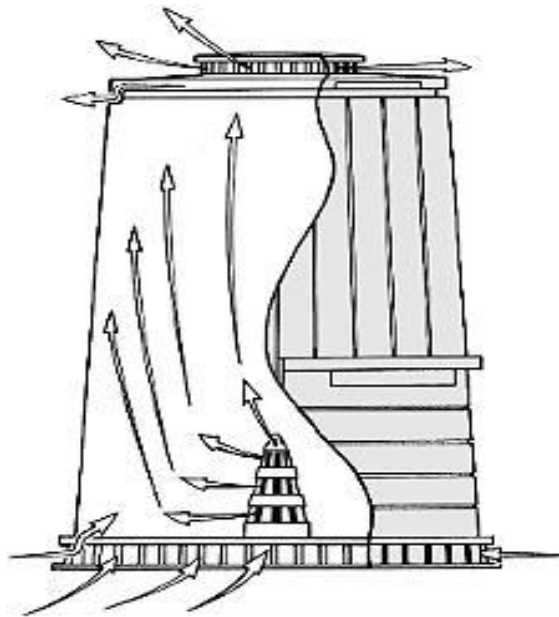
Si vous n'avez pas un grand jardin (par exemple 3 hectares) ou pas de jardin du tout, c'est la méthode idéale pour produire du compost. Vous pouvez le mettre dans une petite cour, juste derrière la cuisine. Nous ne recommandons pas de le placer à l'intérieur car il peut y avoir de l'eau courante.

Pour les intérieurs, le lombri-compost est parfait et quoi qu'on en dise, il ne dégage pas d'odeur.

De nos jours, il existe différentes marques de bacs à compost disponibles sur le marché. Certains sont valables (voir très valables), d'autres ne sont que des déchets (je ne les appelle même pas "compost") Certains producteurs ne respectent même pas les règles de base du compostage.

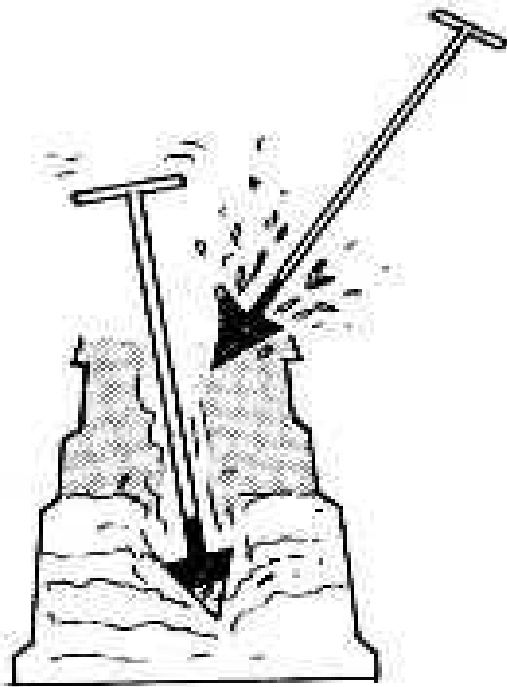
### •Aération

Il est important que l'aération du fût soit très bonne. Le flux d'air doit être de bas en haut. La plaque de base doit avoir des trous de ventilation. Mais de préférence en dessous. Parce que la sédimentation et l'écoulement de l'eau dans le réservoir obstruent les trous du fond. Pour les mêmes raisons, le fond ne doit pas être complètement plat. Certains fabricants proposent des conteneurs inférieurs avec une buse d'air centrale pour augmenter la surface de ventilation et permettre à l'air de pénétrer plus profondément dans le compost. Cet arroseur n'est pas nécessaire, mais c'est un plus. Le couvercle doit être équipé d'un dispositif de fermeture de ventilation. En hiver, la ventilation doit être réduite. Les courants d'air glacés sont définitivement déconseillés pour les organismes de votre compost...



**Figure I.5** : Aération dans le tambour

Un aérateur est un accessoire indispensable pour obtenir un bon compost en fûts. Cela permet le brassage (donc l'aération) de la matière organique dans la cuve. Il existe de nombreux modèles, mais le plus efficace est le plus simple... C'est un bâton en métal avec une poignée d'un côté qui permet de tenir l'instrument, et une ou plusieurs lames triangulaires de l'autre.



**Figure I.6** : Tige de l'aérateur

### **I.6.2. Compostage d'ensilage (bac)**

Le volume du silo est de  $\pm 1\text{m}^3$ . Cette capacité est généralement suffisante si vous avez un jardin de 3 à 10 acres.

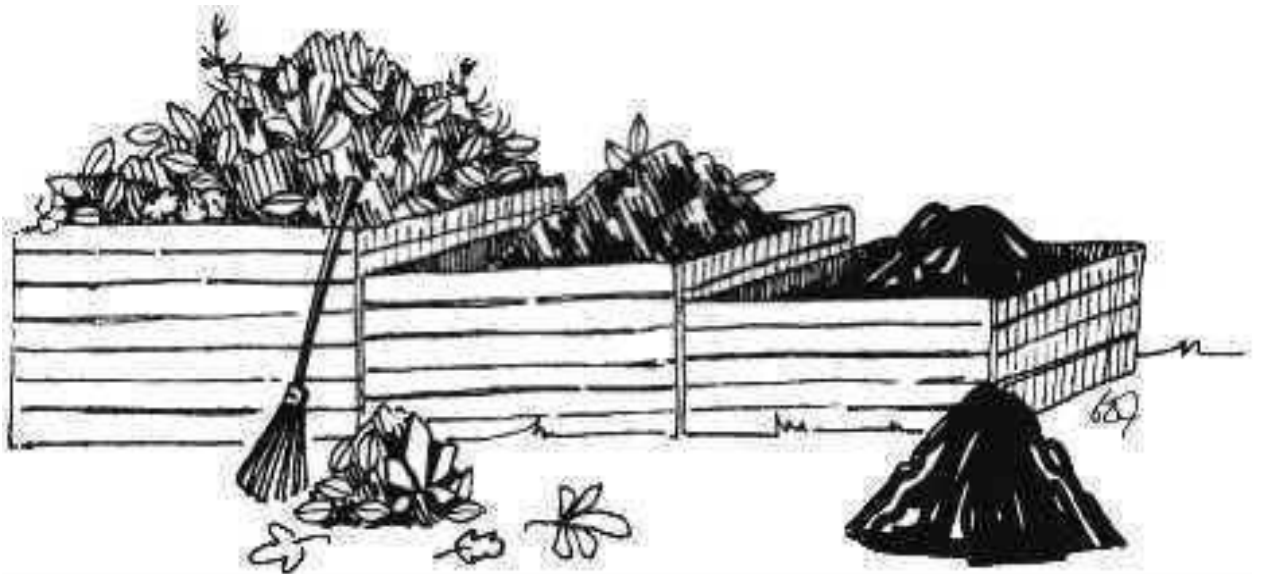
Vous pouvez construire 1, 2 ou 3 bacs (plus si besoin...) pour vous faciliter la tâche. Dans les silos, la technique de compostage est sensiblement la même que dans un tas, mais est adaptée à la quantité de matière à traiter. C'est un peu plus simple et plus propre.

Il existe différents types de silos ou bacs sur le marché. Ils peuvent être en bois, en plastique ou en grillage, avec ou sans couvercle, avec ou sans support, avec ou sans porte ou surface amovible.

Si vous décidez d'acheter un bac à litière, vérifiez les points suivants :

- Il doit être facile d'entrer dans le réservoir par l'avant. Le compost doit être facile à retourner ou à déplacer.
- La ventilation doit être bonne. Idéalement de tous les côtés. Mais les écarts ne doivent pas être trop grands (1 à 2 cm entre les planches), surtout s'il est installé en plein vent. S'il a un fond, il doit être suffisamment perforé (bac à compost) (Figure I.6).
- Il doit avoir un couvercle amovible ou à charnière. Si vous choisissez un tamis à mailles, vous en obtiendrez un (ou plusieurs) en plastique souple.

- Regardez la qualité de ce plastique, il doit être assez épais, de préférence noir et avec des trous d'aération (voir plus bas).
- Assurez-vous que le compost est toujours couvert en plaçant un couvercle sur les bacs ou en plaçant les matériaux dans une boîte en carton. Il empêche la pluie de se mouiller, mais surtout il garde la chaleur à l'intérieur.
- Percez le carton avec une fourchette pour permettre à l'air de circuler.



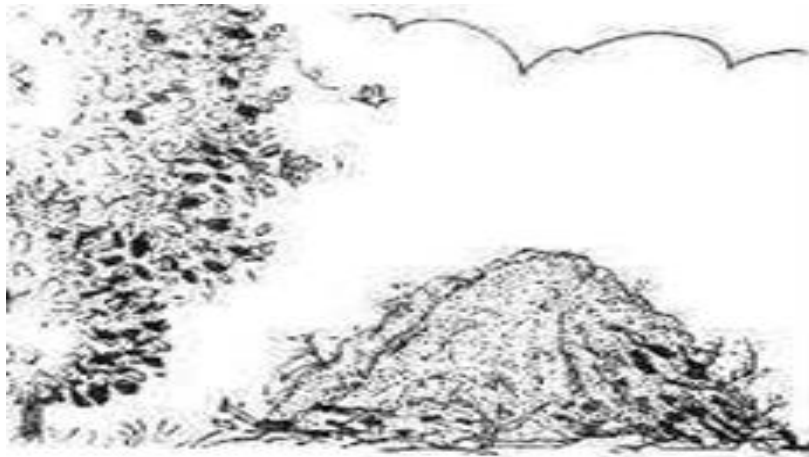
**Figure I.7 :** Compostage de l'ensilage

### I.6.3. Compostage en vrac (fenêtres)

Si votre jardin est grand (> 10 acres), cette technique est la plus appropriée. Vous pouvez construire une pile puis la remplir avec des portions quotidiennes. Mais vous pouvez aussi l'associer à un tonneau utilisé pour les déchets organiques du quotidien, placé par exemple près de la cuisine.

L'ingénierie des pieux est celle qui nécessite le moins d'aménagement Paysager. Le pieu doit être installé sous la forme d'un trapèze. Il fait 1,5 à 2,2 m de côté, 1 à 1,5 m de haut (trop haut, il est difficile de revenir à la fourche).

- La masse doit être d'au moins 2 à 3 m<sup>3</sup> pour que la température monte bien et qu'elle puisse supporter les conditions extérieures, le matériau n'est pas "protégé" contrairement aux autres systèmes. S'il y a beaucoup de matériel, il est intéressant d'en faire un tas.



**Figure I.8 :** Pieu trapézoïdal



**Figure I.9 :** Pieux mis en pieux

- L'aspect général du tas n'est pas toujours très beau, s'il y a un risque de problèmes de voisinage, mettez-le à l'abri des regards.
- Le recouvrir de plastique perforé, de géotextile, de paille ou de feuilles peut améliorer l'aspect visuel et limiter le lessivage.

#### **I.6.4. Vermi-compost (lombri-compostage)**

Aussi appelé lombri-compostage, si vous n'avez pas de jardin ou si vous n'avez qu'un petit espace extérieur ou vivez dans un appartement sans issue, vous pouvez aussi composter... Il existe de nombreux conteneurs différents pour le lombricompostage. Ils peuvent être en bois, en plastique, en mousse, et leur aspect est plus ou moins esthétique selon les fabricants. C'est aussi à côté d'un banc ou d'une table... Mais une poissonnerie dans un congélateur (avec couvercle) peut suffire. Nous pouvons

les diviser en deux catégories :

### ***1.6.4.1. Composteurs "verticaux"***

Traditionnellement, les jardiniers compostaient en tas ou plaçaient les matériaux à l'intérieur d'un mur ou d'une clôture pour donner une apparence plus soignée. Bien qu'il s'agisse d'options simples et efficaces, elles ne conviennent pas à toutes les situations. Un arrangement traditionnel laisse votre compost ouvert aux parasites et aux rongeurs, ils sont très irritants et peuvent le faire à certains endroits...



**Figure I.10 :** Composteur de type « Wormsery »



**Figure I.11 :** Un autre modèle de composteur vertical

#### *I.6.4.2. Composteurs "horizontaux"*

Ils sont coupés en deux parties avec une division verticale perforée. La récupération du compost est beaucoup plus facile ici. Vous rangez vos déchets. Si vous voulez fixer le compost, vous arrêtez de nourrir ce côté et mettez de la nouvelle matière organique dans l'autre partie. Au bout d'une dizaine de jours, les vers de terre affamés ont déménagé dans une autre pièce. Récupérez le compost du premier récipient.

Ce type de composteur est placé à l'extérieur car il prend beaucoup de place au sol.



**Figure I.12 :** Composteur à deux pièces



**Figure I.13 :** Système de jardin

### I.7. Cadre réglementaire en Algérie

En Algérie, la gestion, le contrôle et l'élimination des déchets sont régis par la loi n° 01-19 du 12 décembre 2001.

En ce qui concerne les installations de compostage et la production de compost, l'Algérie n'a pas de décret spécifique à cet égard. Cependant, les usines de compostage sont considérées comme des installations de tri et elles doivent systématiquement respecter les dispositions du décret relatif à l'exploitation des installations de traitement des déchets et aux conditions d'entrée des déchets dans ces installations. Le règlement n° 06-198 du 31 mai 2006 s'applique aux établissements classés pour la protection de l'environnement :

- 2 Dhou El Kaada 1425 Le décret exécutif n° 04-410 correspondant au 14 décembre 2004 fixe les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'incorporation de ces déchets dans ces installations.
- L'06-104 du 29 Moharram 1427 correspond à la loi du 28 février 2006 sur la nomenclature des déchets.
- Décret exécutif n° 06-198 du 31 mai 2006 définit les dispositions applicables à l'Agence de classement pour la protection de l'environnement : Les activités de compostage doivent se développer Autorisé, délivré par WALI à Juridiction Territoriale (Installations de Compostage de Catégorie II Codifiées conformément à sa Nomenclature CI à l'Article 3). 2 Joumada El Oula Décret Exécutif N°07-144 N°1428 Correspondant à la Nomenclature Fixe du 19 mai 2007 des organismes classés de protection de l'environnement.

