



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE
ET POPULAIRE



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA 1
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE ET AGRO-ÉCOLOGIE

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master académique
Spécialité : Système de production agro écologique

THEME

TECHNIQUES DE PREPARATION DE COMPOSTAGE ET VALORISATIONS DES DECHETS ISSUS DES RESTAURANTS UNIVERSITAIRE

Présenté par :

- M^{elle} HAMADOUCHE Souhila
- M^r BOUCHENINE Abdoullah

Devant le jury :

Mme. CHAOUIA.C.	Professeur	USDB1	Présidente de jury
Mme. MOUAS.Y.	MCA	USDB1	Examinatrice
Mr. DEROUICHE. B	MCB	USDB1	Promoteur

ANNEE UNIVERSITAIRE 2024/2025

Remerciement

Nous remercions le « DIEU tout puissant » de nous avoir donné la force, le courage, la santé et la patience de pouvoir accomplir ce travail.

Nous exprimons nos sincères remerciements à Monsieur DEROUCHE, notre promoteur pour ses précieux conseils, son encadrement, sa disponibilité et ses encouragements constants tout au long de notre projet de recherche.

Nous tenons à remercier Madame CHAOUIA d'avoir accepté de présider notre jury, et ainsi honoré notre soutenance de sa présence.

Nos remerciements vont également à Madame MOUAS, notre examinatrice, pour avoir accepté d'évaluer notre travail avec attention et bienveillance.

Nous exprimons notre reconnaissance à la directrice de la station expérimentale ainsi qu'à l'ensemble des fonctionnaires qui nous ont accueillis et soutenus durant la phase expérimentale.

Nos remerciements s'adressent aussi à tout le personnel du restaurant central de l'Université de Blida 1, pour leur collaboration et leur aide précieuse tout au long de notre étude.

Enfin, nous remercions chaleureusement toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Dédicace

A mes chers parents, qui m'ont encouragée durant ces
années d'études. Qu'ils

Trouvent ici le témoignage de ma profonde
reconnaissance

À mes exceptionnelles sœurs et à mon frère pour,
pour leur encouragement et

Leur soutien moral. À qui je souhaite un meilleur avenir

À mes adorables neveux, Adam et Samy, que j'adore
infiniment

À mes beaux-frères,

Pour leur gentillesse, leur encouragement

A toute ma famille

Soukila

Dédicace

A mes chers parents, qui m'ont encouragée durant ces
années d'études. Qu'ils

Trouvent ici le témoignage de ma profonde
reconnaissance

A mes frères Pour leurs soutiens moraux et leurs
conseils précieux tout au long de mes études

A mes chères amies Pour leurs aides et supports dans
les moments difficiles

A toute ma famille

Abdellah

Liste des figures

Figure 1 : Composteur rotatif.....	5
Figure 2 : Broyeur de déchets organiques	5
Figure 3 : Tableau de bord "Compost Facile", présentant ses fonctionnalités.....	7
Figure 4 : Compost système.....	8
Figure 5 : Composteur rotatif à bras mécanique de HOTROT	9
Figure 6 :Composteur rotatif a tambour	9
Figure 7 : Quantité de déchets généré par semaine (input et output (kg))	11
Figure 8 : Représentation schématique de processus de compostage (Charny ; 2005)	16
Figure 9 :Courbe d'évolution de la température au cours du compostage (Michaud ; 2007).	18
Figure 10 :andains dans exploitation agricole (HEBERT, 2012)	19
Figure 11 : Compostage en fosse (S ; Sall.UGB, 2014).....	20
Figure 12 : Compostage en casier (Misra & Roy, 2005)	21
Figure 13 : Compostage en casier (Misra & Roy, 2005)	22
Figure 14 :Vermicompostage (anonyme, 2005)	23
Figure 15 : Lieu expérimental de l'Université de Blida 1.....	28
Figure 16 : Equipements utilisés dans le dispositif expérimental.	29
Figure 17 : Vue d'ensemble du champ expérimental (Photo original 2025)	30
Figure 18 : Récupération des déchets de la restauration centrale de l'université .	30
Figure 20 : Prétraitements des déchets organiques.....	31
Figure 19 : Typologie des déchets	31
Figure 21 : Suivi du processus.....	34
Figure 22 : Rapid Soil Sensor 7 in 1– ComWinTop. (Anonyme)	35
Figure 23 : Le compost après 20 jours.....	36
Figure 24 : Des acariens astigmatés du genre Tyrophagus	36
Figure 25 : La larve et la pupe de mouches soldat noire.....	37
Figure 26 : La larve de diptères.....	37
Figure 27 : Le pH des différents types de compost	38
Figure 28 :La conductivité électrique des différents types de compost	40
Figure 29 : La teneur en Azote (N) de différents types de compost	41
Figure 30 : Teneur en Phosphore (P) de différents types de compost	41
Figure 31 :Teneur en Potassium (K) des différents types de compost.....	41

Liste des tableaux

Tableau 1: Le menu du restaurant central de l'université de Blida-1-.....	10
Tableau 3 : Classement des déchets vis-à-vis de leur compo stabilité (plateforme ressources 2017).	14
Tableau 4 : Caractérisation des outils et équipements utilisés dans le dispositif expérimental.....	29
Tableau 5 : Proportions journalières des intrants par méthode	33

Liste des abréviations

Ca: calcium

C° : degré Celsius

CE : conductivité électrique

CEC : capacité d'échange cationique

COT : Carbone Organique Total

CO₂ : dioxygène de carbone

C/N : rapport Carbone azote

IA : intelligence artificielle

K : potassium

Mg : magnésium

MO : matière organique

MS : matière sèche

P : phosphore

pH : potentiel hydrogène

cm : centimètre

μS: Micro siemens

S : soufre

Résumé

Cette étude a été réalisée dans le but de valoriser, par compostage, les déchets organiques produits par les restaurants universitaires de Blida 1. Pour ce faire, deux techniques de compostage ont été mises en œuvre : le compostage en tas (avec et sans broyage) et le compostage dans un composteur rotatif (également avec et sans broyage). L'objectif est de produire un compost de qualité, utilisable comme amendement organique et fertilisant naturel.

Les résultats montrent que le broyage améliore la décomposition et la libération des nutriments, notamment dans le composteur rotatif broyé, qui présente un bon équilibre entre pH, teneurs en P et K, et conductivité modérée. Les composts en tas sont riches en éléments nutritifs, mais leur conductivité élevée pourrait poser un risque pour la salinité des sols. Le compost issu du composteur rotatif non broyé est le moins performant sur 40 jours.

Finalement, cette étude montre que l'optimisation des paramètres du compostage, notamment par l'intégration du broyage et l'utilisation du composteur rotatif, permet d'améliorer significativement la qualité agronomique du compost obtenu.

Mot clés :

Déchets organiques ; compostage ; valorisation déchets ; composteur rotatif.

Summary

This study was conducted with the aim of recycling organic waste produced by the Blida 1 university restaurants. Two composting techniques were implemented: heap composting (with and without shredding) and composting in a rotary composter (also with and without shredding). The goal is to produce high-quality compost that can be used as an organic amendment and natural fertilizer.

The results show that shredding improves decomposition and nutrient release, particularly in the shredded rotary composter, which has a good balance between pH, P and K levels, and moderate conductivity. Heap composts are rich in nutrients, but their high conductivity could pose a risk to soil salinity. The shredded rotary compost performed the worst over 40 days. In conclusion, this study shows that optimizing composting parameters, particularly through the integration of shredding and the use of a rotary composter, can significantly improve the agronomic quality of the resulting compost.

Keywords:

Organic waste; composting; waste recovery; rotary composter

ملخص

أُجريت هذه الدراسة بهدف إعادة تدوير النفايات العضوية الناتجة عن مطاعم جامعة البليدة 1. طُبِّقت تقنيتان للتسميد: التسميد على شكل كومة (مع التقطيع وبدونه)، والتسميد في جهاز التسميد الدوار (مع التقطيع وبدونه أيضاً). الهدف هو إنتاج سماد عالي الجودة يُمكن استخدامه كمُحسن عضوي وسماد طبيعي

تُظهر النتائج أن التقطيع يُحسن التحلل وإطلاق العناصر الغذائية، خاصةً في جهاز التسميد الدوار المُقطَّع، الذي يتميز بتوازن جيد بين مستويات الرقم الهيدروجيني والفوسفور والبوتاسيوم، وموصلية كهربائية معتدلة. تُعد سماد الكومة غنية بالعناصر الغذائية، إلا أن موصليتها العالية قد تُشكّل خطراً على ملوحة التربة. كان أداء السماد الدوار غير المُقطَّع هو الأسوأ على مدار 40 يوماً. في الختام، تُظهر هذه الدراسة أن تحسين معايير التسميد، وخاصةً من خلال دمج التقطيع واستخدام جهاز التسميد الدوار، يُمكن أن يُحسن بشكل كبير الجودة الزراعية للسماد الناتج.

الكلمات المفتاحية:

النفايات العضوية؛ التسميد؛ استعادة النفايات؛ جهاز التسميد الدوار

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Résumé.

INTRODUCTION.....1

PARTIE ISYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre IConception de composteur2

I.1.Processus de création et planification....3

I.2.L'innovation technique du composteur rotatif.....4

I.3.Les types de composteurs (expérimental, industrielle)8

Chapitre II :Valorisation des déchets issus des restaurants de l'Université de Blida -1-

II.1.Enquête.....10

II.2.Classification des déchets.....12

II.3.Origine et composition des déchets organiques.....13

Chapitre III :Le compost

II.5.Le compostage.....16

II.6.Le compostage traditionnel et moderne19

II.7.Avantages et inconvénients du compost23

II.8.Les exigences de compostage25

PARTIE II :MATERIELS ET METHODES

2- Site d'étude:.....28

3- Matériels utilisés:29

4. Collecte et préparation des déchets :.....30

5.Dispositif expérimental:32

6.Nature des proportions journalières :.....33

7.Suivi du processus :.....33

8. Analyses des propriétés chimiques du différent compost en temps réel :.....35

PARTIE III RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Inventaire biologique des acteurs de la décomposition dans le compost :.....36

III.2.Résultats des analyses.....38

CONCLUSION.....	46
Liste des références bibliographique	
ANNEXE	

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'Algérie, à l'instar de nombreux pays en développement, fait face à une augmentation rapide de sa production de déchets, en raison de l'urbanisation croissante et de l'évolution des modes de consommation. Selon les données de l'Agence Nationale des Déchets (Anonyme, 2020), cette tendance devrait s'accroître, avec une projection inquiétante : les déchets ménagers pourraient passer de 11 millions de tonnes en 2016 à près de 23 millions de tonnes à l'horizon 2035. Cette situation soulève d'importants défis environnementaux, notamment en ce qui concerne la gestion des déchets organiques, qui représentent plus de 50% du volume total (Anonyme, 2014).