### I.8. Conclusion

Le compostage des déchets municipaux fait partie de la gestion croissante des déchets municipaux. Il s'agit d'une méthode de traitement des déchets qui peut être utilisée pour obtenir un produit principalement utilisé en agriculture comme additif organique. Les composts sont très divers, ce qui est lié à la nature des déchets compostables et à la variété des procédés de compostage. La mise en place de la collecte sélective, l'amélioration des techniques de compostage utilisées et l'attention croissante des producteurs aux questions environnementales contribuent à améliorer la qualité du compost.

En Algérie, cependant, le compostage ne représente actuellement qu'une petite partie du traitement des déchets municipaux. Le développement du compostage en Algérie nécessite une meilleure connaissance de la valeur agronomique et de la sécurité des composts.

**Partie 1 :**  
**Chapitre II : Généralités sur la  
phyto-toxicité du bio-compost**

### II.1. Introduction :

La phyto-toxicité des plantes se produit généralement chez les plantes très sensibles aux produits chimiques. Cela peut également se produire lorsque des produits chimiques sont mélangés par temps chaud ou lorsqu'un adjuvant ou un solvant est ajouté au mélange en cuve. Les plantes stressées sont également plus sujettes aux allergies que les plantes saines et bien arrosées. La phyto-toxicité peut se produire en réponse à une condition externe ou en défense contre une condition externe.

Cela nous permet de contrôler la couleur et la couleur ou la finition des produits chimiques affectant la plante. Pour se protéger, la plante elle-même libère des produits chimiques qui peuvent rendre malade un envahisseur ou un prédateur, ce que l'on appelle la photo-toxicité. Toutes les plantes n'ont pas ce double effet, mais certaines sont plus sensibles aux produits chimiques que d'autres. Par exemple, les fougères, les palmiers, le lierre et le poinsettia sont tous très sensibles aux produits chimiques. D'autres plantes ne sont sensibles qu'à certains produits chimiques.

### II.2. Indicateurs de maturité d'un bio-compost

Différents paramètres peuvent être utilisés pour déterminer la maturité du compost. Nous pouvons citer :

#### II.2.1. Indicateurs de maturité physique

La chute de température à la fin du compost est aussi un moyen de savoir si le compost est mûr. Cependant, il faut être prudent dans l'utilisation de la température comme indicateur de maturité en raison de l'inertie thermique du compost (DEVISSCHER, 1997).

#### II.2.2. Indicateurs physico-chimiques de maturité

##### □ Rapport C/N

Selon ALBERCHT (2007), le compostage réduit le rapport C/N, dont la valeur recommandée est comprise entre (10-15), le rapport C/N (carbone organique/azote organique) diminue. Ce paramètre est le plus souvent mesuré pour évaluer la maturité du compost.

### □ pH

Le pH est l'un des indicateurs chimiques les plus importants de la maturité du compost. Les valeurs de pH acides sont caractéristiques des composts immatures, tandis que les composts matures ont un pH compris entre 7 et 9 (AYUELA et al., 2006 ; ALBERCHT, 2007).

### II.2.3. Indicateurs de maturité biologique

Les tests de phyto-toxicité les plus révélateurs sont basés sur l'effet du compost sur la germination des graines de certaines plantes (cresson, orge...). Dans ces expériences, le même nombre de graines est semé dans trois pots contenant de la terre ou un mélange de terre et de sable sans compost, et trois autres pots contenant le même substrat additionné de 1 % de compost. Après germination et germination, les plantules sont dans deux groupes de pots.

### II.3. Valorisation agronomique du bio-compost :

Cependant, cet apport ne signifie pas seulement le retour correct de ce qui en a été prélevé sur la terre : d'un point de vue agricole, l'ajout de compost joue un rôle important dans le maintien d'une bonne qualité du sol pour répondre aux besoins des plantes. Avant d'examiner l'intérêt d'apporter du compost au champ, il est nécessaire de revenir sur la notion de sol évoquée précédemment et sur son élément nutritif le plus important pour les plantes :

#### II.1. La matière organique dans le sol-le concept d'humus :

Trois fractions se distinguent simplement dans le sol : solide minéral et organique, liquide (solution aqueuse du sol), gazeux dans les vides. La première fraction, que nous examinerons plus en détail (car elle est affectée par l'ajout de compost), comprend la fraction minérale solide (roches, argiles, etc.) et la fraction solide organique (la matière organique peut être définie comme du carbone-containing des matières provenant de plantes et d'animaux vivants, se composent des éléments de base (C, H, O, N) et des substances secondaires (S, P, K, Ca, Mg)). Dans le sol, cette fraction organique se divise en quatre groupes principaux :

- la matière organique vivante, végétale et animale, qui comprend toute la biomasse active,
- les déchets d'origine végétale (déchets végétaux, sécrétions) et d'origine animale (charrettes et carcasses), qui sont regroupés en matière organique fraîche,

- les substances organiques intermédiaires, également appelées produits temporaires ou substances organiques temporaires, qui sont des substances organiques formées entre la matière organique fraîche et les composés finaux : La matière humique,

- Composés organiques stabilisés : substance humique, ou humus, dont la fraction peut être extraite avec des solvants (acides fulviques et acides humiques) et la fraction qui ne peut pas être extraite avec ces solvants (humine).

La matière organique du sol est principalement nécessaire à l'activité vitale des micro-organismes et, avec le complexe argilo-humique, forme une réserve ionique importante pour la nutrition des plantes. Cependant, son rôle ne se limite pas à sa seule fonction nutritionnelle, de par sa composition, il est susceptible d'améliorer les propriétés physiques du sol.

Elle fait partie intégrante de la conservation des sols et du maintien de leur fertilité. Presque toujours, la matière organique, en particulier les minéraux argileux, liés dans des complexes avec la matière minérale forme un complexe argile-humain, et c'est précisément cette combinaison qui commence à jouer un rôle important dans la structure du sol, ses propriétés mécaniques et physiques de l'eau et des produits chimiques.

Ainsi, on peut caractériser une surface par sa CEC (capacité d'échange cationique), qui est proportionnelle à la quantité de charges électriques portées par le complexe. Plus la CEC est élevée, plus le sol peut absorber et désorber les cations et ainsi les restituer aux plantes. La CEC dépend de la nature de l'argile et de son association avec les composés humiques.

La matière organique se développe dans le sol : elle subit un cycle d'évolutions qui correspond au phénomène fondamental qui assure le recyclage des composants de la matière vivante dans le sol. La décomposition de la matière organique, qui conduit à la formation d'humus, comporte deux étapes :

1. **Stade de minéralisation** : dégradé par les microorganismes du sol en éléments minéraux simples, soit en solution, soit fixés sur des complexes argilo-humiques,

2. **Phase d'humification** : Réorganisation des éléments en composés humiques plus stables.

L'humus peut ainsi être défini comme le composé final de la dégradation de la matière

organique : c'est un composé organique stable à noyau aromatique, riche en radicaux libres, et très important d'un point de vue agronomique car il a de nombreux effets sur les sols arables et physiologie végétale :

- Réduit la consommation d'eau par unité de matière sèche en réduisant la transpiration,
- Accélère les processus de respiration et la photosynthèse indirecte,
- Agit favorablement sur le métabolisme interne de l'azote, du phosphore et des glucides,
- Stimule la formation et la croissance des racines et des pousses,
- Améliore la santé globale des plantes en augmentant la résistance des plantes à diverses

attaques. Or, le sol perd chaque année de l'humus par minéralisation : il faut donc compenser ce phénomène par un apport de matière organique. Il convient de noter que ces pertes dépendent du type de sol (teneur en argile et calcaire notamment) et du climat (humide, sec ou froid).

Les apports compensatoires de matière organique peuvent être de différentes natures : des engrais ou des amendements organiques tels que des résidus de culture, des graminées temporaires, des feuilles et des arbres ou des vignes, du fumier animal et du compost peuvent être utilisés.

### II.2. Efficacité agronomique du compostage :

L'objectif de l'amendement est d'équilibrer le bilan humique de perte et d'apport d'humus lorsque le niveau de matière organique (MO) du sol n'est pas satisfaisant, ou en excès lorsqu'il est jugé insatisfaisant et que l'agriculture souhaite se redresser. Par définition, les amendements organiques contiennent moins de 3 % d'azote : ils contribuent à maintenir ou à améliorer les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol.

Ils ne sont pas directement impliqués dans la nutrition des plantes. Ce sont :

- "**l'Amendement Calcaire**", dont le rôle est de réguler l'état ionique de la solution du sol et du complexe argilo-humique, créant ainsi un environnement propice à l'activité biologique et à la nutrition des plantes. Il s'accompagne d'amendements magnésiens, le calcium et le magnésium ont un rôle connexe et sont liés à certains amendements :

- **les "amendements humus"** comme support et nourriture pour les micro-organismes, source d'humus (colloïdes organiques du sol). Des travaux récents (LINÈRES et al., 1993 : AUDUREAU, 1992) confirment que le compost est un produit à fort pouvoir améliorant. Les amendements

appartiennent également à la famille des engrais, qui comprend également les engrais.

Contrairement aux amendements organiques, les engrais ne peuvent apporter des éléments nutritifs aux plantes que soit directement (l'engrais pénètre dans la solution du sol immédiatement ou dans l'année d'application) soit indirectement en corrigeant les stocks d'un ou plusieurs éléments du sol jugés déficitaires (fertilisation curative), Mais ils n'affectent en aucun cas la structure du sol.

Ainsi, le but de l'ajout de compost est de maintenir la structure du sol pendant les mois d'été satisfaisants.

Ce n'est pas un engrais au sens habituel : il peut contenir une trop faible teneur en nutriments (azote, phosphore) pour justifier le coût du transport et de l'épandage. Mais elle devient critique dès que les conditions agricoles conduisent à une forte « consommation » de MO.

Dans tous les cas, il s'agit d'un traitement à long terme, d'un entretien de la terre, pas d'un investissement avec un retour immédiat comme l'engrais.

### **II.3. Utilisations agricoles du compost :**

#### **a) Dans les grandes cultures :**

Le compost peut être utilisé comme engrais, mais il doit être suffisamment modifié pour ne pas créer de risque de blocage de l'azote dans le sol ou les engrais (« privation d'azote »). L'utilisation du compost est actuellement marginale en pourcentage des surfaces cultivées.

#### **b) Parmi les cultures de spécialité :**

##### **(1) horticulture commerciale, horticulture :**

C'est dans ce domaine que le compost mûr peut avoir le meilleur potentiel de vente, car il n'y a pas de restrictions de production ou de normes alimentaires. Son utilisation est particulièrement intéressante comme amendement organique du sol pour les plantations d'arbres et les nouvelles pelouses. Des essais sont en cours comme engrais d'entretien avec des activateurs biologiques.

##### **(2) Culture de Champignons :**

Ces derniers, principaux décomposeurs de la matière organique fraîche, se contentent de compost cru et mal préparé. Le processus

La production et le nettoyage peuvent traiter des produits visuellement sales. Cependant, la forte capacité des champignons à accumuler les métaux lourds est devenue un obstacle très important à l'utilisation du compost, principalement en raison de la pression écologique causée par les consommateurs et de la concurrence des producteurs d'Europe du Nord (Pays-Bas).

### **(3) Viticulture, sylviculture :**

Là, le compost est utilisé principalement pour pailler le sol - souvent nu et en pente - pour protéger le sol contre l'érosion, et aussi pour l'apport de masse aux plantations. Là aussi, les produits bruts - en termes de qualité et de granulométrie - trouveront leur utilité, et se sont longtemps retrouvés dans des zones géographiques restreintes, comme le vignoble champenois.

### **(4) Agriculture biologique :**

Les produits agricoles labellisés bio doivent répondre à un cahier des charges produit. Aucun produit chimique de synthèse n'est utilisé dans cette agriculture et le sol doit être fertilisé avec des engrais naturels. Le compost trouve ici un bon marché auprès des "agriculteurs bio". Cependant, les marchés importants représentent des quantités limitées.

### **c) Au jardin :**

La petite superficie du potager et fruitier, la relative intensification de la production, la succession des cultures dans un même nid sans période de vidange assurent une bonne structure du sol et une activité biologique durable. L'utilisation de compost dans le jardin est donc nécessaire et peut donc absorber les déchets de jardin ou même les ordures ménagères. C'est ce qu'on appelle le compostage individuel.

Le compostage correspond donc à l'application d'une technologie très avancée. Si le phénomène est essentiellement simple (activité spontanée des micro-organismes sur la matière organique), il nécessite en réalité une grande expertise, car cette réaction de base est régie par la régulation de certains paramètres (température, oxygène, humidité).

Il ne s'agit pas seulement de décomposer la matière organique (MO) disponible pour les micro-organismes, mais de la décomposer "efficacement" pour produire un produit - le compost - avec certaines propriétés inhérentes qui le rendent précieux. La mise en œuvre de ce procédé ancien dans son principe et sa finalité a été récemment "redécouverte" sous la pression de la politique anti-gaspillage et a pratiquement abouti à la mise en place de plateformes de compostage.

### II.4. Définition de la phyto-toxicité

La phyto-toxicité est définie comme un retard de la germination des graines, une inhibition de la croissance des plantes ou des effets néfastes sur les plantes, causés par certaines substances (phyto-toxines) ou conditions de croissance.

La phyto-toxicité est la propriété d'une substance qui est toxique pour les plantes. Outre les produits de l'industrie chimique, il existe des substances toxiques d'origine végétale.

De nombreuses substances différentes peuvent avoir un effet phyto-toxique, par exemple un excès d'oligo-éléments, des pesticides chimiques, des substances toxiques produites par les plantes. Ce dernier est appelé allélopathie, dans lequel les plantes libèrent des substances toxiques dans le sol qui inhibent ou même tuent les plantes voisines dans leur croissance.

### II.5. Evaluation de la phyto-toxicité de compostage

Avant d'aborder les questions de phyto-toxicité, il faut être conscient des difficultés liées à son évaluation. En fait, chaque plante a sa propre sensibilité à tel ou tel produit. Nous avons décidé de travailler avec le cresson « *Lepidium sativum* » ; les raisons de ce choix sont :

- rapidité et facilité de mise en place du test,
- sa reproductibilité,
- De nombreux auteurs (ZUCONNI et al. 1981a et b, ANID 1982, LOBO 1985, SUKMANA 1985, HARDY et SIVASITHAMPARAM 1989, DIAZ 1990) utilisent ce test pour déterminer la phyto-toxicité d'un biocompost.

D'autres auteurs, JUSTE et al. (1980), CHANYASAK et al. (1983a et b), HADAR et al. (1985) et WONG & CHU (1985) ont choisi de traiter le compost brut par rapport à la plante, mais leur technique ne répond pas aux exigences de rapidité que nous recherchons. L'expérience consiste à faire germer des graines dans des boîtes de Pétri.

Le cresson exposé à des extraits hydrosolubles des différents substrats étudiés (ANID 1982). Après 48 h d'incubation à 28 °C, l'indice de germination et l'allongement des racines sont mesurés par rapport au témoin dans de l'eau distillée, puis est calculé l'indice de germination qui est le produit des deux indices ZUCONNI et al. (1981) le suggèrent.

Ces tests sont réalisés sur des extraits secs, les premiers écarts doivent être pris en compte lorsqu'on mesure avec précision le niveau de phyto-toxicité, en effet certains produits volatils disparaissent presque totalement lors du séchage, mais on rappelle que c'est du développement. Notre concentration sur la toxicité polarisante plutôt que sur sa mesure précise.

### **II.6. Contrôler la toxicité du compost :**

Il va sans dire que le compost produit à partir des feuilles de rhubarbe peut être utilisé en toute impunité. Non seulement l'acide oxalique se décompose rapidement (la décomposition signifie qu'il est parti !), mais même s'il en reste (ce qui est peu probable, mais peut-être qu'il en reste des traces s'il n'est pas complètement mûri dans le compost), les plantes que vous compostez ne peuvent pas absorber l'acide oxalique. Il doit être décomposé en ses éléments d'origine (essentiellement de l'eau et du carbone) avant que les plantes puissent l'absorber. Ainsi, pour votre tranquillité d'esprit, les plantes exposées au compost de feuilles de rhubarbe ne deviendront pas à leur tour vénéneuses.

#### **II.6 .1 Tests de Phyto-toxicité :**

Ces tests sont destinés à mesurer l'effet d'un produit (compost, digestat, engrais...) sur le développement des plantes. APESA propose deux tests pour étudier l'effet du produit testé sur l'émergence et la croissance aérienne des plantes ou sur le développement des racines de ces plantes.

- **Tests de levée et de croissance foliaire :**

Deux plantes différentes (une monocotylédone et une dicotylédone) ont été semées à des doses différentes (minimum 3 doses) suivant un protocole adapté de la norme XP U 44-167 (2005) Le produit à tester sur le milieu témoin. Ce test compare le taux de germination et la longueur de tige obtenus à différentes doses par rapport aux valeurs sur un peuplement témoin après 3 semaines de développement en enceinte climatique en conditions contrôlées (phytotron).



**Figure II.1 :** Exemple de test d'émergence et de croissance foliaire

- **Test de croissance racinaire :**

Comme la norme NF ISO 11269-1, ce test vise à déterminer l'effet inhibiteur d'un sol, d'un support de culture ou de tout produit ajouté au substrat contaminé, sur l'élongation précoces racines des plantes terrestres. Les mesures ont été réalisées à la suite sur une monocotylédone (blé ou sorgho) et deux dicotylédones (tomate, laitue, cresson ou moutarde). Le test comparera le taux de germination et la longueur des racines obtenus sur le sol/dosage d'essai aux valeurs sur le milieu témoin après 5-7 jours de développement à 25°C dans l'obscurité.

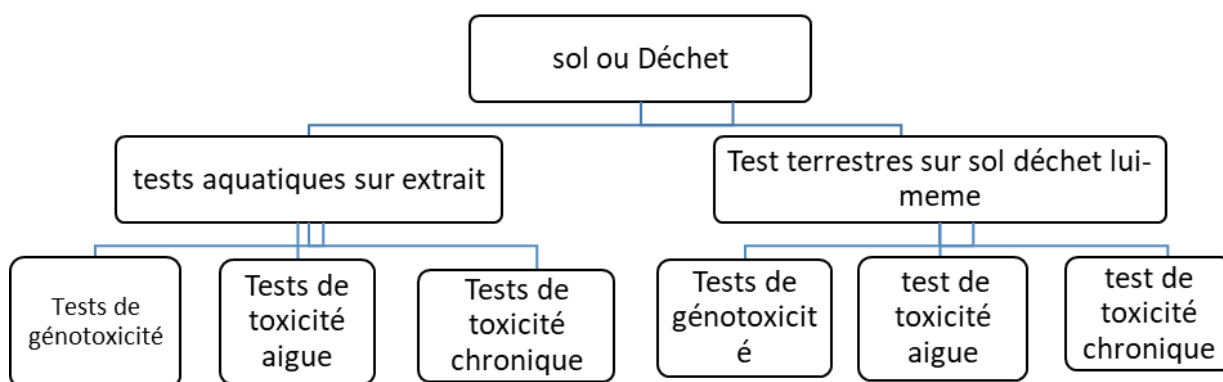


**Figure II.2 :** Exemple de test de croissance racinaire

### II.6.2. Tests d'écotoxicité :

Les composés toxiques présents dans le sol ou les déchets peuvent affecter différentes espèces présentes dans le sol.

En toute rigueur, compte tenu des différences de sensibilité entre différentes espèces, et dans certains cas de génotypes différents d'une même espèce, pour caractériser l'écotoxicité d'un sol ou d'un déchet, il est nécessaire de tester sa toxicité sur différentes espèces présentes dans les écosystèmes terrestres. Ce scénario idéal mais économiquement irréalisable peut être simplifié en utilisant une série d'essais biologiques effectués sur différentes espèces représentant différents environnements, niveaux trophiques et taxons.



**Figure II.3 :** Différentes approches possibles pour l'évaluation de l'écotoxicité des sols et des déchets au laboratoire.

Dans cette présentation, seuls les essais au sol réalisés sur le sol ou sur les déchets eux-mêmes seront abordés ; les essais d'écotoxicité aquatique des extraits font l'objet d'une autre présentation.

L'intérêt principal des bio-essais sur déchets ou sur le sol lui-même est de considérer la biodisponibilité des polluants présents dans l'échantillon par rapport aux organismes vivants, et la biodisponibilité des interactions entre substances chimiques correspondant à un effet de synergie ou d'antagonisme.

En revanche, cette méthode souffre de certaines difficultés techniques, telles que la nécessité d'utiliser des matrices diluées dont les propriétés peuvent affecter la réponse des bio-essais ou l'étude de divers types d'échantillons, tels que ceux contenant des substances volatiles ou riches en argile ou en gravier.

### II.7. Conclusion

Un bon suivi des conditions de compostage et une évaluation des niveaux de phyto-toxicité avec des tests de germination sont des garanties importantes pour obtenir un bon compost.

**Partie 1 :**

**Chapitre III : Procédés de  
compostage par Digestion  
aérobie/anaérobie**

### III.1. Introduction :

Le compostage par digestion aérobie/anaérobie est une méthode de traitement des déchets organiques qui produit un compost riche en nutriments pour le sol.

La digestion aérobie se produit en présence d'oxygène tandis que la digestion anaérobie se produit en l'absence d'oxygène. Les deux méthodes ont leurs propres avantages et inconvénients.

### III.2. La digestion anaérobie :

#### III.2.1. Définition et principe :

La fermentation anaérobie, ou bio-méthanisation, est un processus biologique naturel au cours duquel la matière organique est décomposée par des micro-organismes (bactéries) qui s'activent en conditions anaérobies, c'est-à-dire sans oxygène à l'échelle industrielle, ce procédé se déroule dans un bioréacteur fermé.

La digestion de la matière organique produit à la fois du biogaz et un résidu solide appelé digeste.

Cette valorisation de la matière organique peut donc produire de l'énergie renouvelable et du compost.

Comme le montre le schéma suivant, la digestion anaérobie implique plusieurs étapes de traitement : réception et préparation des matériaux, traitement dans le digesteur anaérobie et traitement des produits sous forme de biogaz, solide et liquide.

Le biogaz produit peut être utilisé comme source d'énergie pour le chauffage des bâtiments, la production de gaz naturel ou d'électricité.

Le résidu de fermentation peut être utilisé comme engrais sur les terres agricoles ou stabilisé en compost par compostage.

Enfin, le liquide produit lors de la transformation peut être utilisé comme engrais ou traité avant drainage.

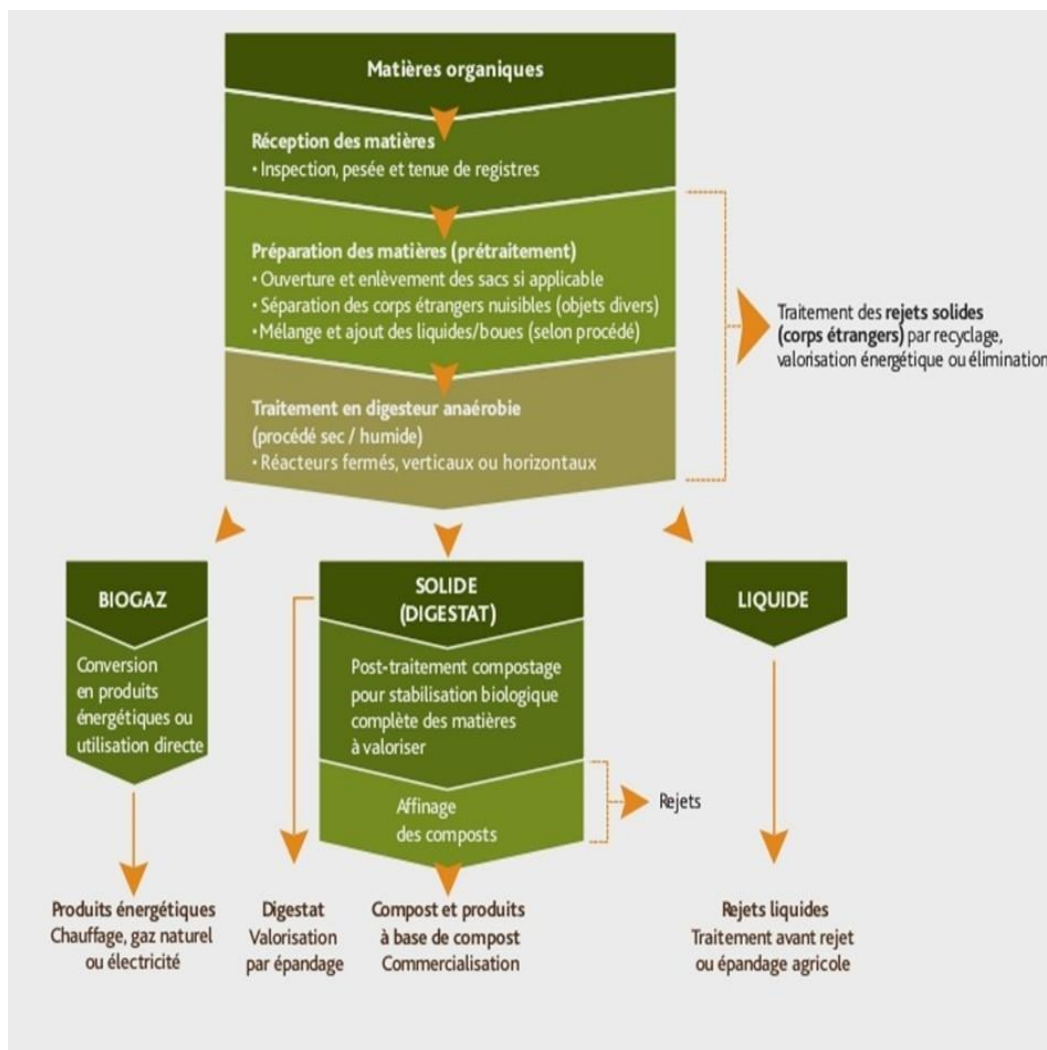


Figure III.1 : Schéma du système digestif de la matière organique.

### III.2.2. Principales caractéristiques du compostage anaérobie

Dans les pays en développement, l'assainissement (eaux usées et déchets solides) est un enjeu important pour les experts et les collectivités locales. L'objectif général de la thèse est d'évaluer la situation actuelle et de trouver des pistes de gestion des déchets solides et liquides pour protéger la population et s'orienter vers la gestion qui suit au mieux les principes du développement durable. Pour atteindre cet objectif, il s'agissait de caractériser les déchets solides urbains, notamment les déchets urbains, avec une méthode de caractérisation rapide, simple et bon marché. Les eaux usées, notamment les eaux usées non collectives dans la gestion des boues de vidange, selon une méthode sociologique qui mobilise des techniques de recherche et d'observation de terrain qui ont permis de comprendre les pratiques d'assainissement non collectif ; enfin, un essai de traitement avec digestion anaérobie (ou bio-digestion anaérobie) des déchets suivis d'un compostage (ou bio-compostage). Produits tels que le biogaz et le compost de haute qualité. Par conséquent, nous avons réalisé une étude expérimentale comparative entre la digestion anaérobie des déchets municipaux uniquement

digestibles et la bio-digestion anaérobie des déchets municipaux digestibles et des boues septiques. L'expérience a été menée dans deux réservoirs de 80 litres. La fermentation anaérobie et la bio-fermentation se sont déroulées à 25°C et en deux étapes, de sorte que la première étape dans une cuve de 80 litres arrête l'acidogénèse et la deuxième étape se déroule dans un autre fermenteur de 10 litres, qui va de l'acétogénèse à la méthanogénèse.