Face à cette problématique, des solutions durables telles que le compostage et la méthanisation apparaissent comme des alternatives prometteuses pour réduire l'enfouissement en Centres d'Enfouissement Technique (CET) et valoriser cette matière organique. Le compostage, en particulier, constitue une approche éprouvée pour transformer les résidus organiques en un amendement fertile, grâce à l'action combinée des micro-organismes aérobies et des processus biochimiques naturels (Misra, Roy & Hiraoka, 2005). Cette technique présente un double avantage : elle contribue à la réduction des émissions de gaz à effet de serre liées à la décomposition en décharge, tout en offrant une ressource agricole locale susceptible d'améliorer la fertilité des sols (Bernal et al., 2009).

Dans le contexte spécifique des restaurants universitaires, la gestion des déchets organiques, incluant les restes alimentaires et les résidus de préparation, reste souvent inopérante, conduisant à une accumulation en décharge et à des impacts environnementaux négatifs. Pourtant, ces établissements génèrent des quantités significatives de bios déchets, offrant un potentiel considérable pour une valorisation par compostage à l'échelle locale et nationale.

Ce travail de recherche propose ainsi une conception et évaluation d'un système de compostage innovant, adapté aux contraintes et aux besoins des restaurants universitaires algériens. L'étude, menée au sein du restaurant universitaire de Blida 1 sur une période de deux mois, a pour objectifs d'analyser la composition

de ces déchets organiques générés ; d'optimiser les paramètres du processus de compostage (humidité, aération, rapport C/N) et d'évaluer la qualité du compost produit selon les normes agronomiques en vigueur.

Afin de répondre à ces objectifs, la démarche adoptée s'articule autour de trois axes principaux :

- Une synthèse bibliographique approfondie, couvrant les enjeux de la gestion des déchets, les techniques de valorisation et les critères de qualité du compost ;
- Une méthodologie expérimentale détaillée, incluant la caractérisation des déchets, le suivi des paramètres physico-chimiques et l'analyse des résultats ;
- Une analyse comparative des données obtenues, confrontées aux références scientifiques existantes.

Cette étude vise non seulement à proposer une solution concrète pour la gestion des déchets organiques en milieu universitaire, mais aussi à ouvrir des perspectives pour des applications plus larges dans le domaine de l'économie circulaire en Algérie.

PARTIE I

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I

Conception de composteur

I.1. Processus de création et planification

Dans un contexte de transition écologique, la valorisation des déchets organiques issus de la restauration collective constitue une priorité, notamment dans les établissements universitaires où les volumes de biodéchets produits chaque jour sont significatifs. Ces déchets, principalement constitués de restes alimentaires, de pelures, de pain et de résidus de préparation, représentent une ressource précieuse pour la production de compost, à condition d'être correctement triés et traités localement (Hachicha, 2006).

Le concept de ce projet repose sur le développement d'un système de compostage de proximité conçu spécifiquement pour les restaurants universitaires. Ce système vise à répondre à plusieurs objectifs : réduire la charge environnementale liée au transport et au traitement centralisé des déchets, produire un compost localement utilisable, et sensibiliser la communauté universitaire à l'économie circulaire. La stratégie consiste à détourner ces flux de déchets de la filière classique (décharges, incinération) pour les intégrer dans un cycle court de transformation organique, sur site.

Le choix technologique s'est porté sur un composteur rotatif, un équipement innovant permettant de brasser régulièrement les déchets, assurant une aération optimale et une montée en température rapide, conditions essentielles pour un compostage efficace. Ce système fermé limite les nuisances (odeurs, insectes) et offre une alternative hygiénique, rapide et adaptable aux contraintes d'un site universitaire (Diaz et al. 2007 ; Bernal et al. 2009).

Ce dispositif constitue également un levier pédagogique et environnemental fort, en impliquant directement les usagers du campus (étudiants, personnel, gestionnaires) dans une démarche concrète de développement durable. Le compost produit pourrait ainsi alimenter les espaces verts universitaires ou des projets de jardins partagés, bouclant ainsi le cycle des matières organiques à l'échelle locale. Il s'agit donc d'un projet qui allie innovation technique, sensibilisation écologique et engagement collectif en faveur d'une université engagée dans le développement durable.

I.2. L'innovation technique du composteur rotatif

Dans le cadre de notre étude sur la valorisation des déchets de la restauration universitaire, nous avons procédé à la conception et à la fabrication d'un système de compostage adapté, composé de deux unités principales : un composteur rotatif manuel et un broyeur de déchets électrique.

L'objectif était de réaliser des prototypes fonctionnels et robustes en utilisant des matériaux locaux et des techniques de fabrication accessibles.

I.2.1 Conception du dispositif

a) **Structure et Fût** : Une ossature métallique robuste supporte le fût du composteur en plastique d'une capacité de 100 Litres. Ce dernier est procuré de deux ouvertures pour le chargement et le déchargement. Il intègre également une séparation interne entre deux compartiments l'une pour les biodéchets préalablement broyés et l'autre aux déchets non broyés. Cette séparation permet de gérer et comparer les deux processus de décomposition en parallèle.

b) **Système de rotation ergonomique** : Pour garantir un brassage aisé et sans effort excessif, le système de rotation a été soigneusement étudié. Il intègre :

- Un volant mécanique qui offre un bon levier pour initier la rotation.
- Deux paliers de type P qui supportent l'axe de rotation, minimisant les frictions et rendant la manipulation du fût fluide, même à pleine charge.
- Des pales d'agitation sont fixées à l'intérieur du fût pour assurer un mélange efficace et homogène de la matière à chaque rotation.



Figure 1 : Composteur rotatif

I.2.2 Broyeur de déchets

Pour améliorer l'efficacité du compostage, il est essentiel de réduire la granulométrie des déchets. Le broyeur a été spécifiquement développé pour cette étape préparatoire. Ce broyeur compact a été fabriqué pour répondre aux besoins spécifiques du projet.

Il est bâti sur une ossature métallique stable, qui supporte un bidon d'une capacité de 20 kg servant de chambre de broyage. Le système de coupe est composé de couteaux d'hachoirs en acier, fabriqués sur mesure pour cisailer efficacement les déchets organiques. L'insertion des lames sur le manchon d'un moteur électrique de type DEFCOOL (60W, 1320 tr/min), fournissant la puissance nécessaire au broyage.



Figure 2 : Broyeur de déchets organiques

I.2.3. Conception d'une plateforme interactive "Compost Facile" :

En complément des équipements physiques, une plateforme web interactive, "Compost Facile", a été développée. L'innovation majeure de cette plateforme réside dans son écosystème d'outils, où chaque fonctionnalité interactive est associée à une assistance de l'intelligence artificielle (IA).

L'objectif est d'offrir un accompagnement dynamique et personnalisé, transformant une tâche potentiellement complexe en un processus simple et optimisé. La plateforme se compose de deux volets distincts : une base de connaissance fondamentale et un ensemble d'outils intelligents.

I.2.1.1. Assistance et guides pratiques

Ce volet constitue la base de connaissance statique du site. Il est conçu pour donner à l'utilisateur, notamment le débutant, les informations théoriques essentielles pour démarrer :

- Guide de Démarrage Rapide : Il présente les principes du compostage, le choix du matériel, l'équilibre carbone/azote, et les matières à proscrire.
- Guide Thématique : Des conseils saisonniers et des articles sur des sujets plus spécifiques (lombricompostage, compostage à froid) enrichissent les connaissances de l'utilisateur.

I.2.1.2. Les outils assistés par Intelligence Artificielle

Toutes les fonctionnalités interactives du site sont alimentées par un système d'IA central qui analyse, diagnostique et donne des conseils à l'utilisateur en temps réel selon les requêtes suivantes :

- Personnalisation et Apprentissage Continu.
- Configuration du profil : L'IA utilise les informations initiales de l'utilisateur (ex : lieu de compostage) pour adapter l'ensemble de ses recommandations.
- Journal d'Activité : Cet outil ne se contente pas d'enregistrer les actions (ajout de matières, retournement). Il alimente l'IA en données, lui

permettant d'apprendre les habitudes de l'utilisateur et d'ajuster ses conseils de manière proactive.

- Analyse et Planification Intelligentes :
- Analyseur de Recette : répertorier les déchets qu'il compte ajouter, et l'IA analyse la composition pour prédire l'équilibre du mélange et fournir des recommandations d'ajustement.
- Vérificateur de Compo stabilité : Grâce à la reconnaissance visuelle (analyse de photo) et l'IA détermine instantanément si un déchet est apte au compostage.
- Diagnostic Visuel et Dépannage :

☞ **Smart Compost Scan** : En analysant une simple photo du tas de compost, l'IA est capable de diagnostiquer son état de santé (humidité, aération, texture) et de suggérer des actions correctives.

☞ **Conseiller de Santé des Plantes** : Cette fonction avancée utilise l'analyse d'image pour évaluer la santé d'une plante et corréliser son état à la qualité du compost utilisé, bouclant ainsi la chaîne de valorisation.

☞ **Assistant de Dépannage** : La FAQ est dynamisée par un assistant conversationnel (Chatbot) qui utilise l'IA pour fournir des solutions sur mesure aux problèmes rencontrés par l'utilisateur.

Le concept de cette plateforme informatif pour devenir un véritable partenaire intelligent. En s'appuyant sur une IA omniprésente, la plateforme guide, analyse, diagnostique et personnalise l'expérience de compostage, assurant un meilleur taux de réussite et une valorisation optimale des bios déchets.

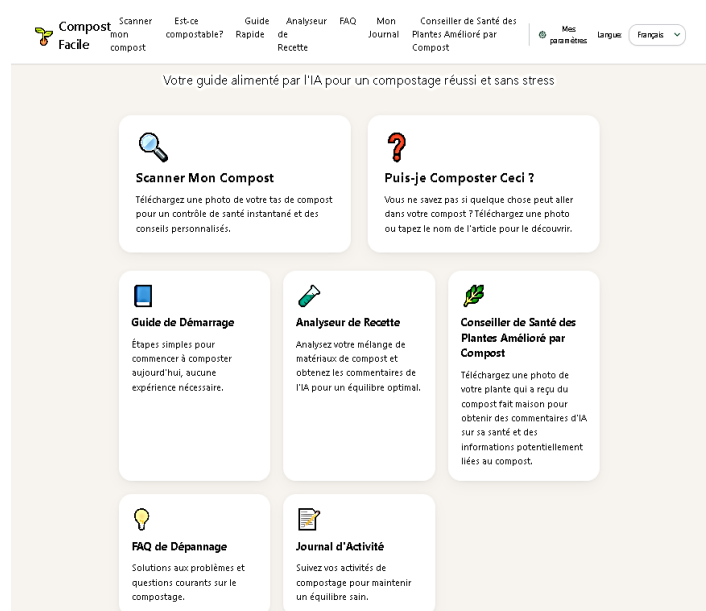


Figure 3 : Tableau de bord "Compost Facile", présentant ses fonctionnalités

I.3. Les types de composteurs (expérimental, industrielle)

Dans le domaine du compostage, plusieurs types de composteurs ont été développés afin de répondre à des besoins spécifiques liés à la quantité de déchets, au niveau de contrôle souhaité et au contexte d'utilisation. On distingue principalement les composteurs expérimentaux, adaptés aux études et petits volumes, et les composteurs industriels, conçus pour des applications à grande échelle.