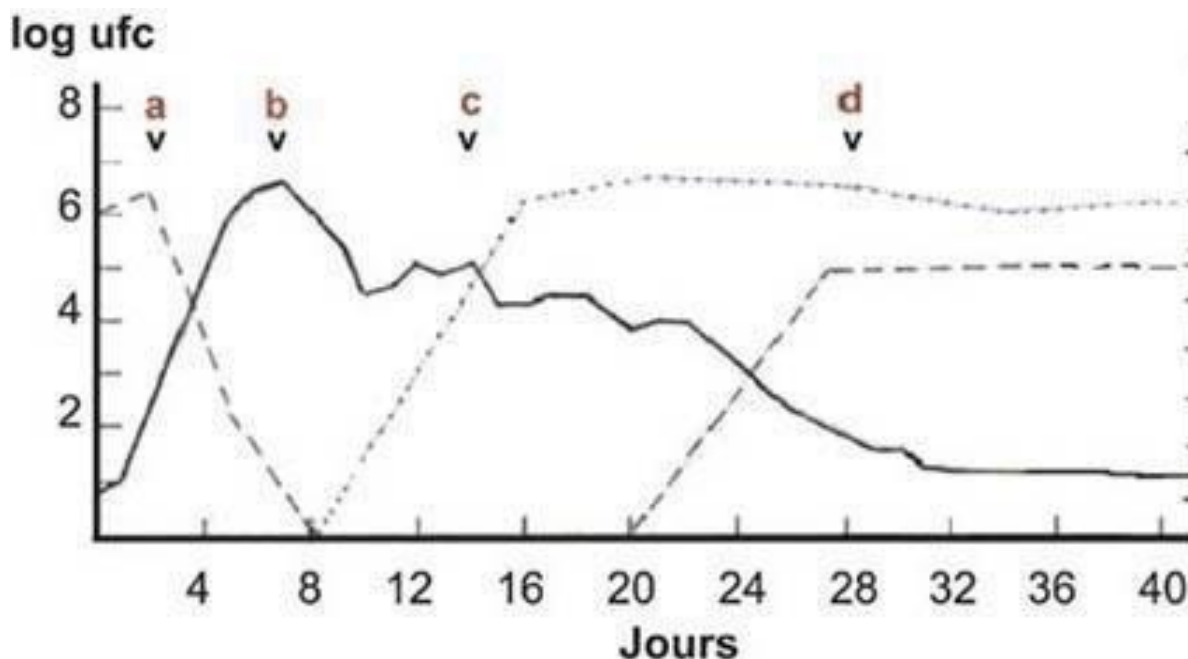
### III.3. Digestion aérobie :

#### III.3.1. Processus de compostage aérobie

Le processus de compostage aérobie commence par la formation de tas. Dans de nombreux cas, la température atteint rapidement 70-80°C les deux premiers jours. Premièrement, les organismes mésophiles (avec une température de croissance optimale de 20 à 45°C) se reproduisent en raison des sucres et des acides aminés facilement disponibles (Figure III.2). Ils produisent de la chaleur par leur métabolisme et élèvent la température à tel point que leur propre activité est entravée. Certains champignons et de nombreuses bactéries thermophiles (dont la température de croissance optimale est de 50-70°C) poursuivent alors le processus, élevant la température du compost à 65°C voire plus.

Cette augmentation de température est essentielle à la qualité du compost, car la chaleur tue les agents pathogènes et les graines de mauvaises herbes. La phase active du compostage est suivie d'une maturation au cours de laquelle la température du tas diminue progressivement. Le début de cette phase est reconnaissable lorsque le retournement ne fait plus monter la température du mélange. A ce stade, un autre groupe de champignons thermophiles apparaît, qui sont responsables d'une étape importante dans la décomposition des membranes cellulaires végétales, telles que la cellulose et l'hémicellulose. Lorsque le compost est prêt, les risques liés à l'utilisation d'un compost immature sont évités : privation d'azote (N) et manque d'oxygène, ainsi que l'effet toxique des acides organiques sur les plantes.

Enfin, la température descend jusqu'à la température ambiante. Lorsque le compost est prêt, le tas devient plus homogène et moins biologiquement actif, bien que des organismes mésophiles repeuplent le compost. La matière passe du brun foncé au noir. Les particules sont plus petites et homogènes, et la texture ressemble à celle du sol. Au cours du processus, la quantité d'humus augmente, le rapport carbone/azote (C/N) diminue, le pH devient neutre et la capacité d'échange du matériau augmente.



**Figure III.2 :** Les changements de température et les populations de champignons dans un compost à base de paille de blé.

### III.3.2. Facteurs affectant le compostage aérobie

#### III.3.2.1. Aération

Le compostage aérobie nécessite de grandes quantités d'oxygène, en particulier dans les premières étapes. L'aération est une source d'oxygène et donc un facteur important dans le compostage aérobie. Si l'apport d'oxygène n'est pas suffisant, la croissance des microorganismes aérobies est limitée, ce qui ralentit la décomposition. De plus, la ventilation réduit l'excès de chaleur et élimine la vapeur d'eau et les autres gaz accumulés. L'évacuation de la chaleur est particulièrement importante dans les climats chauds, car le risque de surchauffe et d'incendie est plus élevé. Par conséquent, une bonne ventilation est une condition préalable à un compostage efficace. Ceci peut être réalisé en contrôlant la qualité physique des matériaux (taille des particules et teneur en eau), la taille de la masse et la ventilation, et en retournant fréquemment le mélange.

#### III.3.2.2. Humidité

L'humidité est nécessaire à l'activité métabolique des micro-organismes. La teneur en eau du compost doit être comprise entre 40 et 65 %. Si le tas est trop sec, le compostage sera plus lent, tandis qu'une humidité supérieure à 65 % crée des conditions anaérobies.

En pratique, il est recommandé de commencer la masse avec une teneur en eau de 50 à 60 %, pour atteindre une teneur en humidité de 30 % à la fin du processus.

### III.3.3.3. Nutriments

Les micro-organismes ont besoin de C, de N, de phosphore (P) et de potassium (K) comme nutriments de base. Le rapport C/N est un facteur particulièrement important.

Le rapport C/N optimal se situe entre 25 et 30, bien que des rapports entre 20 et 40 soient également acceptables. Si C/N est supérieur à 40, la croissance des micro-organismes est limitée et signifie un temps de compostage plus long.

Un rapport C/N inférieur à 20 conduit à une utilisation insuffisante de l'azote, et l'excès d'azote peut alors être perdu dans l'atmosphère sous forme d'ammoniac ou d'oxyde nitreux, et l'odeur peut devenir un problème.

Le rapport C/N final doit être compris entre 10/1 et 15/1.

### III.3.3.4. Température

Le processus de compostage utilise deux températures : mésophile et thermophile. La température idéale dans les premières étapes du compostage est de 20 à 45°C, mais plus tard, lorsque les organismes thermophiles ont pris le relais des étapes ultérieures, 50 à 70°C est idéale.

Les températures élevées caractérisent les processus de compostage aérobie et sont des indicateurs d'une activité microbienne importante.

Les agents pathogènes sont généralement détruits au-dessus de 55°C, tandis que le point critique pour tuer les graines de mauvaises herbes est de 62°C. Vous pouvez utiliser la rotation et le ventilateur pour régler la température.

Bien que l'effet tampon naturel du compostage permette l'utilisation de substances dans une large gamme de pH, il ne doit pas être supérieur à 8. À un pH plus élevé, plus d'ammoniac est produit et il y a un risque de perte dans l'atmosphère.

### III.3.3.5. Teneur en lignine

La lignine est l'un des principaux composants des parois cellulaires végétales et sa structure chimique complexe la rend très résistante à la dégradation microbienne (Richard, 1996). La nature de la lignine a deux significations.

Premièrement, la lignine réduit la biodisponibilité des autres parois cellulaires, ce qui entraîne un rapport C/N réel (le rapport du carbone biodégradable à N) qui est inférieur à ce qui est souvent rapporté.

Deuxièmement, la lignine agit comme un améliorant de porosité, ce qui crée des conditions

favorables au compostage aérobie. Ainsi, alors que l'ajout de champignons dégradant l'aligine peut dans certains cas augmenter le carbone disponible, accélérer le compostage et réduire la perte de N, dans d'autres cas, il est susceptible d'entraîner un rapport C/N réel plus élevé et une mauvaise porosité, deux facteurs qui augmentent. Moment du compostage.

### **III.3.3.6. Polyphénols**

Les polyphénols comprennent les tanins hydrolysables et condensés (Schorth, 2003). Les tanins insolubles condensés lient les parois cellulaires et les protéines et les rendent moins accessibles aux dégradeurs physiques et chimiques.

Les tanins solubles condensés et hydrolysables réagissent avec les protéines et réduisent leur dégradation microbienne et donc l'émission d'azote. Les polyphénols et la lignine attirent de plus en plus l'attention en tant que facteurs inhibiteurs.

Palm et al. (2001) ont suggéré que les niveaux de ces deux substances devraient être utilisés dans la classification de la matière organique pour mieux utiliser les ressources naturelles de la ferme, y compris le compostage.

### **III.3.3. Principales caractéristiques du compostage aérobie**

**TABLEAU.III.1** : Principales caractéristiques des techniques de compostage aérobie à petite échelle

méthode	caractéristique principales					Date
	Réduction de la taille du substrat	Intervalle entre les retournements (jours)	Apport d'un surplus d'aération	Inoculation microbienne	Amélioration de la nutrition microbienne	
Fosses Indore		+15, +30, +60		Inoculum des anciennes fosses		4 mois
Tas indore	Hachage	+42, +84				4 mois
fosse chinoise		+30, +60, +75			Superphosphate	3 mois
Compost chinois à haute température	Hachage	+15	Trous d'aération dans le tas grâce à des tiges de bambous tiges de maïs		Superphosphate	2 mois

### Chapitre III : Procédés de compostage par digestion aérobie/anaérobie

Compostage à la ferme en équareur		+21	Treillage de branche morte/ batons à la base de tas			2-3 mois en été, 5-6 mois en hiver
Compostage rapide berkley	Broyage	Retournement quotidien ou un jour sur deux				2 semaines avec retournement un jour sur deux
Compostage à chaud de l'université de l'étude du nord dakota	Hachage	+3 ou +4	4 - 5 trous au centre de tas		0,12 Kg N Pour 90 cm de matière sèche	4-6 semaines
Compostage rapide basé sur les microorganismes efficaces	Hachage	+14, +24	4 - 5 trous au centre de tas			4-5 semaines
Compostage rapide de l'IBS		+7, +14, et ensuite chaque deux semaines	Plate-forme surélevée/ tiges de bambous perforées	Trichoderma sp		4-5 semaines

### III.3.4. Techniques pour un compostage aérobie efficace

La simple répétition des pratiques de compostage ne produit pas toujours les meilleurs résultats. En fait, le compostage a lieu dans différentes régions, dans différentes conditions climatiques et utilise différents matériaux aux propriétés physiques, chimiques et biologiques différentes. Comprendre les principes, les options techniques et leurs applications peut être utile pour créer l'environnement optimal pour votre tas de compost.

#### III.3.4.1. Aération améliorée

Pour obtenir un produit final homogène, la masse entière doit recevoir suffisamment d'oxygène pour permettre aux micro-organismes aérobies de se développer uniformément. Les méthodes décrites ci-dessous ont été utilisées pour les méthodes présentées dans cette publication.

#### III.3.4.2. Taille du tas et porosité du compost

La taille du tas est importante, ce qui est discuté dans les sections sur le compostage passif des coûts du fumier et la rotation des tas. Si la pile ou la pile est trop grande, des zones anaérobies peuvent se former près du centre, ralentissant le processus dans ces zones. En revanche, les piquets ou tas trop petits perdent rapidement leur chaleur et n'atteignent pas une température suffisamment élevée pour que l'eau s'évapore et tue les agents pathogènes et les graines de mauvaises herbes.

Des paramètres tels que certaines propriétés physiques du compost (porosité) et la méthode de formation des tas doivent être pris en compte lors de la détermination de la taille optimale des tas et des balayages. Les matériaux plus poreux créent des tas plus gros, mais il ne faut pas placer de poids lourds sur le tas et les matériaux doivent être aussi lâches que possible.

Le climat doit également être pris en compte. Les grands tas conviennent aux climats froids pour minimiser les pertes de chaleur. Cependant, dans les climats chauds, ces tas peuvent surchauffer et dans certains cas extrêmes (75°C et plus) même s'enflammer.

#### III.3.4.3. Climatiseur

L'option de ventilation complète les efforts d'optimisation de la taille des masses. Il existe plusieurs types de méthodes de ventilation. Le plus simple est de faire un tas de trous à plusieurs endroits.

Dans la méthode de compostage à haute température de la Chine, les tiges de bambou sont empilées et retirées un jour plus tard, laissant des trous d'air. L'aération est améliorée en apportant plus d'air au bas de la cheminée, où le manque d'oxygène est courant.

En plus des sections verticales de bambou mentionnées ci-dessus, le compostage dans une ferme équatorienne utilise une grille de branches mortes au fond pour garder la surface du tas exposée à l'air. De cette manière, le temps de compostage est raccourci de deux à trois mois en saison chaude.

La méthode de compostage rapide développée par l'Institut philippin des sciences biologiques (IBS) utilise également cette technique, où le substrat doit être à 30 cm au-dessus du sol.

La méthode de cheminée à aération passive utilise une méthode plus complexe qui nécessite d'enterrer des tuyaux perforés dans une cheminée. Grâce à l'ouverture à l'extrémité des tubes, un flux d'air apparaît et ainsi de l'oxygène est constamment fourni à la pile.

Le système d'aération utilisant la méthode d'aération statique va encore plus loin, car le ventilateur crée un flux d'air qui crée une cavité dans la cheminée (aspiration) et amène ainsi de l'air frais de l'extérieur.

### III.3.4.4. Retournement

Une fois qu'un tas s'est formé et que la décomposition a commencé, le retournement est la seule technique pour améliorer l'aération. Comme on peut le voir dans le tableau (III.1), la fréquence de retournement est déterminante pour la durée du compostage. La méthode de Bangalore en Inde nécessite six à huit mois pour mûrir, la méthode Coimbatore en Inde ne prend que quatre mois en un tour, et la méthode rurale chinoise en fosses (piles à triple tour) prend trois mois.

Un exemple extrême est la méthode de compostage rapide de Berkley, où vous tournez tous les jours pour avoir un produit prêt en deux semaines. Dans certains cas, le retournement distribue non seulement l'air dans tout le tas, mais aide à prévenir la surchauffe en tuant les micro-organismes dans le tas et en arrêtant la décomposition. Cependant, tourner trop souvent peut faire baisser la température.

### III.3.4.5. Inoculation

Bien qu'une aération améliorée puisse être suffisante pour augmenter l'activité microbienne, l'inoculation de micro-organismes peut parfois être nécessaire. Les micro-organismes dans le compostage sont principalement des champignons, tels que *Trichoderma sp.* et *Pleurotus sp.* (Compostage du cœur de noix de coco et compostage des mauvaises herbes). Cette publication s'applique également aux "micro-organismes efficaces".

Les inoculums sont économiquement avantageux pour les agriculteurs ayant accès au marché et très peu de ressources.

Les coûts de production peuvent être réduits en prenant les inoculums usés des fosses à compost, en achetant un produit commercial et en l'ajoutant au niveau de la ferme et en utilisant des inoculums naturels à partir du sol et des feuilles des plantes.

### **III.1.1. Apport nutritionnel supplémentaire**

Les techniques ci-dessus doivent souvent être combinées avec un apport nutritionnel. L'une des pratiques les plus courantes consiste à ajouter des engrais minéraux, en particulier de l'azote, pour réduire le rapport C/N élevé.

De même, le phosphate est parfois utilisé car le rapport C/P du mélange est également un facteur important (le rapport doit être compris entre 75 et 150).

Lorsque les micro-organismes sont inoculés, ils ont besoin de sucres et d'acides aminés pour stimuler leurs premières activités, c'est pourquoi la mélasse est souvent ajoutée à cette fin.

#### **III.1.1.1. Déchiquetage / hachage / broyage**

La réduction de la taille ou le concassage/broyage des matériaux est une technique largement utilisée qui augmente la surface disponible pour le fonctionnement des micro-organismes et permet une meilleure aération. Cette technique est particulièrement efficace et nécessaire pour les matériaux durs comme le bois.

#### **III.1.1.2. Autres mesures**

L'ajout de chaux est également introduit dans cette publication. On pense que la chaux affaiblit la structure ligneuse des plantes et augmente les populations microbiennes. Dans certains cas, cependant, le chaulage n'est pas recommandé car la masse peut devenir trop alcaline, entraînant une perte d'azote importante.

### III.4. Comparaison entre compostage digestion aérobie et anaérobie

#### □ Avantages

- Le compostage par digestion aérobie/anaérobie réduit le volume de déchets organiques, réduisant ainsi la quantité de déchets envoyés à la décharge.
- De plus, le compost qui en résulte est un amendement organique naturel qui peut remplacer les engrais chimiques, améliorer la qualité du sol et réduire l'utilisation de produits chimiques nocifs.
- Étant donné que la digestion aérobie se produit beaucoup plus rapidement que la digestion anaérobie, le coût en capital de la digestion aérobie est inférieur.
- Le processus est généralement effectué à température ambiante, et le processus est beaucoup plus complexe et plus facile à gérer que la digestion anaérobie.

#### □ Inconvénients

- Le compostage aérobie/anaérobie nécessite un contrôle strict de la température et de l'humidité pour être efficace, ce qui peut être difficile à maintenir dans certaines conditions météorologiques.
- De plus, le processus de compostage peut prendre des semaines, voire des mois, ce qui peut être un inconvénient pour les entreprises qui doivent éliminer rapidement les déchets organiques.
- La digestion aérobie est généralement beaucoup plus coûteuse à exécuter que la digestion anaérobie car les ventilateurs, les pompes et les moteurs nécessaires pour ajouter de l'oxygène au processus consomment de l'énergie. Cependant, les avancées technologiques récentes incluent des systèmes de filtration aérés non électriques qui utilisent un flux d'air naturel au lieu de machines électriques pour l'aération.
- L'énergie résiduelle des boues digérées est relativement faible bien qu'elles puissent être séchées et incinérées pour générer de la chaleur, le rendement énergétique est bien inférieur à celui généré par la digestion anaérobie.

### III.5. Conclusion :

Le compostage par digestion aérobie/anaérobie est une méthode efficace et naturelle d'élimination des déchets organiques, produisant un compost de haute qualité pour le sol. Bien que cette méthode présente certains inconvénients, ses avantages en matière de réduction des déchets et d'amélioration de la qualité des sols en font une option intéressante pour les entreprises et les particuliers.

**Partie pratique**  
**Chapitre IV :**  
**Matériels et méthodes**

### IV.1. Introduction :

La maturation de notre biocompost a duré 21 jours. À la fin du processus de compostage, nous avons effectué une analyse chimique et physique, qui comprend la mesure et l'interprétation de la teneur en eau spécifique, de l'humidité, du rapport c/n, de l'azote, de la conductivité, de la température et enfin du pH de l'eau et de la teneur en carbone.

### IV.2. Protocole expérimental :

Nous mettons dans un bac, 6,8kg de sol de jardin et 830g déchets ménagers (lesrestes) nous laissons sécher, pendant 3 semaines, après quoi nous réalisons des analyses physico-chimiques des paramètres suivants : PH, température, oxygène, teneur en matière sèche, humidité/teneur en eau, matière organique, carbone organique total et azote total. Phosphore total, le dénombrement de la flore mésophile aérobie).

La composition de notre biocompost est la suivante :

**-Les déchets de cuisine :** épluchures, légumes et fruits abîmés (crus ou cuits), coquilles d'œuf ou d'huître broyées en poudre, thé, marc de café. Et en petite quantité : restes de repas d'origine végétale (pâtes, riz, purée...) sans sauce, pain sec bien émiétté.

**-Les déchets de jardin :** mauvaises herbes sans graines, petites branches, brindilles, paille, feuilles mortes, fleurs et plantes fanées, litières de rongeurs herbivores (lapin, hamster).

**-Et en petite quantité :** tontes de gazon, tailles de haie.

**-Autres déchets :** sachets de thé, filtres à café, serviettes en papier, essuie-tout.

**-Déchets à ne pas composter :** restes de viande, de poisson ou de crustacés, produits laitiers, litières d'animaux carnivores et excréments, graisses, sciures et copeaux, vieux terreau, ail et oignons.

On a testé la phyto-toxicité en mettant les graines à germer pendant deux semaines, puis on les range selon leur longueur.



**Figure IV.1** : Biocompost sec avant maturité

### **IV.3. Caractérisation physico-chimique du compost :**

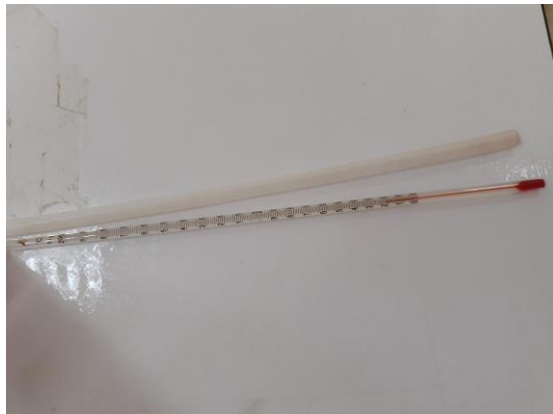
#### **IV.3.1. Température**

- **Echantillons analysés :**

Nous mesurons la température du sol cultivé et la température des échantillons lors du calculée du PH et de la conductivité.

- **Protocole :**

Nous mesurons la température de sol cultivé en surface, mi-fond et au fond. Le processus est répété tous les deux jours pendant la période de croissance des plantes.



**Figure IV.2** : Thermomètre à mercure utilisé pour la mesure de la température du biocompost

### IV.3.2. pH

- **Echantillons analysé :**

Nous mesurons le pH dans chacun des échantillons suivants :

- Extrait de bio-compostage
- Bio-compostage avec eaux usées ou la boue

- **Protocole :**

Pour connaître le pH du compostage, on prélève un échantillon de 10g de compost avec 100ml d'eau distillée, puis on les met sur le dessus de l'agitateur, et après cela on les filtre sur un papier filtre, et à la fin nous préparons le pH-mètre et mesurons.



**Figure IV.3 :** Ruban de test du pH

### IV.3.3. Conductivité

- **Echantillon analysé :**

Nous mesurons la conductivité dans chacun des échantillons suivants :

- Extrait de bio-compostage
- Bio-compostage avec eaux usées ou boue

- **Protocole :**

Pour connaître la conductivité, nous faisons les mêmes étapes que nous avons faites pour mesurer le pH, mais ici nous utilisons un conductimètre et à partir du même appareil nous mesurons également la température des échantillons.



**Figure IV.4 :** Conductimètre de pailleasse

#### IV.3.4. Teneur en eau/ Humidité

- **Echantillons analysés :**

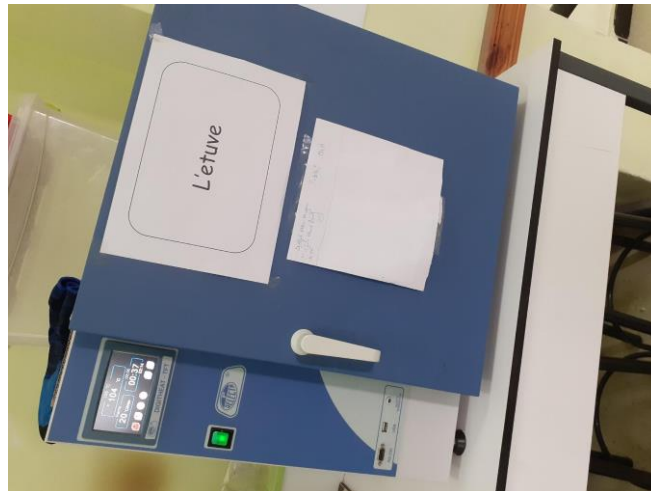
Afin de connaître la teneur en eau/ Humidité nous avons besoin de connaître pourcentage de matière sèche.

- **Protocole :**

On met dans un petit récipient un échantillon du compost à analyse sur une balance pour mesure sa masse, puis on le met dans l'étuve à une température de 105° pendant 2 heures jusqu'à stabilisation de la masse de la matière sèche et on mesure sa masse finale.

La teneur en eau / Humidité est calculée selon la formule suivante :

$$H = 100\% - MS(\%)$$



**Figure IV.5 :** Etuve utilisée pour la détermination de matière sèche



**Figure IV.6 :** Echantillons du biocompost

### IV.3.5. Matière sèche

- **Protocole :**

Immédiatement après l'échantillonnage, l'échantillon à mesurer est prélevé sur l'engrais avec une masse connue (M1). Il est sèche selon les paramètres, et enfin nous le mesurons pour connaître la masse finale (M2).

La matière sèche est calculée selon la formule suivant :

$$MS(\%) = (M2 - M1) * 100$$

### IV.3.6. Carbone organique totale :

- **Echantillons analyse :**

Pour connaître le pourcentage de carbone organique total il faut calculer le

- **Protocole :**

On a pris un échantillon de 1g de compost et on l'a mis dans les creusets (on a pesé le creuset vide (Cv), et on l'a pesé quand on a ajouté le compost P1) et on a mis les échantillons au four à une température de 550°C pendant 5h, puis quand nous les avons sortis du four nous nous les avons pesé P2. Enfin, nous avons calculé le pourcentage de matière organique par la formule suivante :

$$\text{MO}(\%) = ((\text{P2}-\text{Cv}) / (\text{P1}-\text{Cv})) * \text{MSa} * 100$$



**Figure IV.7 :** Four à moufles pour la détermination de la matière organique



**Figure IV.8 :** Echantillon après gravure

Lors de la recherche du pourcentage de matière organique, nous calculons le pourcentage de carbone organique total avec la formule suivante :

$$\text{COT}\% = \text{MO}\% / 1.72$$

### IV.3.7. Azote Kjeldahl



**Figure IV.9 :** Echantillon 1g pour le dosage de l'azote

- **Protocole**

### 1-Minéralisation

Transférer une masse connue d'échantillon séché à l'air (1g) dans le réacteur de minéralisation. Ajouter 10ml d'acide sulfurique et agiter jusqu'à ce que la solution d'acidesoit bien mélangée au sol. Laisser reposer 15 minutes. Ajouter 1g de thiosulfate de sodium penta hydraté et bien mélangée et laisser reposer 15 minutes. Ajouter 1g du catalyseur de minéralisation et chauffer le mélange réactionnel jusqu'à ce qu'il devienne clair. Pour cela porter doucement à ébullition le mélange pendant 3 heures à 400°C.