I.3.1. Composteurs Industrielle :

I.3.1.1. Retournement par tambour rotatif et un bras mécanique

Le modèle canadien Compost mécanique permet le compostage de matières solides variées. La rotation du cylindre fonctionne en continue, tandis qu'un peigne à l'intérieur tourne à une vitesse constante afin de détruire les mottes de fumier qui se forment et roulent dans le cylindre.

Le composteur est de 6.10 mètres de long et de 1.04 mètres de diamètre intérieur, et une capacité de 2m³ de mélange par jour. Le cylindre accueille les intrants à une extrémité et le compost ressort à l'autre bout, à l'intérieur du cylindre se trouve un rotor longitudinal sur lequel sont fixées des tiges courtes perpendiculaires au rotor. La rotation est assurée par un moteur à vitesse variable contrôlé par un rhéostat simple à régler. Le cylindre dispose d'un ventilateur qui permet d'évacuer les gaz et la vapeur d'eau (Mustafa ; 2021).



Figure 4 :Compost système

I.3.1.2. Retournement par bras mécanique

Ce type de système basé sur le retournement des déchets organiques par un bras mécanique Actionné par un système rotatif, les déchets sont mets dans un tambour fixé sur le support du système (Mustafa ; 2021).



Figure 5 : Composteur rotatif à bras mécanique de HOTROT

I.3.1.3. Retournement par tambour rotatif

Ce type de système basé sur le retournement des déchets organiques par tambour actionné par Un système rotatif. Les déchets sont mis dans un tambour rotatif avec des chicanes à l'intérieur pour le mélange et le brassage des déchets. (Mustafa ;2021).



Figure 6:Composteur rotatif a tambour

Chapitre II

**Valorisation des déchets issus des
restaurants de l'Université de Blida -1-**

II.1. Enquête

Notre enquête a été menée sur les déchets rejetés par le restaurant central de l'université Blida 1. L'objectif de cette enquête est d'estimer les quantités et les catégories des déchets générés par le restaurant universitaire durant une semaine, 7jours. L'étude s'est déroulée pendant la session de rattrapage, une période caractérisée par une affluence réduite par rapport aux périodes normales de fonctionnement (hors examens).

➤ Collecte et nature des repas

- a) La quantité : nous avons pesé les déchets à l'aide d'une balance électrique.
- b) Les catégories de déchets : nous avons trié les déchets. Pour ce faire, nous avons utilisé des sacs noirs pour les déchets non biodégradables (boîtes en conserves, bouteilles, plastiques) et des sacs gris pour les déchets biodégradables (épluchures, reste de repas, carton...).

Tableau 1: Le menu du restaurant central de l'université de Blida-1-

Jours	Repas	Quantité
Samedi	Pain	1
	Salade	75g
	Soupe	200g
	Patte au four	250g
	Cachère fromage	100g
	Orange eau	220g+0.5l
Dimanche	Pain	1
	Salade	150g
	Telitle	350g
	Viande	100g
	Jus+ eau	1+0.5l
Lundi	Pain	1
	Salade algérienne	200g
	Lentille	300g
	Œuf dur	2
	Orange eau	220+0.5l
Mardi	Pain	1
	Salade variée	150g
	Tajine el zitoune	300g
	Viande	100g
	Orange eau	220+0.5l

Mercredi	Pain	1
	Salade	150g
	Couscous	300g
	Poulet	150g
	Pomme+eau	1+0.5l
Jeudi	Pain	1
	Salade	150g
	Haricot blanc	300g
	Poisson	150g
	jus+eau	1+0.5l

Tableau 1 : Quantités journalières de déchets organiques générés.

Les jours	Input	Output	Total
Samedi	44kg	200kg	244kg
Dimanche	40kg	240kg	280kg
Lundi	55kg	280kg	335kg
Mardi	55kg	210kg	265kg
Mercredi	50kg	210.4kg	260.4kg
Jeudi	58kg	200kg	258kg
Samedi	40kg	185kg	225kg

Quantités hebdomadaires de déchets :

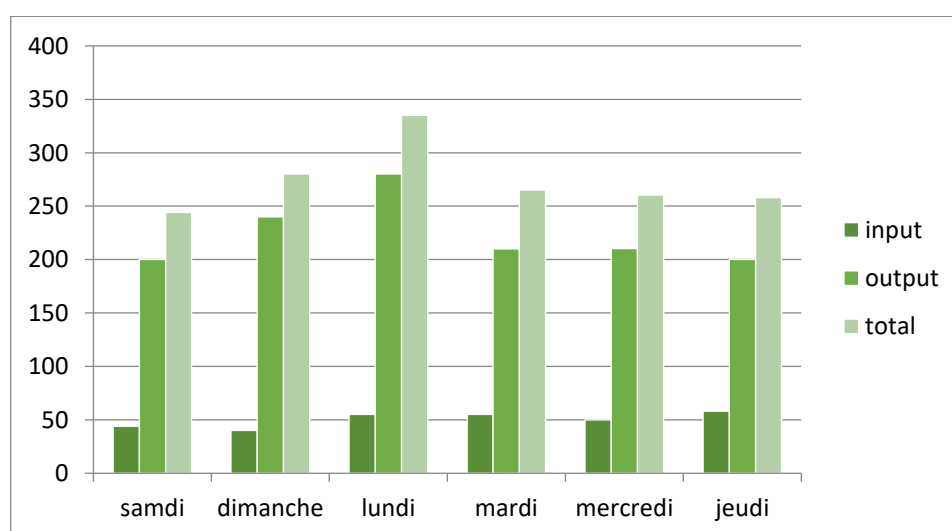


Figure 7: Quantité de déchets générés par semaine (input et output (kg))

D'après la figure 7 nous remarquons que la quantité de déchets restitués la plus élevée est de 335 kg est observé le lundi. En moyenne, les quantités restituées ont toujours supérieure à 225 kg, et variable au cours des jours de la semaine. Cette fluctuation est liée au fait que l'effectif d'étudiants varie selon les jours, influençant directement la production de déchets au niveau du resto-central.

II.2. Classification des déchets

Selon l'article 5 de la loi algérienne 01-19, les déchets sont classés comme suit :

2.1 Déchets ménagers et assimilés : Tous les déchets issus des ménages ainsi que les déchets similaires provenant des activités industrielles, commerciales, artisanales, et autres qui, par leur nature et leur composition sont assimilables aux déchets ménagers.

2.2 Déchets inertes

Tous les déchets provenant notamment de l'exploitation des carrières, des mines, des travaux de démolition, de construction ou de rénovation, qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique lors de leur mise en décharge, et qui ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou autres éléments générateurs de nuisances, susceptibles de nuire à la santé et/ou à l'environnement.

2.3 Déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux :

a) Déchets spéciaux : tous les déchets issus des activités industrielles ; agricoles, de soin, de service et toutes autres activités qui en raison de leur nature et de la composition des matières qu'ils contiennent ne peuvent être collectés, transportés et traités dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes.

b) Déchets spéciaux dangereux : tous déchets spéciaux qui par leur constituants ou par les caractéristiques des matières nocives qu'ils contiennent sont susceptibles de nuire à la santé publique et/ou à l'environnement.

II.3. Origine et composition des déchets organiques

II.3.1. Origine des déchets organiques :

Les origines du gisement de déchets organiques ménagers et assimilés sont nombreuses. Exploitation privée et domaine public produisent des flux de natures, de qualités et de quantités très variables selon l'origine. Les principales sources sont :

- Fraction fermentescible des ordures ménagères : les déchets putrescibles + les papiers-cartons + les déchets de jardin.
- Les déchets d'espaces verts : les tontes de gazon + les déchets d'élagage d'espaces verts publics.
- Les boues de station d'épuration des eaux usées urbaines.
- Les déchets organiques de l'agriculture : les lisiers + les fumiers + les autres déchets.
- Les déchets d'activités des industries agro-alimentaires : épluchures, résidus de lavage, produits légumiers ou céréaliers refusés.
- Les déchets de restauration et autres activités assimilées (Cercle National du Recyclage).

II.3.2. Composition des déchets organique

Les déchets organiques ont une vaste catégorie de déchets qui comprend un large éventail de matières biodégradables, telles que les déchets alimentaires, les déchets de jardin et les déchets agricoles.

La composition des déchets organiques peut varier en fonction de la source et du degré de contamination, mais elle comprend généralement de grandes quantités de carbone et d'azote, ainsi que d'autres nutriments et composés organiques. (Jean-Michel 2014).

Voici une ventilation de la composition des déchets organiques selon une étude publiée dans la revue Waste Management :

- Déchets alimentaires : 70-90% d'humidité, 10-30% de solides (y compris les hydrates de carbone, les protéines, les lipides et d'autres composés organiques)
- Déchets de jardin : 50-70 % d'humidité, 30-50 % de matières solides (y compris la cellulose, l'hémicellulose, la lignine et d'autres composés organiques).

– Déchets agricoles : varient en fonction de la culture et de la méthode de récolte (anonyme ; 2013).

II.4. Les déchets composables et non composables

Le tableau suivant propose un classement pour chaque source d'approvisionnement des déchets en trois catégories :

- Déchets composables
- Déchets non composables et non-dangereux
- Déchets non composables et dangereux

Tableau 2 : Classement des déchets vis-à-vis de leur compo stabilité (plateforme ressources 2017).

Déchets Composables	Non composables non dangereux	Non Composables et dangereux
Déchets des ménages		
Restes de repas, papiers, cartons, déchets végétaux, textiles naturels (coton, etc.), déchets hygiéniques,	Textiles synthétiques, plastiques, ferrailles, bois, inertes (verre, cailloux, sable), emballages souilles,	Déchets de soin (Seringues, médicaments...), piles, DEEE (déchets d'Equipements Electriques et Electroniques), bombes aérosols, pots de peinture,
Déchets de la ville		
Déchets verts des espaces publics, feuilles issues du balayage des rues, plantes aquatiques non chargées en métaux lourds (ex : jacinthe d'eau), déchets organiques des marches, ...	Gravats, terres, emballages,	Bombes aérosols, pots de peinture, emballages souffles...
Déchets des entreprises, services de l'Etat et des centres de sante		

Résidus organiques des entreprises agro-alimentaires (ex : déchets de fruits, drèches de brasseries...), déchets organiques des restaurants, papiers, cartons,	Textiles synthétiques, plastiques, ferrailles, bois, inertes, verre, gravats	Déchets de soin (Seringues, médicaments...), bombes aérosols, pots de peinture, emballages soufflés ...
Déchets agricoles et d'abattoirs		
Résidus de cultures (ex : coques de soja, paille ...), déjections animales (ex : fumier, fientes, bouses...), rumen (contenu des panses d'animaux)	Plastique,	Cadavres d'animaux emballages de produits phytosanitaires

Chapitre III

Le compost

II.5. Le compostage

II.5.1. Historique du compostage

Le compostage est une technique très ancienne, pratiquée depuis l'Antiquité. Il y'a de Milliers d'années, les Chinois collectaient et composaient toute la matière organique dans leurs champs, leur jardin et leurs maisons, y compris les excréments. Par exemple, au Moyen-Orient, une zone a été désignée pour l'élimination des déchets urbains devant les portes de Jérusalem : certains déchets ont été brûlés et d'autres transformés en compost. Le mot « compost » vient également du mot latin « compositus », qui signifie « composé de plusieurs choses ». Les Romains appelaient ces préparations de légumes et de fruits en ajoutant des huiles, du sel et d'autres auxiliaires. C'est sous ce nom que la choucroute a été introduite en Europe centrale au 11ème siècle (Znaïd, 2002).

II.5.2. Définition

Le compostage est un mode de traitement biologique aérobie des déchets. Son principe peut être schématisé de la manière présentée sur la Figure. Le compostage est qualifié de biologique par l'intervention des micro-organismes dans la dégradation de la matière organique contenue dans les déchets et d'hygiénique par la montée en température détruisant les germes pathogènes et les virus. Quelques semaines à quelques mois de décomposition naturelle convertissent les déchets organiques en un produit, le compost, pouvant être utilisé pour la fertilisation des terres agricoles. (Charnay ;2005).

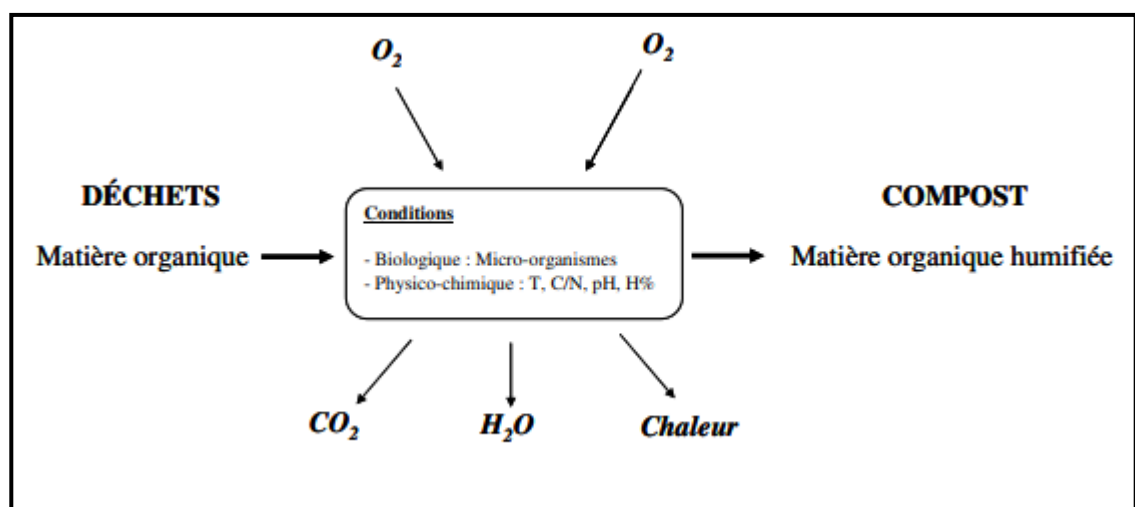


Figure 8: Représentation schématique de processus de compostage (Charnay ; 2005)

II.5.3. Différentes phases du processus de compostage :

Le processus de compostage se réalise en deux phases essentielles ; la première est la fermentation, qui est une dégradation rapide de la matière organique fraîche et facilement biodégradable en molécules moins complexes comme les sucres ou les polymères. La seconde phase, la maturation, plus lente correspond à la mise en jeu des processus d'humification. Les produits formés au cours du compostage sont essentiellement le dioxyde de carbone (CO_2), De la vapeur d'eau et la matière organique dégradée riche en composés humiques (le compost)

La biodégradation des déchets est accompagnée par la production de chaleur entraînant une élévation de la température.

La courbe d'évolution théorique de la température au cours du compostage permet de distinguer les différentes phases liées à l'activité biologique des différentes populations microbiennes.

a) La phase mésophile :

Est la phase initiale de décomposition. C'est l'étape lente du processus, où durant les premiers jours, la matière organique fraîche est facilement et rapidement dégradée par les microorganismes qui colonisent le milieu. Cette forte activité microbienne engendre une hausse de la température, un dégagement de dioxyde de carbone (CO_2) et une consommation de dioxygène (O_2) importants (Albrecht ; 2007).

b) La phase thermophile :

La matière organique est fortement dégradée et une part importante de l'eau est évaporée. Dans cette phase, les réactions d'oxydation se produisent ensuite et seulement les microorganismes thermorésistants (essentiellement des bactéries) peuvent survivre à ces hautes températures et permettre la dégradation des polymères

Les phases mésophile et thermophile sont des phases de dégradation des substances organiques et sont regroupées sous le nom de fermentation aérobie,

elles correspondent à une étape de dégradation intensive de la matière organique (P. Godin, 1981).

c) La phase de refroidissement :

Elle est caractérisée par une diminution de la quantité de matières organiques, facilement dégradables provoquant un ralentissement de l'activité microbienne. Ceci favorise un refroidissement du compost. (Francou, 2003).

d) La phase de maturation :

Est la dernière phase de dégradation de matière organique, c.-à-d. la phase de l'obtention d'un compost mature. Les processus d'humification sont dominés et les composés résistants sont également lentement dégradés (G. Lashermes). La stabilisation du compost se fait au cours de la phase de maturation, formation de complexes organo-humiques, stabilisation de la matière organique, transformation des éléments

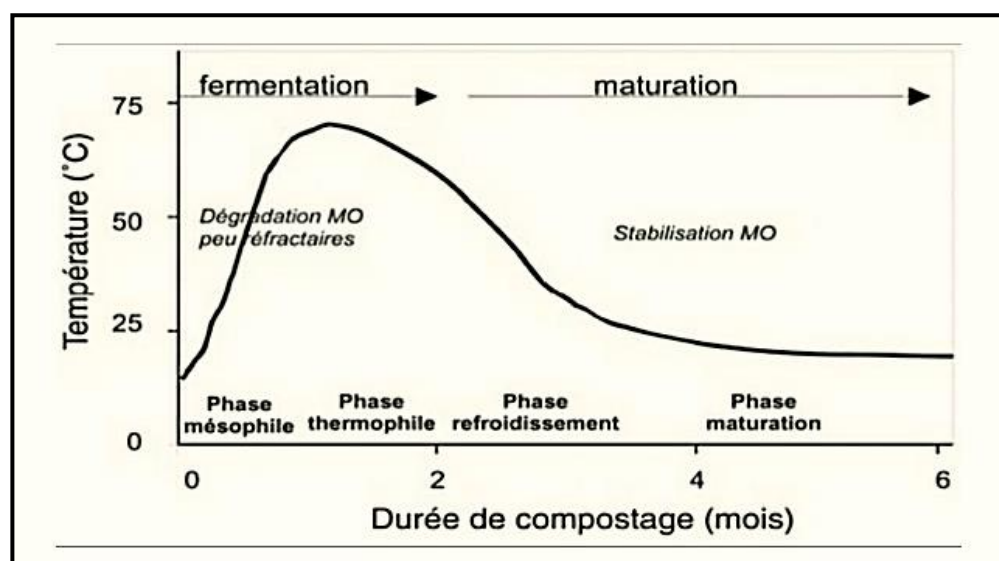


Figure 9: Courbe d'évolution de la température au cours du compostage (Michaud ; 2007).

II.6. Le compostage traditionnel et moderne

II.6.1. Le compostage traditionnel :

II.6.1.1. Le compostage en andains :

a. Andains retournés

Le compostage en andains consiste à placer un mélange de matières premières dans de longs tas étroits appelés andains, remués ou tournés de façon régulière. Ces andains sont aérés essentiellement par un mouvement naturel de l'air. La taille de l'andain peut être déterminée par la porosité de matières compostées. Un andain composé de feuilles peut être bien plus grand qu'un andain humide contenant du fumier (Albrecht, 2007).

De manière générale, les andains ont une hauteur qui varie de 90 cm pour les matières denses telles que le fumier, à 360 cm de haut pour les matières légères, volumineuses telles que les feuilles. Leur largeur varie de 300 à 600 cm (Misra et al, 2005).



Figure 10 : andains dans exploitation agricole (HEBERT, 2012)

b. Andins aérés passivement

Le système d'andainage à aération passive suppose l'installation de tuyaux d'aération dans ou sous le tas de compost. Les matières premières sont habituellement mises en tas sur un lit à base de paille, de tourbe ou de compost

prêt à l'emploi afin d'absorber l'humidité et isoler l'andain, et couverte de tourbe ou de compost pour éloigner les mouches, et permettre de conserver l'humidité, les odeurs et l'ammoniac. Dans ce système, l'air est laissé circuler passivement dans les tuyaux et lit de matériaux qui se trouvent sous le tas (MARTIN, 2005).

II.6.1.2. Compostage en fosse :

La méthode de compostage en fosse (Figure II-4) permet la décomposition des matières organiques, mélangées dans une fosse bétonnée ou non. Elle est particulièrement adaptée dans les zones arides déficitaires en eau. Car la fosse se présente après remplissage, comme un milieu confiné qui conserve bien l'humidité. En conséquence, un taux d'humidité convenable et une température optimale sont maintenus tout au long du processus sans ajout d'importantes quantités d'eau. L'hygiénisation est également plus facile à obtenir. Le compostage en fosse est en principe utilisé pour des quantités de matières relativement maîtrisées (2 à 5 tonnes).



Figure 11: *Compostage en fosse (S ; Sall.UGB, 2014)*

II.6.1.3. Le compostage en tas :

On appelle compostage en tas ou en pile libre, une méthode où la pile est à l'air libre tout en respectant cependant les mêmes principes d'Indore, c'est-à-dire arranger le matériel couche par couche de manière à mettre les matières riches en carbone puis celles riches en azote afin de favoriser le bon développement et la multiplication adéquate des microorganismes véritables agents de la décomposition dans le processus compostage. (Mercius, S.).

II.6.2. Le compostage moderne

II.6.2.1. Compostage en casier :

Le compostage en casier est peut-être la méthode de compostage en récipient la plus simple. Les matières sont contenues par des murs avec le plus souvent un toit. Le casier peut simplement être un ensemble de lattes de bois (avec ou sans toit), un silo à grain, ou un bâtiment de stockage en vrac. Les bâtiments ou les silos permettent de stocker des quantités plus importantes de matériaux et d'utiliser l'espace au sol de manière plus efficace que ne le font les tas indépendants. Les casiers permettent aussi d'éliminer les problèmes climatiques, de maîtriser les odeurs et d'offrir un meilleur contrôle de la température (Misra & Roy, 2005).