**Figure IV.10** : Minéralisateur

### 2- Distillation

Lorsque la minéralisation est terminée, laisser refroidir le réacteur et ajouter lentement 200ml d'eau déminéralisée. Ajouter 50 ml d'hydroxyde de sodium et laisser couler doucement dans le réacteur de minéralisation.



**Figure IV.11** : Avant distillation

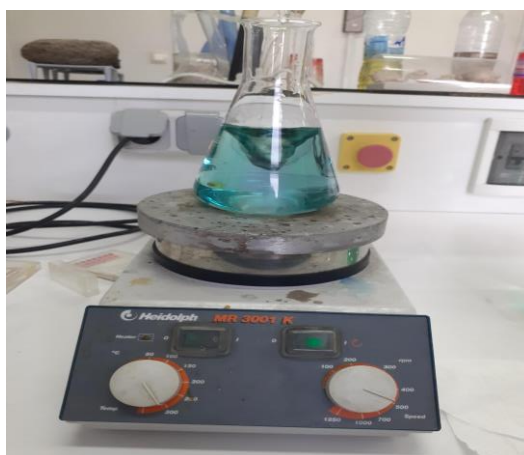
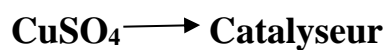
Ajouter 50ml d'acide borique et quelques gouttes d'indicateur coloré dans une fiole de 200ml et placer celle-ci en sortie du condenseur, de manière à ce que son extrémité plonge dans la solution pendant 3 minutes.



**Figure IV.12 :** Après distillation

### 3- Titration

Titrer le distillat avec l'acide sulfurique 0.02 M, jusqu'à virage à la couleur initiale.



**Figure IV.13 :** Titration

## IV.4. Caractéristiques physico-chimiques de l'eau usée

Tableau IV.1 : Eaux usées\_STEP\_RA1K

	Avril_2023		Mai_2023	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
pH	7,43	0,16	7,59	0,12
Conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	1753,72	281,85	1634,44	69,29
TA (mg/l de $\text{CaCO}_3$ )	0,50	0,00	0,50	0,00
TAC (mg/l de $\text{CaCO}_3$ )	87,17	12,83	130,44	27,28
TH (mg/l de $\text{CaCO}_3$ )	242,30	42,23	202,22	28,04
$\text{Ca}^{2+}$ (mg/l)	154,80	31,93	120,00	15,75
$\text{Mg}^{2+}$ (mg/l)	87,50	27,78	82,22	24,52
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	566,37	147,57	464,56	108,04
$\text{PO}_4^{3-}$ (mg/l)	1,44	1,07	1,39	0,52
DCO (mg/l)	6,87	14,53	3,69	0,81
Hydrocarbures totaux (g/l)	0,15	0,27	0,10	0,09
$\text{DBO}_5$ (mg/l)	2,17	1,52	2,65	2,05
Température ( $^{\circ}\text{C}$ )	28,63	3,15	30,04	2,58

## IV.5. Caractéristiques physico-chimiques de la boue

**Tableau IV.2 :** Boues\_STEP\_RA1K

	Février_2023	Mar_2023	Avril_2023
AZOTE %	57,87	19,32	20,53
PHOSPHORE %	0,01	0,01	0,00
COT%	0,40	0,60	0,43
PH	7,11	7,10	7,15
CONDUCTIVITE μS/cm	584,00	606,00	586,00
TENEUR EN MS %	43,80	42,80	41,95
TENEUR EN CENDRE %	56,16	53,40	63,19

## IV.6. Test de phyto-toxicité

### ● Echantillon analyse

Nous avons fait un test de phyto-toxicité comparant les plantes qui poussent dans :

- Compost contaminé avec de la boue
- Compost contaminé avec de l'eau usée

### ● Protocole

A titre de comparaison, nous prélevons à chaque fois 500g d'échantillon de bio-compost. Nous mettons la boue et l'eau usée dans plusieurs cas (bio-compost pure, 50% boue 50% bio-compost, 25% boue/75% bio-compost, 75% boue/25% bio-compost), (bio-compost pure, 50% eau usée/50% bio-compost, 25% eau usée 75% bio-compost, 75% eau usée/25% bio-compost) et on prend 100g de chaque caisse et planter graines de cresson et 100g de graines de laitue.

Et puis tous les deux jours nous mesurons la température jusqu'au bout d'une semaine nous commençons à mesurer la longueur des plantes.



**Figure IV.14 :** Biocompost contaminé avec eau usée et la boue

**Partie pratique**  
**Chapitre V:**  
**Résultats et discussion**

### V.1. Introduction

Le compostage est l'une des méthodes les plus importantes pour recycler la partie organique et un maillon important dans la chaîne de recyclage des déchets, qui permet non seulement la réduction de la partie organique, mais aussi la production d'engrais naturel comme alternative aux engrais chimiques.

C'est pourquoi nous avons fait des recherches sur la fertilisation, les étapes de formation du compost et le pourcentage de phytotoxicité qu'il contient pour favoriser l'utilisation du champ et soutenir les opérateurs indépendants de projets similaires.

### V.2. Résultats des analyses physico-chimiques du bio-compost :

Le tableau (V.1) représente les mesures moyennes et écarts-types calculés à partir de 3 essais de mesure des paramètres physiques et chimiques du bio-compost.

**Tableau V.1 :** Caractéristiques physico-chimiques du bio-compost

Paramètre	Essai1	Essai2	Essai 3	Mesure finale
<b>pH</b>	7	6	7	6,67±0,58
<b>Conductivité</b> (µs/cm)	157	214	289	251,50±53,03
<b>Température</b> °C	22,8	20,8	20,2	21,27±1,36
<b>Matière organique (%)</b>	49,88	42,18	53,69	48,58±5,86
<b>Carbone organique total (%)</b>	29	24,52	31,21	28,24±3,41
<b>Teneur en eau (Humidité) %</b>	93,1	94,3	94	93,80±0,62
<b>Matière sèche (%)</b>	6,9	5,7	6	6,20±0,62

### V.3. Evolution des paramètres physico-chimiques des extraits du bio-compost contaminée avec l'eau usée ou la boue :

#### V.3.1. Le pH

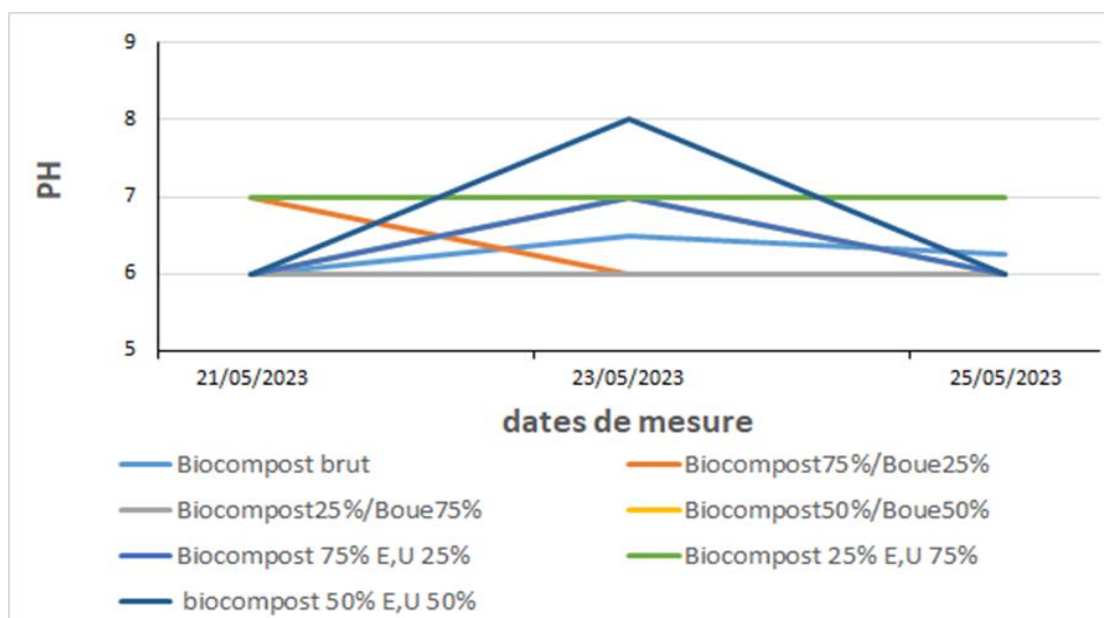
- Nous avons mesuré le pH dans bio-compost avec eau usée et la boue. Le tableau (V.2) représente l'évolution de mesure finale de pH.

**Tableau V.2 :** Résultat de la mesure du pH

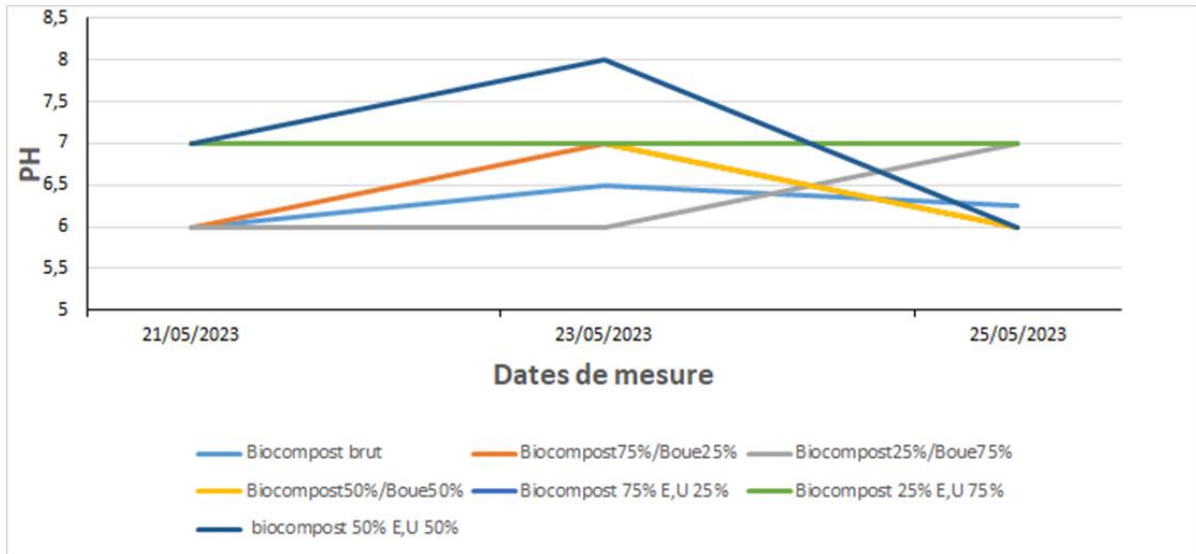
	Mesure finale (E, U)	Mesure finale (Boue)
<b>pH</b>	7±1,41	7,5±0,71

Nous remarquons que les mesures finales (les moyennes et Ecart-type) que les pH de boue et du compost est supérieure à celle des eaux usées et du compost. Dans Ecart-type c'est l'inverse.

- Nous avons également mesuré le pH du biocompost contaminé par différentes proportions de boue et eaux usées utilisés pour la germination des graines de laitue et de cresson. Les figures (V.1 et V.2) représentent les mesures moyennes de pH.



**Figure V.1 :** Courbe de mesure du pH des biocomposts pour la laitue



**Figure V.2 :** Courbe de mesure du pH des biocomposts pour le cresson

Nous remarquons que :

- Biocompost50 %/EAU USÉE50 % Du 21 au 23/05/2023 augmente jusqu'à atteindre un pic de pH = 8, puis diminue du 23 à 25/05/2023 jusqu'à atteindre un pH =6 pour les deux courbes ;
- Biocompost25 %/Boue 75%. Dans la Courbe des graines de cresson elle est constante du jour 21 au jour 23/05/2023 à un pH = 6 puis elle augmente du 23 au 25/05/2023 jusqu'à atteindre un pH =7; quant à la courbe de graines de laitue elle est constant pH =6;
- Biocompost brut = Dans la courbe de graines de cresson il augmente de 21 à 23/05/2023 de pH= 6 à pH = 6,5 puis il commence à décroître jusqu'à atteindre pH = 6;
- Biocompost75%/Eau usée 25 %: Dans notre Courbe des graines de laitue du jour 21 au 23/05/2023, le pH augmente il c'est - à - dire de pH = 6 à pH = 7 puis il commence à décroître de pH = 7 à pH= 6 c'est-à-dire que son pic est de pH=7;
- Biocompost 25%/Boue 75%: Dans la courbe des graines de laitue le pH est constant soit pH =6. Dans la courbe des graines de cresson il est constant du 21 au 23/05/2023 (pH = 6) puis il se neutralise vers pH=7;
- Biocompost75%/Boue 25 %: Dans la courbe des graines de laitue les pH diminuent du 21/05/2023 pH= 7 jusqu'à ce qu'elles atteignent le 23/05/2023 pH = 6;

- Biocompost 50%/Boue 50 %: Dans la courbe des graines de Cresson du jour 23/05/2023 (pH = 7) au 25/05/2023 (pH = 6);
- Biocompost 25%/Eau usée 75% constant dans chacun d'eux, soit pH=7

### V.3.2. Variation de la conductivité

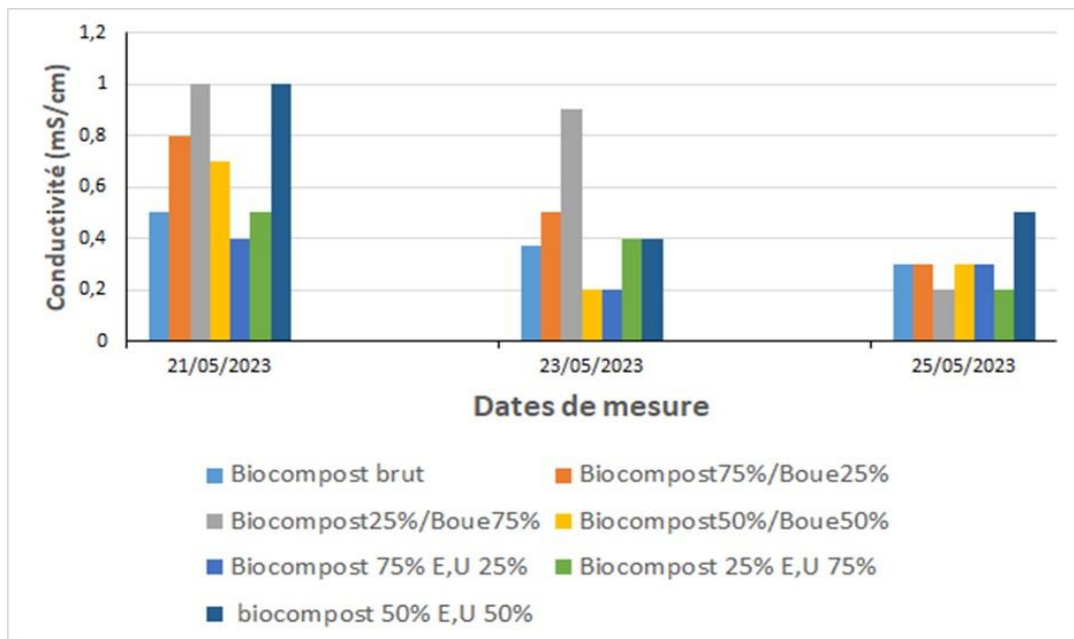
Nous avons mesuré la conductivité dans bio-compost avec eau usée et la boue. Le tableau(V.3) représente l'évolution de mesure finale de conductivité.