Figure 12: Compostage en casier (Misra & Roy, 2005)

II.6.2.2. Méthodes de Berkeley :

La méthode de compostage de Berkeley, développée par l'Université de Californie, est un compost thermophile, c'est-à-dire à chaud. Ce procédé permet de détruire les agents pathogènes et les graines d'adventices, tout en produisant un compost mûr en un temps réduit. La taille minimale recommandée du tas est de 1 à 1,5 m³. Les ingrédients sont empilés en couches successives, en commençant par la matière carbonée. Le tas est ensuite recouvert de branches et d'une bâche, afin de maintenir une bonne aération et éviter les zones anaérobies. Le tas est laissé intact pendant les quatre premiers jours, puis retourné régulièrement (jours 4, 6 et 8), en veillant à ramener l'extérieur vers l'intérieur.

L'humidité est testée manuellement et ajustée si nécessaire. Des activateurs naturels comme le vieux compost, l'ortie ou la consoude peuvent être ajoutés pour accélérer la décomposition. L'arrosage doit être réalisé jusqu'à saturation, de manière à favoriser l'activité microbienne. (Le jardin des petits pôtes.2020).

II.6.2.3. Silos-couloirs avec aération forcée sous bâtiment :

Cette technologie de compostage permet de composter les résidus organiques dans un environnement contrôlé sous bâtiment. La matière à composter est disposée dans des silos faits de deux murs parallèles en béton. Le retournement s'effectue mécaniquement d'une extrémité à l'autre du couloir, de façon robotisée et informatisée. Un système d'aération forcée est également présent et l'air est filtré par bio filtration. L'étape de maturation s'effectue à l'extérieur des systèmes de compostage actif sous bâtiment ou non. (Misra & Roy, 2005)

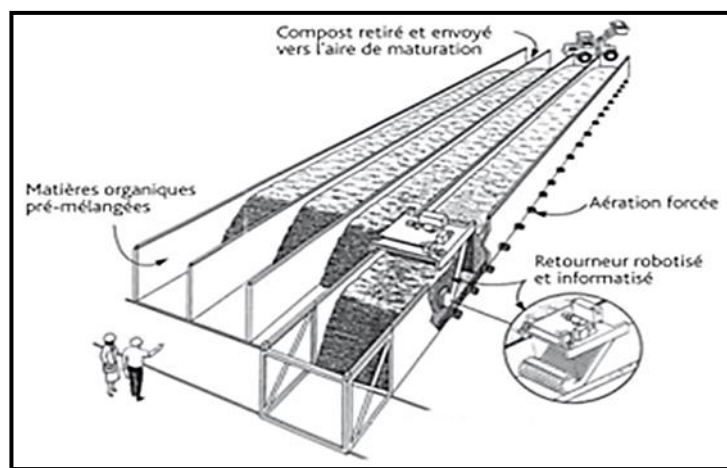


Figure 13: Compostage en casier (Misra & Roy, 2005)

II.6.2.4. Le lombricompostage :

Le terme vermicompostage (ou lombricompostage) se réfère à l'utilisation de vers pour composter les résidus organiques (Figure 11). Les vers peuvent consommer pratiquement tous les types de matière organique et peuvent absorber l'équivalent de leur propre poids par jour. Les turriculés (excréments) des vers sont riches en nitrates, et en formes disponibles de P, K, Ca et Mg. Le passage à travers les vers de terre favorise la croissance des bactéries et

notamment des actinomycètes dont la teneur dans les déjections de vers de terre est six fois supérieure à celle du sol d'origine (anonyme, 2005).



Figure 14: Vermicompostage (anonyme, 2005)

II.7. Avantages et inconvénients du compost

II.7.1. Avantages du compost :

L'utilisation du compost comporte plusieurs avantages parmi lesquels on peut citer :

Amélioration de la croissance des végétaux et racines. Il a été démontré que les végétaux se développant dans un milieu de croissance contenant du compost sont plus forts et ont un meilleur rendement. (ADEME, 2008.)

- Amélioration du rythme de diffusion des nutriments. Le compost rend au sol ses nutriments prolongeant ainsi leur présence dans le sol pour nourrir les végétaux pendant une plus longue période.
- Amélioration de la porosité du sol : L'activité microbienne est essentielle à la porosité du sol. Les micro-organismes décomposent les matières organiques pour rendre les nutriments accessibles aux végétaux. L'amélioration de la porosité entraîne également une meilleure aération du sol et ainsi le développement de l'activité biologique.
- Amélioration de la capacité de rétention d'eau : La matière organique contenue dans le compost peut absorber l'eau et améliorer ainsi la capacité de rétention d'eau du sol.

- Elimination des maladies chez les végétaux : Il a été démontré que certains composts améliorent la résistance des végétaux vis-à-vis de certaines maladies. L'effet phytosanitaire décrit la faculté fongicide du compost.
- D'une manière générale le compost contient des substances donnant plus de vigueur aux végétaux et augmentant ainsi leur résistance vis-à-vis de certains organismes pathogènes. (Larbi M., 2006).

Effet sur la structure du sol :

- Amélioration de la structure du sol par augmentation des agrégats (pénétration des racines facilitée et exploitation du sol favorisée)
- Le compost de couleur foncée, augmente l'absorption des rayons solaires (réchauffement).
- Meilleure perméabilité à l'air et à l'eau
- Réduction importante de l'effet du gel, de l'érosion (hydrique et éolienne) et diminution de la dessiccation par ventilation.

II.7.2. Inconvénients du compost :

- Il exige beaucoup de temps de travail
- Il n'est pas possible partout. Cela dépend entre autres de la place et du matériel disponibles, ainsi que des circonstances locales
- Il n'augmente pas toujours le rendement. Néanmoins, si on l'utilise, il maintient la productivité du sol
- Si l'objectif est d'améliorer la structure du sol, il vaut mieux utiliser des matériaux organiques frais que du compost
- Il peut augmenter le risque d'avoir des mauvaises herbes ou des maladies pour la culture
- Un tas de compost attire des animaux nuisibles, tels que des insectes, des rats, des souris et également des serpents. (Dagbenonbakin et Djenontin, 2013)

II.8. Les exigences de compostage

II.8.1. Les paramètres biologiques :

➤ Les micro-organismes

Les micro-organismes sont responsables de l'élévation rapide de la température du compost.

➤ Bactéries

Elles sont toujours présentes dans la masse des déchets organiques et ce dès le début du processus. Elles restent actives durant tout le compostage et en particulier à haute température à la phase thermophile. Elles se multiplient très rapidement. Cette multiplication rapide et le grand nombre d'espèces différentes permettent l'utilisation de résidus organiques (ZEGELS, 2012).

➤ Les champignons

Ils agissent surtout sur les matières qui résistent aux bactéries. Ils ont donc un rôle capital. Les champignons ne résistent pas à des températures supérieures à 50 °C, ce qui explique qu'on les retrouve plus particulièrement en périphérie du compost (ZEGELS, 2012).

➤ Les actinomycètes :

Sortes de bactéries filamenteuses, ils agissent plus tardivement que les bactéries et les champignons et se multiplient moins rapidement. Les actinomycètes sont spécialisés dans les derniers stades du compostage en s'attaquant aux structures plus résistantes comme la cellulose et la lignine (constituants du bois notamment). (ZEGELS, 2012).

A côté de ces trois types de micro-organismes, on retrouve également dans le compost des algues, des virus et des protozoaires (ZEGELS, 2012).

➤ **Les macros organismes :**

Les macros organismes sont les êtres visibles impliqués dans la transformation des matières organiques en compost. Ils sont particulièrement actifs dans les derniers stades de maturation du compost quand les températures décroissent mais que la décomposition n'est pas complète.

II.8.2. Les paramètres physico-chimiques :

Les principaux paramètres à suivre pendant le procédé sont les suivant :

➤ **Humidité**

L'activité microbienne est influencée par la teneur en eau des déchets à composter du fait que les microorganismes ont besoin d'eau pour se développer. Une humidité trop faible (en dessous de 20%) conduit à la décroissance de l'activité et à l'inhibition de la décomposition de la matière organique, par contre, une teneur en eau trop importante (au-dessus de 70%) provoque la saturation des espaces lacunaires du substrat et limite ainsi l'apport d'oxygène au milieu, ce qui crée des conditions favorables à l'anaérobiose et engendre un ralentissement de l'activité biologique. L'humidité optimale pour le compostage est située entre 40% et 60% (SLIMANI ,2022).

➤ **Rapport C/N**

Le rapport C/N exprime la proportion entre le carbone et l'azote bio disponible (Charnay, 2005), Pour que la dégradation des matières organiques soit idéale et rapide, un rapport C/N initialement équilibré doit être assuré. Selon les données bibliographiques, le rapport C/N optimal se situe entre 25 et 40. Dans le cas où ce rapport est inférieur à 12, on assiste à une perte d'azote donc une production d'ammoniac ce qui entraine une diminution du pH, par contre s'il est supérieur à 40, le processus de dégradation devient lent (SLIMANI ,2022).

➤ **pH**

Le pH est un facteur important qui influence la plupart des réactions biochimiques catalysées par des enzymes, ce qui permet la biodisponibilité des

nutriments et la solubilité des éléments minéraux pour les micro-organismes. En effet, les pH acides sont caractéristiques des composts immatures alors que les composts mûrs sont caractérisés par des pH compris entre 7 et 9 (Couplan & Marmy ; 2009).

➤ **Température**

Dès le début du compostage, la température s'élève rapidement. En effet, les dégradations aérobies dégagent de la chaleur. Une température supérieure à 55°C permet l'hygiénisation, entre 45 et 55°C, elle favorise la biodégradation et qu'entre 35 et 40°C elle améliore la diversité des microorganismes. Une température voisine de 20°C ou supérieure à 82°C inhibe, voire arrête cette activité microbienne. La température influence sur la vitesse de dégradation en affectant le développement des bactéries et des réactions chimiques, étant donné que chaque microorganisme possède une température optimale de développement donc toute variation de température peut engendrer un déclin de croissance.

➤ **Apport d'oxygène**

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

La teneur en oxygène lacunaire représente le pourcentage d'oxygène dans l'air des vides entre les Particules de compost. Ce taux est fonction de la granulométrie et de l'humidité des particules comme du renouvellement de l'air des lacunes.

Au fur et à mesure de la dégradation du substrat, le besoin en oxygène diminue (MUSTIN, 1987 ; HAUG, 1993). Si la teneur en oxygène est trop faible ou la masse à composter trop compacte, les conditions favorables à l'anaérobiose se mettent en place.

L'apport d'oxygène réduit l'humidité initiale (si elle est trop forte), améliore l'homogénéité du substrat et diminue une possible élévation de température

PARTIE II

MATERIELS ET METHODES

II-1 Objectif du travail :

Notre travail expérimental vise à valoriser par compostage les déchets organiques générés par le restaurant central de l'Université de Blida 1, en explorant l'efficacité de deux méthodes distinctes :

- ✓ Compostage en composteur rotatif.
- ✓ Compostage en tas (avec variantes broyés/non broyés).

Ces déchets biodégradables, collectés quotidiennement à la source, sont traités selon un protocole rigoureux au sein de la station expérimentale.

2. Site d'étude:

L'expérimentation a été conduite au sein de la station expérimentale de l'Université de Blida 1, sur une période de deux mois. La proximité immédiate de cette station avec le restaurant universitaire central a facilité l'approvisionnement en déchets organiques utilisés.



Figure 15: Lieu expérimental de l'Université de Blida 1

3. Matériels utilisés:

Tableau 3: Caractérisation des outils et équipements utilisés dans le dispositif expérimental.

Matériels	Caractéristiques/Usages
Broyeur	Modèle électrique, utilisé pour fragmenter les déchets verts et la paille.
Composteur rotatif	Volume : 100L, avec système de rotation manuelle pour une aération homogène.
Balance électronique	Utilisée pour la pesée des intrants.
Bâches plastiques	Utilisées pour couvrir les tas de compost.
Bassines perforées	Conteneurs pour le séchage préalable des déchets (24h).
Vaporisateur	Utilisé pour l'humidification du compost.
Jerricans alimentaires	Récupération et fermentation du lixiviat (jus de compost).



Figure 16: Equipements utilisés dans le dispositif expérimental.



Figure 17 : Vue d'ensemble du champ expérimental (Photo original 2025)

4. Méthodologie expérimentale :

a. Collecte et préparation des déchets :

Collecte quotidienne : Récupération des déchets de la restauration centrale de l'université sur 7 jours consécutifs.



Figure 18: Récupération des déchets de la restauration centrale de l'université

b. Typologie des déchets :

Input : Déchets de cuisine (épluchures, restes de préparation).

Output : Restes d'assiettes des étudiants (aliments cuits, salade, etc.).



Figure 19: Typologie des déchets

c. Tri rigoureux : Élimination des contaminants non composables (plastiques, métaux, briques de jus).

d. Prétraitements :

- ✓ Séchage des déchets dans des bassines perforées (24 h).
- ✓ Récupération du lixiviat dans des jerricans pour fermentation anaérobie.
- ✓ Broyage des déchets verts (Input/Output) et des déchets bruns (paille).
- ✓ Émiettage du fumier.



Figure 20 :Prétraitements des déchets organiques

5. Dispositif expérimental :



Composteur rotatif aéré



Compostage en tas



Partie 1 : Déchets broyés



Partie 1' : Déchets broyés.



Partie 2 : Déchets non broyés



Partie 2' : Déchets non broyés.



P1



P1'



P2



P2'

6. Nature des proportions journalières :

Les quantités utilisées : 33,3 kg par système, répartis sur 7 jours (4,7 kg/jour).

Tableau 4 : Proportions journalières des intrants par méthode

Type de déchets	Composition	Masse (kg)
Déchets bruns (Carbone)	Paille + carton d'œufs	1.0
Déchets verts (azote)		3.2
❖ Input	Déchets de cuisine issus de la préparation des repas (épluchures de légumes, restes de découpes, etc.)	
❖ Output	Restes d'assiettes	
Fumier	Activateur microbien	0.5
TOTAL		4,7

6. Suivi du processus :**a. Humidification :**

Vaporisation d'eau tous les deux jours afin de maintenir un taux d'humidité favorable à l'activité microbienne.

La vérification de ce taux s'est faite à l'aide de la méthode dite « test de la poignée », qui consiste à prélever une poignée de compost et à la presser légèrement: si quelques gouttelettes apparaissent sans écoulement excessif, l'humidité est considérée comme optimale.

b. Brassage :

Effectué tous les trois jours selon la méthode de compostage adoptée :

- Composteur rotatif : rotation manuelle quotidienne.
- Compost en tas : retournement manuel



Figure 21 :Suivi du processus

7. Analyses des propriétés chimiques du différent compost en temps réel :



Figure 22 : Rapid Soil Sensor 7 in 1– ComWinTop. (Anonyme)

PARTIE III
RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Inventaire biologique des acteurs de la décomposition dans le compost :

L'observation visuelle des composts issus des différentes méthodes a révélé une évolution progressive de la texture, de la couleur et de l'odeur au fil du processus de maturation.



Figure 23 : Le compost après 20 jours

L'observation a été réalisée au niveau du laboratoire en utilisant une loupe binoculaire qui permet de mettre en évidence une diversité de macro et microfaune témoignant de l'activité biologique intense au sein des substrats. Parmi les organismes identifiés, on note :

➤ Des acariens astigmates du genre *Tyrophagus*, indicateurs d'un milieu riche en matière organique en décomposition.

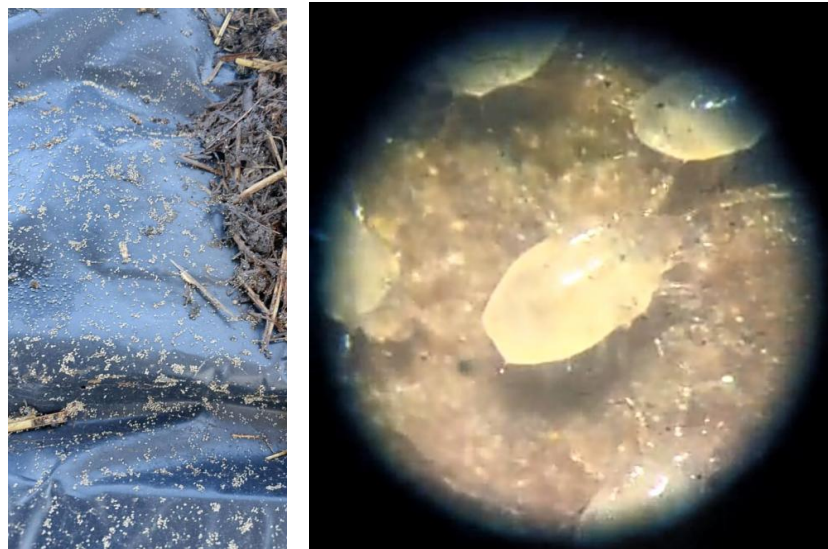


Figure 24 : Des acariens astigmates du genre *Tyrophagus*

➤ Des larves et pupes de mouches soldat noire (*Hermetia illucens*), connues pour leur rôle dans l'accélération de la dégradation des matières organiques

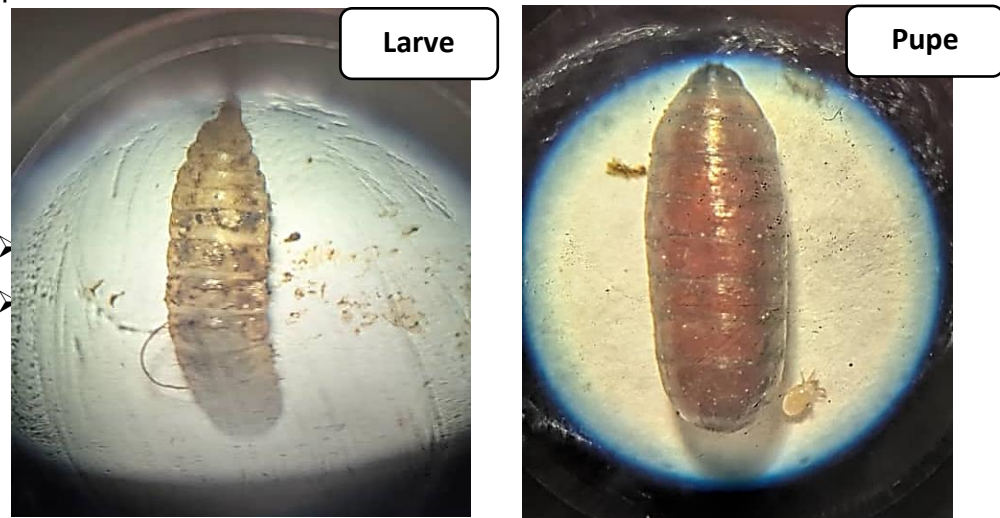


Figure 25 :La larve et la pupa de mouches soldat noire

➤ Des larves de diptères (Ordre : *Diptera*), également impliquées dans la fragmentation des substrats organiques



Figure 26 :La larve de diptères

La présence de ces organismes confirme le bon déroulement du processus de compostage, notamment dans les systèmes broyés, où la biodégradation semble plus avancée.

III.2.Résultats des analyses :

Les données présentées dans le tableau en annexe sont cruciales pour évaluer la qualité des composts produits. Nous allons les examiner sous l'angle du pH, de la conductivité électrique, et des teneurs en N, P, K, en gardant à l'esprit les spécificités de chaque dispositif expérimental.

1. pH (potentiel Hydrogène) :

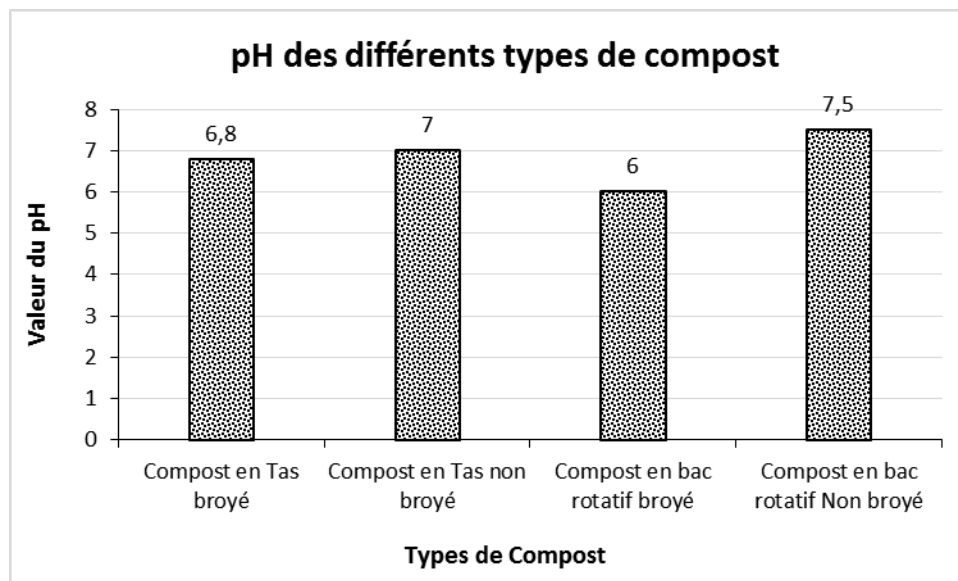


Figure 27 : Le pH des différents types de compost

Selon la figure n°27 nous remarquons que le pH est un indicateur de l'acidité ou de l'alcalinité du compost, influençant la disponibilité des nutriments pour les plantes.

La comparaison entre le compost en Tas broyé (pH=6.8) et non broyé (pH=7), présente des valeurs qui sont proches de la neutralité, ce qui est généralement considéré comme optimal pour la plupart des cultures. Un pH neutre à légèrement acide favorise l'activité microbienne et la transformation des matières organiques. La légère différence entre le broyé et le non broyé dans les tas pourrait indiquer une activité microbienne légèrement plus rapide ou complète dans le tas broyé, conduisant à une stabilisation plus avancée (Epstein, (1997)).