**Tableau V.3** : Résultats de la mesure pour la variable de conductivité

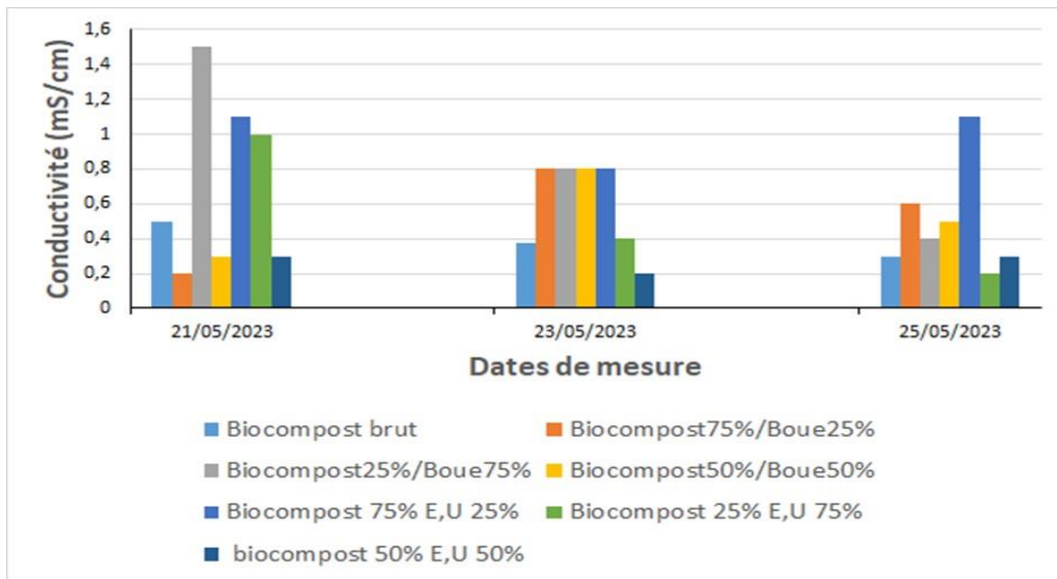
	Mesure finale (Eau usée)	Mesure finale (Boue)
Conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	359,5±34,69	365±19,79

Nous remarquons que les mesures finales. La conductivité moyenne des boues est comparable à celle des eaux usées.

Nous avons également tracé l'historique de la figure suivante qui représente les mesures des valeurs de conductivité pour les biocomposts utilisés pour la germination de la laitue et du cresson (Figure V.3, V.4) :



**Figure V.3** : Histogramme de la conductivité des graines de cresson



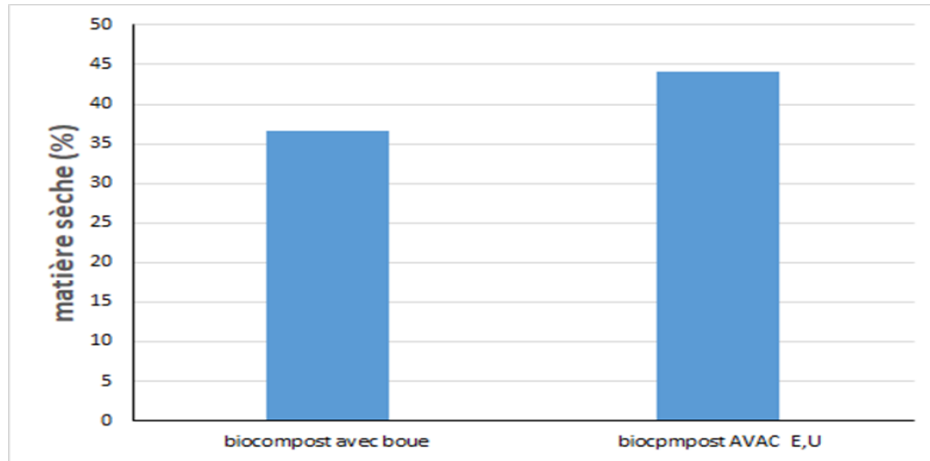
**Figure V.4 :** Histogramme de la conductivité des graines de laitue

On note d'après les graphiques :

- Biocompost brut : À 0,5mS/cm, et commence à diminuer jusqu'à atteindre une valeur de 0,3 mS/cm.
- Biocompost25%/Boue75%: Dans la courbe de graines du cresson il est à la valeur de 1ms/cm puis il commence à diminuer jusqu'à atteindre 0,2 mS/cm mais dans la courbe des graines de laitue il est à 1,5mS/cm diminuant à 0,4mS/cm dans les deux courbe il diminue.
- Bio-compost 50%/Eau Usée50%: Dans les deux courbes il augmente commence à diminuer puis commence à augmenter progressivement la période.
- Biocompost75%/EAU USÉE25%: Déséquilibre c'est-à-dire décroissant puis croissant instable dans toutes les courbes.
- Biocompost75%/Boue25%: Dans la courbe des graines de cresson elle est croissant commençant à décroître progressivement jusqu'à atteint 0.3ms/cm quant à la courbe des graines de laitue elle est contradictoire le 21/05 puis augmente le 23/05/2023 puis décroît le 25/05/2023.
- Biocompost50%/Boue50%: Dans la courbe des graines de cresson elle est dans une valeur de 0.8ms/cm c'est-à-dire qu'elle augmente elle commence à diminuer jusqu'à 0,2ms/cm puis elle augmente d'un petit pourcentage de 0,3ms/cm quant à la courbe des graines de laitue elle est contradictoire puis elle augmente et c'est-à-dire une à diminuer c'est-à-dire relation inverse entre eux.
- Biocompost25%/Eau usée75%: Dans les deux courbes il augmente puis diminue progressivement.

### V.3.3. Matière sèche (MS) :

Nous avons déterminé le pourcentage moyen de matière sèche dans les deux composts contaminés avec les eaux usées et la boue de STEP.

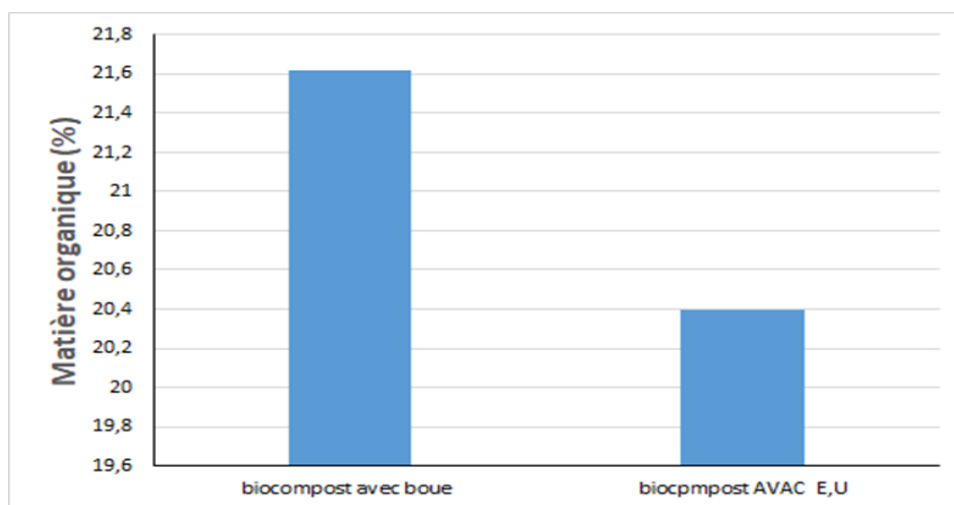


**Figure V.5 :** Histogramme le pourcentage de moyenne de la MS

Nous remarquons que la matière sèche dans les deux cas est élevée, mais dans le compost et les eaux usées il est légèrement supérieur à celui du compost et des boues.

### V.3.4. Matière organique (MO):

Nous avons déterminé le pourcentage moyen de la matière organique dans les deux composts contaminés avec les eaux usées et la boue de STEP.

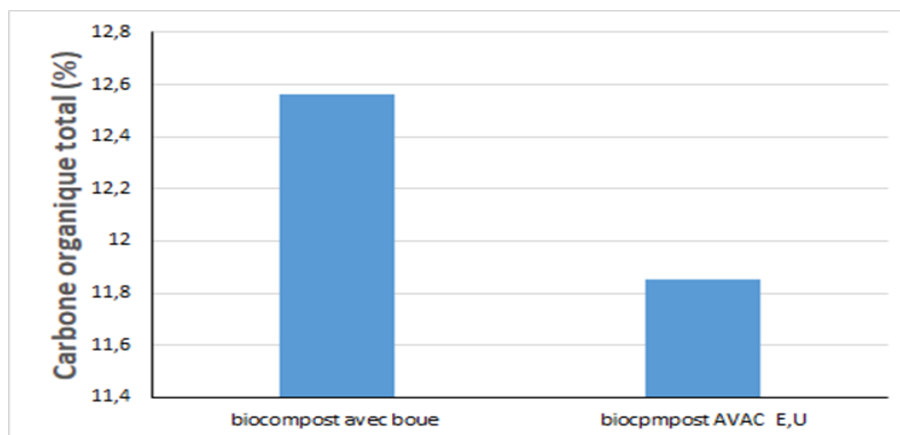


**Figure V.6 :** histogramme le pourcentage de moyenne de la MO

On constate que la matière organique présente dans les boues est très élevée par rapport à celle présente dans les eaux usées.

### V.3.5. Carbone organique total (COT)

Nous avons déterminé le pourcentage moyen du COT dans les deux composts contaminés avec les eaux usées et la boue de STEP.

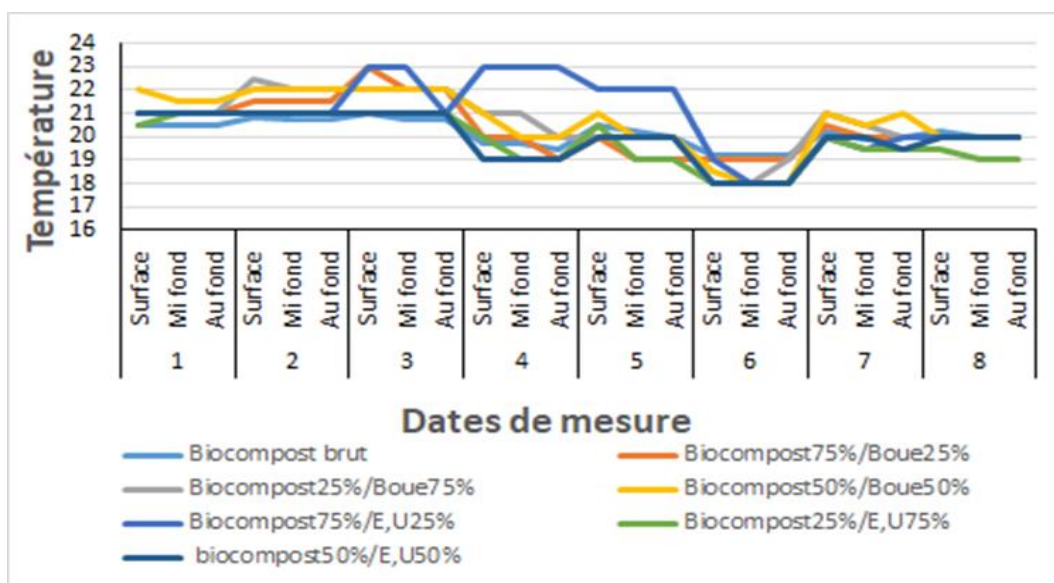


**Figure V.7 :** Histogramme du pourcentage moyen de COT

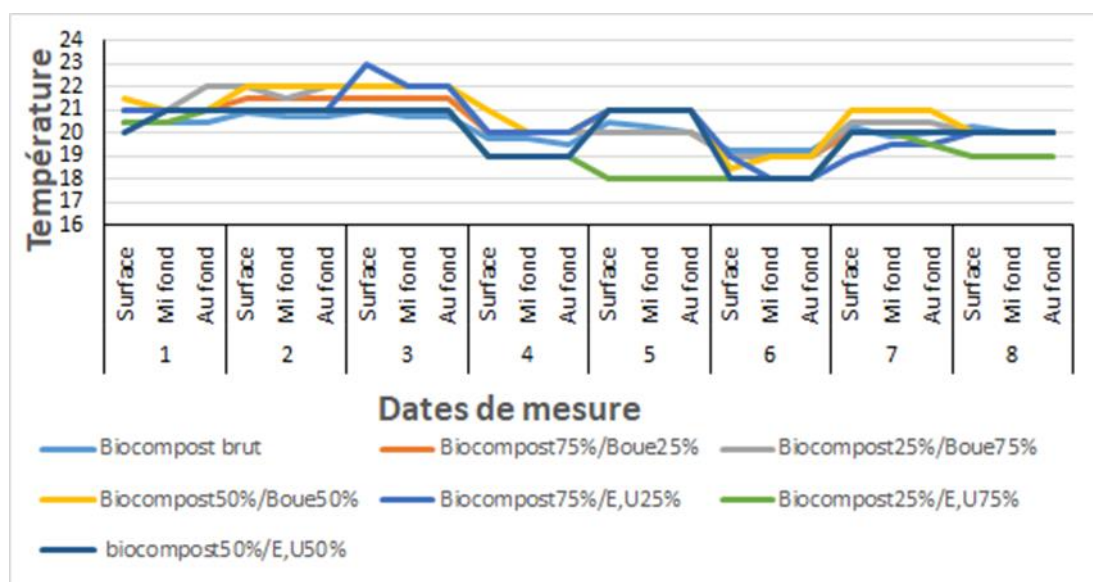
On constate que le carbone organique total présent dans le compost avec la boue est très élevé par rapport à celle présente dans le compost avec eaux usées.