Cependant, le compost en bac rotatif broyé (pH=6) indique une légère acidité. Cela peut être dû à une décomposition plus rapide des matières organiques dans un environnement fermé et aéré par rotation, produisant potentiellement plus d'acides organiques volatils ou une acidification transitoire (Bernal et al. (2009) et Tiquia et al. (2002)). Un pH légèrement acide peut être bénéfique pour certaines cultures qui préfèrent ces conditions.

Par rapport au compost en bac rotatif non broyé (pH=7.5) qui présente un pH légèrement alcalin. La matière organique non broyée dans un composteur rotatif fermé pourrait avoir une décomposition plus lente, ou le processus pourrait avoir favorisé l'accumulation d'ions alcalins. Un pH légèrement alcalin peut être acceptable, mais des valeurs trop élevées peuvent réduire la disponibilité de certains micronutriments (Haug (1993) et Epstein (1997)).

Les variations du pH entre les différentes modalités sont intéressantes. Un pH neutre à légèrement acide (6.0-7.0) est généralement idéal pour un compost mature, car il garantit une bonne disponibilité des nutriments (Bernal et al. (2009)). Le compost en bac rotatif broyé se distingue par son pH plus acide, ce qui pourrait être un avantage pour des sols alcalins typiques de certaines régions d'Algérie. Le pH plus élevé du compost en bac rotatif non broyé suggère un processus de maturation différent, potentiellement plus lent ou avec une minéralisation spécifique.

2. Conductivité Électrique (CE en $\mu\text{S}/\text{cm}$)

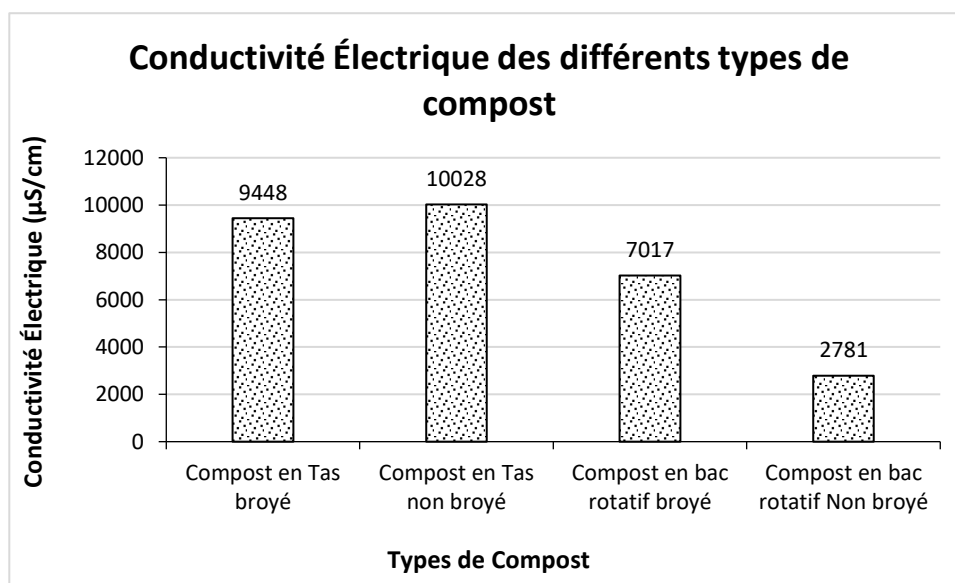


Figure 28 : La conductivité électrique des différents types de compost

D'après la Figure n°28 on peut déduire que la conductivité électrique est un indicateur de la concentration totale des sels solubles dans le compost. Des valeurs trop élevées peuvent être phytotoxiques (Tiquia et Tam (2000)).

La différence entre le compost en Tas broyé (9448 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et non broyé (10028 $\mu\text{S}/\text{cm}$), présente des valeurs qui sont relativement élevées. Elles indiquent une concentration significative de sels minéraux dissous (Tiquia et Tam (2000)). Bien que ces valeurs ne soient pas nécessairement alarmantes si le compost est bien dilué dans le sol, des niveaux très élevés peuvent poser problème pour la germination des graines ou les jeunes plantules. La légère augmentation de la CE dans le tas non broyé pourrait être due à une minéralisation légèrement moins complète ou à une rétention d'eau différente (Bernal et al. (2009)).

Contrairement au compost issu de bac rotatif broyé (7017 $\mu\text{S}/\text{cm}$), qui présente la valeur de CE la plus faible que pour les composts en tas. Cela peut suggérer une meilleure lixiviation des sels ou une minéralisation moins intense des matières organiques, ou encore une dilution plus importante due à la gestion de l'humidité dans le système fermé (Epstein (1997) et Bernal et al. (2009)).

Ainsi que le compost issu de bac rotatif non broyé (2781 $\mu\text{S}/\text{cm}$) présente de loin la conductivité électrique la plus faible. C'est un point très positif, car une faible CE minimise les risques de salinisation des sols et de stress osmotique pour les plantes. Cela pourrait indiquer une décomposition moins avancée de la matière organique non broyée dans ce système, ou une capacité du système rotatif fermé à mieux contrôler la rétention des sels.

La faible conductivité du compost en bac rotatif non broyé est un avantage majeur, en particulier dans les contextes où la salinité des sols est une préoccupation. Les valeurs élevées dans les composts en tas nécessitent une attention particulière lors de l'application, potentiellement en réduisant les doses ou en assurant un bon arrosage pour diluer les sels. Le broyage semble influencer la CE, mais l'impact du type de composteur est plus prononcé, avec le bac rotatif montrant une tendance à produire des composts moins salins.

3. Les nutriments (N, P, K en mg/kg)

Ces éléments sont les macronutriments essentiels pour la croissance des plantes. Les concentrations indiquent la richesse du compost en ces nutriments.

1. Teneur en Azote (N en mg/kg)

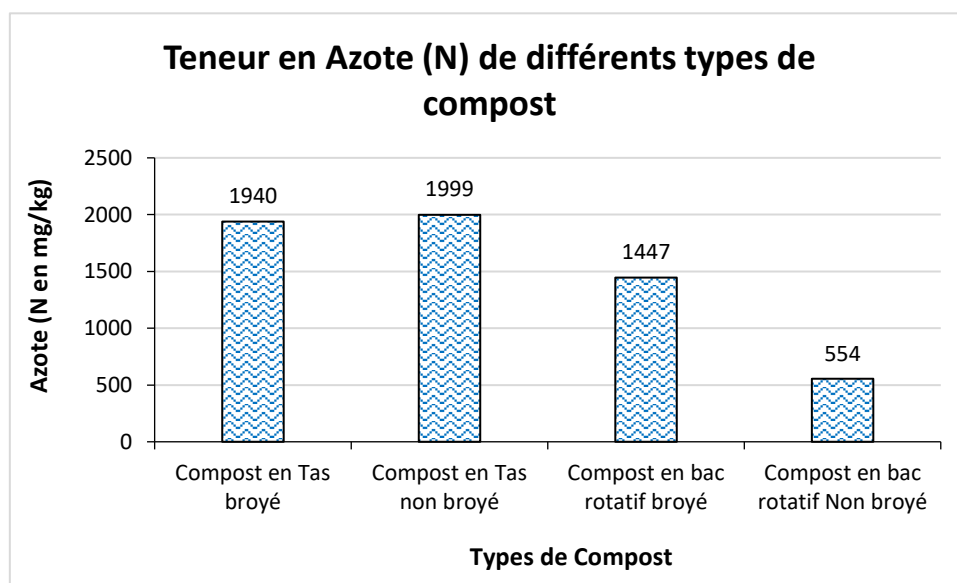


Figure 29 : La teneur en Azote (N) de différents types de compost

La figure n°29 nous montrent que le compost en Tas broyé (1940 mg/kg) et non broyé (1999 mg/kg) démontrent des niveaux élevés et peut comparables. Contrairement au compost issu de bac rotatif broyé (1447 mg/kg) qui présente une teneur plus faible que les composts en tas.

Finalement le compost issu de bac rotatif non broyé (554 mg/kg) présente une teneur significativement plus faible que tous les autres. La faible teneur en azote dans le compost en bac rotatif non broyé est un indicateur de sa qualité nutritionnelle moindre en N. Cela pourrait être dû à une minéralisation incomplète de l'azote organique ou à une perte d'azote (volatilisation d'ammoniac) plus importante dans ce système particulier, ou encore à un substrat de départ ayant une proportion d'azote plus faible si les mélanges initiaux n'étaient pas rigoureusement identiques.

2. Teneur en Phosphore (P en mg/kg):

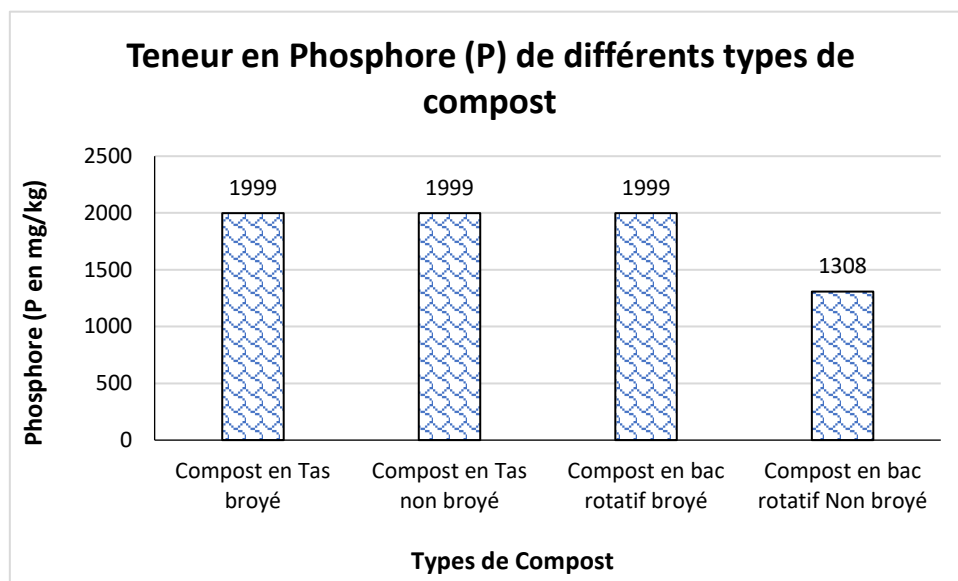


Figure 30 : Teneur en Phosphore (P) de différents types de compost

Nous constatons d'après la Figure n 30 que le compost en Tas broyé (1999 mg/kg) et non broyé (1999 mg/kg) présentent des taux Très élevés et identiques. De la même façon que le compost issu de bac rotatif broyé (1999 mg/kg) présente un taux très élevé et identique aux composts en tas.

Néanmoins le compost issu de bac rotatif non broyé (1308 mg/kg) avec un taux le plus faible que les autres, mais reste une teneur appréciable.