### V.3.6. Température :

Nous avons réalisé un suivi continu de la température des biocomposts contaminés avec de laboue et l'eau usée utilisés pour la germination de la et du cresson (Figure V.8, V.9) :



**Figure V.8 :** Courbe de la température des biocomposts de la germination des graines de laitue

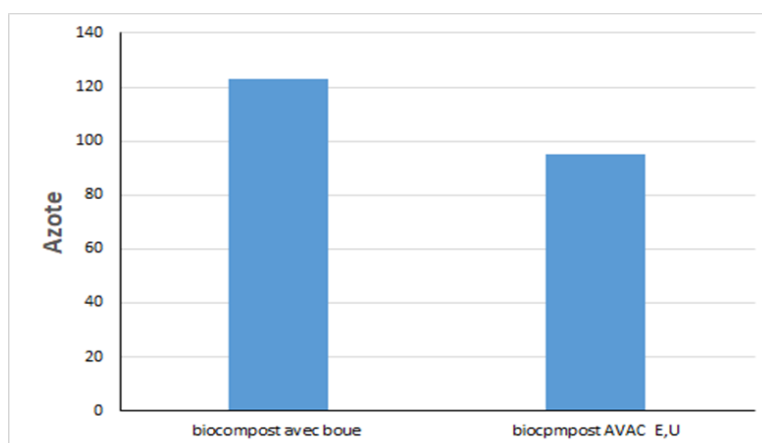


**Figure V.9 :** Courbe de la température des biocomposts de la germination graines de cresson

On remarque sur les deux figures que la température n'est pas constante et elle est variable entre 18 et 22 °C selon la nature du climat.

### V.3.7. Azote Kjeldahl (NTK) :

Nous avons mesuré une quantité moyennée d'azote dans pour chaque type de biocompost avec les eaux usées ou les boues.

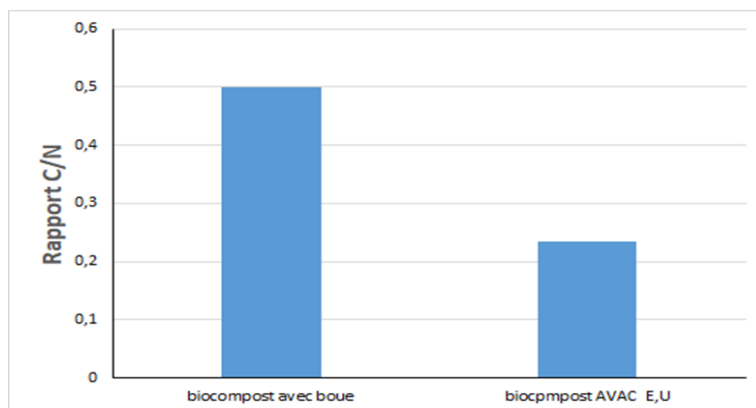


**Figure V.10 :** Quantité d'azote présente dans le compost est remplie d'eau usée ou de boue.

Nous remarquons que la quantité d'azote dans le compost avec les boues est supérieure à la quantité de compost avec l'eau usée, dans une petite quantité et une petite différence entre eux.

### V.3.8. Le rapport C/N

Nous avons calculé le rapport C/N après avoir calculé le carbone organique total et l'azote, et nous avons trouvé les résultats suivants :

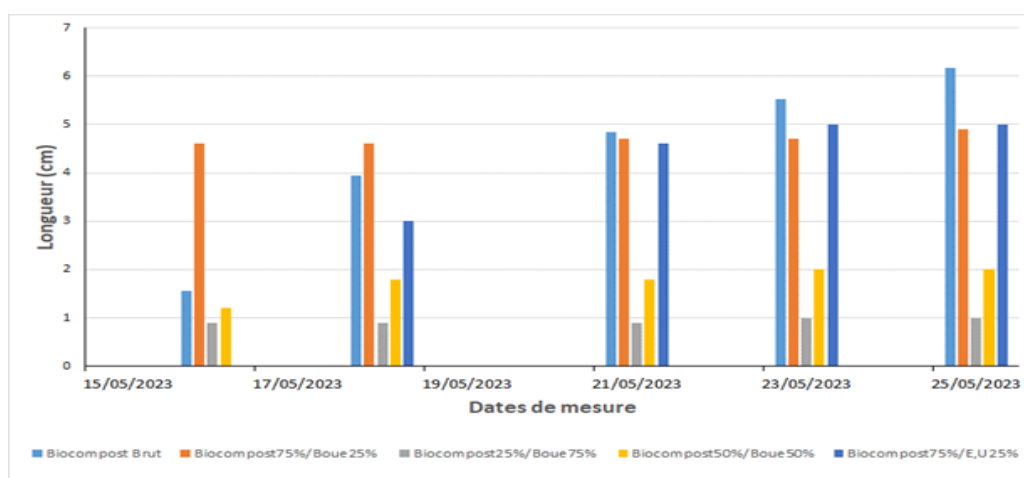


**Figure V.11** : Histogramme du rapport C/N

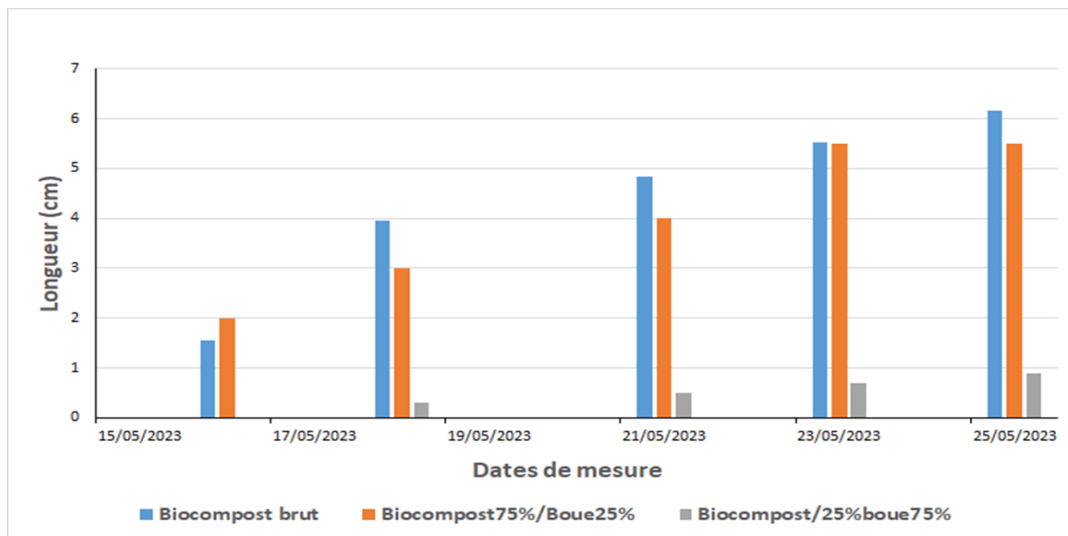
La maturité du compost est souvent déterminée en calculant le rapport C/N. Ainsi le rapport compost avec boue est deux fois plus élevé que le compost avec eaux usées. Cependant, et par conséquent, on peut conclure que le biocompost préparé et contaminé par les boues de step est plus mature que celui contaminé par les eaux usées.

### V.4. Résultats du test de phyto-toxicité :

Nous avons mené un test de phyto-toxicité à la fin de compostage, avec des graines de cresson et graine de laitue. Ce test permettant la détermination des paramètres de germination et d'élongation de la racine.



**Figure V.12** : Histogramme de l'évolution de la longueur de germination des graines de cresson



**Figure V.13** : Histogramme de la longueur de germination de la laitue

On remarque que :

- Pour le biocompost brut, elle augmente avec le deux cas temps dans les Biocompost25%/Boue 75 % Du 15/05/2023 au 21/05/2023 un pourcentage, constant de 21 au 23/05/2023 Croissant et du 23 à 25/05/2023 constant ;
- Biocompost 75 %/Boue 25 % : augmentation rapide dans la longueur du cresson mais dans les graines de laitue il augmente lente depuis le 23/05/2023, et il se stabilise progressivement ;
- Biocompost 50%/Boue 50% : Du 15 au 23/05/2023, on constate une augmentation de la longueur très rapide entre 23 au 25/05/2023 pour le cresson ;
- Biocompost75 %/Eau usée25 % : On 15 au 11 il est inexistant et du 19 au 23/05/2023, il augmente naturellement et : 23 atteint le 25 il est lors que stable cresson par rapport à la longueur des graines de cresson ;
- On remarque également un manque de croissance dans les milieux dans lesquels : bio-compost 50%/E.U50% et bio-compost25%/E.U75% ;
- La plante de laitue ne pousse pas dans les milieux suivants : biocompost75%/E.U25% et bio-compost50%/boue50%.



**Figure V.14 :** germination de la laitue et des graines de cresson



**Figure V.15 :** plant des tests phyto-toxicité

## **Conclusion générale**

## Conclusion générale

Lors du compostage aérobie, les micro-organismes ont la décomposition de la matière organique nécessite de l'oxygène. Les résultats obtenus ont montré que les déchets les articles peuvent être compostés avec succès et peut être utilisé comme matériau alternatif pour réduire coûts de production du substrat. Ses bienfaits en tant qu'engrais, structurant et stimulant de vie L'activité microbienne était plus prononcée dans les sols déséquilibrés ou très intensément cultivés.

Cependant, un compost de bonne qualité doit être exempt de toute toxicité, qui dépend principalement de son degré maturité.

La Composition du compost des déchets organiques et des boues d'épuration des stations d'épuration C'est donc une alternative intéressante pour augmenter la fertilité et améliorer la structure du sol. Si notre enquête Il est proposé de recycler les déchets organiques en produisant du compost répondant aux besoins socio-économiques.

Économiques et environnementaux, des essais de terrain plus approfondis devraient être menés pour mieux déterminer leur valeur agronomique

**Références  
bibliographiques**

## Références bibliographiques

- [1] Kabil E.M., Semlali L.A., Aajjane A., Assobhei O. (2016). Phytotoxicité de composts obtenus par compostage accéléré sur des plantes cultivées dans la région des Doukkala, Maroc. *J. Mater. Environ. Sci.* 7 (12) 4828-4838
- [2] Albrecht, Remy. Co-compostage de boues de station d'épuration et de déchets verts. Nouvelle méthodologie du suivi des transformations de la matière organique. Diss Université de droit, d'économie et des sciences-Aix-Marseille III, 2007.
- [3] Chauvet, J.P. (2021). Compostage- Micro organismes décomposeurs chimiques. Les compagnons des jardins.
- [4] Zine A. (2019). Evaluation de qualité du compost d'un mélange fiente de pigeon et paillage de 18 mois. Biskra : mémoire de master.
- [5] Apesa. (2017). Valorisation des déchets, biomasses et effluents. Avenue Joliot Curie: Cap Ecologia.
- [6] Thybaud (1998). Les tests d'écotoxicité terrestre. Séminaire National sur l'écotoxicologie des sols et des déchets, Paris, France. Pp.46-56. Ineris-00972157.
- [7] Ukondalemba M.L. (2016). 'Caractérisation et tests de traitement des déchets ménagers et boues de vidange par voie anaérobie et compostage pour la ville de Kinshasa'.
- [8] Misra, R.V, Roy, R.N et Hiraoka, H. Rome (2005). Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE.
- [9] Shaaban A., Mustafa N., Al-mallh. (2022). le concept de toxines et de toxicité des pesticides Devisscher S. (1997) - Le compost. Mém. D.E.S.S., univ. Picardie, 60 p
- [10] Mercier, Eddy. s.l. Le processus de compostage.compostage.info. Compostage. Alger : Agence Nationale des Déchets, Guide-compostage.pdf.
- [11] KOUIDRI A. (2020). Contribution à l'étude Agro-écologique du compost issu des résidus végétaux de la palmeraie de l'exploitation de l'université de Ouargla. Ouargla : MASTER ACADEMIQUE.