Les teneurs en phosphore sont globalement très bonnes pour les composts en tas et le compost en bac rotatif broyé. Le niveau légèrement inférieur pour le compost en bac rotatif non broyé peut être lié à une dégradation moins poussée de la matière organique ou à une composition initiale différente.

3. Teneur en Potassium (K en mg/kg):

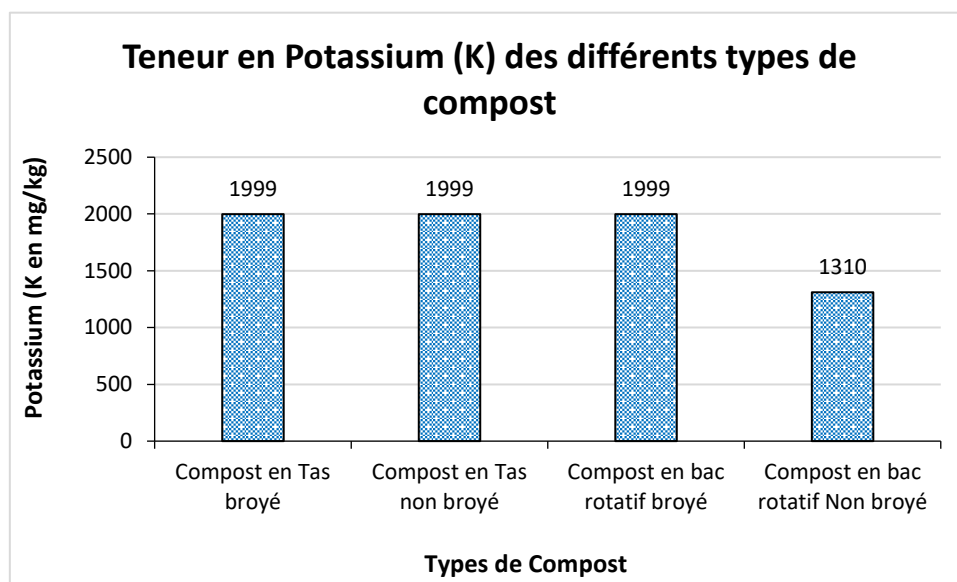


Figure 31: Teneur en Potassium (K) des différents types de compost

L'étude comparative de la teneur en (K) selon la figure n 31 de différents composts en Tas broyé (1999 mg/kg) et non broyé (1999 mg/kg) à dévoiler des teneurs très élevées et identiques. Pourtant le compost issu de bac rotatif broyé (1999 mg/kg) révèle une teneur très élevée et identique aux composts en tas.

De même que le compost issu de bac rotatif non broyé (1310 mg/kg) présente une valeur similaire au phosphore, plus faible que les autres. Comme pour le phosphore, les teneurs en potassium sont excellentes pour les composts en tas et le compost en bac rotatif broyé. Le compost en bac rotatif non broyé montre des niveaux inférieurs pour le K, ce qui conforte l'idée d'une décomposition moins aboutie ou d'une composition initiale différente pour cette modalité.

Les composts en tas (broyé et non broyé) et le compost en bac rotatif broyé se distinguent par leurs très bonnes teneurs en P et K. Les niveaux d'azote sont également élevés pour les composts en tas.

Le compost en bac rotatif non broyé est le moins riche en N, P, K, ce qui peut impacter son pouvoir fertilisant. Cela suggère que le broyage est crucial pour la libération des nutriments dans le composteur rotatif, ou que la non-broyé combinée au composteur rotatif ne permet pas une décomposition aussi efficace sur 40 jours pour la minéralisation de ces éléments.

4. Discussion générale :

Le broyage semble globalement favoriser une meilleure décomposition et une meilleure libération des nutriments (N, P, K), en particulier dans le système de compostage en bac rotatif. Le compost en bac rotatif broyé présente un bon profil avec un pH légèrement acide et des teneurs élevées en P et K.

Le compostage en Tas (Tas broyé et Tas non broyé), ces méthodes produisent des composts riches en N, P, K avec un pH proche de la neutralité. Cependant, la conductivité électrique élevée est un point à surveiller. Cela peut être attribuable à une concentration des sels due à l'évaporation de l'eau sans lixiviation ou à une minéralisation intense.

Le compostage en Bac Rotatif Broyé, produit un compost qui se distingue par son pH légèrement acide et des niveaux de P et K très élevés, avec une conductivité électrique plus modérée que les composts en tas. C'est un profil intéressant pour l'amélioration de la fertilité des sols.

Le compostage en Bac Rotatif Non Broyé, c'est la modalité qui présente la plus faible qualité agronomique sur 40 jours, avec les plus faibles teneurs en N, P, K et un pH légèrement alcalin. Son point fort est sa très faible conductivité électrique, ce qui est un atout pour éviter la salinisation des sols. Cependant, sa faible teneur en nutriments suggère une maturation incomplète ou une efficacité moindre du processus pour des matériaux non broyés sur cette période.

L'optimisation du Compost en Bac Rotatif Non Broyé, avec ces faibles teneurs en nutriments de ce compost suggèrent qu'une durée de compostage plus longue pourrait être nécessaire pour atteindre une maturité adéquate et une meilleure libération des éléments nutritifs, ou que des ajustements des conditions de compostage (humidité, aération) sont nécessaires.

Pour les composts en tas, il serait pertinent d'étudier l'impact de l'application de ces composts sur la salinité du sol à long terme et d'explorer des stratégies de gestion (comme l'application en doses fractionnées ou un arrosage suffisant après application) pour atténuer les effets potentiels de la CE élevée.

CONCLUSION

Conclusion

En conclusion, notre étude met en lumière les différences significatives dans la qualité des composts produits en fonction de la méthode de compostage et de la préparation de la matière organique. Les composts en tas et le compost en bac rotatif broyé montrent un bon potentiel fertilisant en termes de P et K. Le compost en bac rotatif broyé semble offrir un bon compromis avec un pH favorable et une CE plus modérée. Le compost en bac rotatif non broyé, bien que moins riche en nutriments sur 40 jours, présente l'avantage d'une faible CE, ce qui pourrait être valorisé dans des contextes spécifiques ou avec une période de maturation prolongée. Ces résultats constituent une base solide pour de futures recherches visant à optimiser la valorisation des déchets organiques issus des restaurants universitaires en Algérie.

Perspectives :

- Compléter ces analyses par des mesures de la teneur en matière organique totale, du rapport C/N et de la stabilité de la matière organique permettrait une évaluation encore plus complète de la maturité et de la qualité des composts.
- Réaliser des bio-tests de germination et de croissance sur des plantes modèles ou la culture de champignon avec les différents composts serait essentiel pour confirmer leur innocuité et leur efficacité agronomique.
- Pour une valorisation à grande échelle, une analyse économique de chaque méthode de compostage (coût du broyage, énergie pour le bac rotatif, main d'œuvre) devrait être menée en parallèle avec l'analyse de la qualité du compost.

Liste des références bibliographiques :

1. Slimani, H. (2022). *Étude du processus de compostage des déchets organiques : Cas des déchets ménagers dans la commune de Constantine, Algérie* (Mémoire de master, Université Salah Boubnider – Constantine 3). 78 p
2. El Alami, M. (2021). *Conception et fabrication d'une machine innovante pour la production de compost* (Thèse de doctorat, Université Hassan Premier, Faculté des Sciences et Techniques). 180 p
3. Agence Nationale des Déchets. (2020). *Plan national de gestion des déchets ménagers et assimilés 2020–2035* (Rapport national). Ministère de l'Environnement et des Énergies Renouvelables. 120 p
4. Le Jardin des P'tits Pôtes. (2020). *La méthode de compost thermophile en 18 jours de Berkeley* (PDF). Association Le Jardin des P'tits Pôtes, France.
5. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO). (2020). *Compost from organic bio solids – Production, socioeconomics and impact on soil productivity*. FAO. 70 p.
6. Agence Nationale des Déchets (AND). (2018). *Rapport sur la caractérisation des déchets ménagers et assimilés : Campagne nationale 2018/2019*. AND. 112 p
7. Agence Nationale des Déchets. (2014). *Caractérisation des déchets ménagers et assimilés dans les zones nord, semi-aride et aride d'Algérie* (Étude 2014). Ministère de l'Environnement et des Énergies Renouvelables. 99 p.
8. Ballet, J.-M. (2014). *Aide-mémoire : Gestion des déchets* (4e éd.). Dunod. 314 p.
9. Sall, S. (2014). *Techniques de compostage et valorisation des déchets solides dans les zones arides : Cas de la région de Saint-Louis du Sénégal* (Mémoire de master, Université Gaston Berger, Département de Géographie). 120 p.
10. Dagbenonbakin, G. D., & Djenontin, A. J. (2013). *Fiche technique : Production et utilisation de compost et gestion des résidus de récolte* (Fiches techniques agricoles). Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB).
11. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO). (2013). *Food wastage footprint: Impacts on natural resources Summary report*.
12. Zegels, A. (2012). *Composter les déchets organiques : Guide des bonnes pratiques pour la transformation des déchets de cuisine et de jardin*. SPW–D GARNE.
13. Mercius, S. (2010). *Étude comparative de trois techniques de compostage appliquées en milieu paysan haïtien : Cas de la commune de la Plaine du Nord* (Mémoire de licence, Université Chrétienne du Nord d'Haïti). 90 p

- 14.** Bernal, M. P., Alburquerque, J. A., & Moral, R. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment: A review. *Bioresource Technology*, 100(22), 5444–5453.
- 15.** Couplan, F., & Marmy. (2009). *Jardinez au naturel : Jardin bio facile*. Sang de la Terre / Groupe Eyrolles.
- 16.** Bernal, M. P., Alburquerque, J. A., & Moral, R. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment: A review. *Bioresource Technology*, 100(22), 5444–5453.
- 17.** ADEME. (2008). *Le compostage domestique : Maîtriser les déchets organiques* (Guides pratiques de l'environnement). Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie.
- 18.** Albrecht, R. (2007). *Co-compostage de boues de station d'épuration et de déchets verts* (Rapport technique). Institut National de Recherche Agronomique (INRA).
- 19.** Albrecht, R. (2007). *Microbial diversity in compost: Identification, dynamics and role in the formation of stable organic matter* (Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Lorraine).
- 20.** Albrecht, R. (2007). *Co-compostage des boues de station d'épuration et de déchets verts : Nouvelle méthodologie de suivi des transformations de la matière organique* (Thèse de doctorat, Université Paul Cézanne – Aix-Marseille III, France).
- 21.** Diaz, L. F., Savage, G. M., Eggerth, L. L., & Golueke, C. G. (2007). *Composting and recycling municipal solid waste*. CRC Press.
- 22.** Michaud, A. (2007). *Le compostage domestique : Guide pratique*. Éditions Multi Mondes. 128 P.
- 23.** Hachicha, S. (2006). *Étude du compostage des déchets organiques ménagers : Approche expérimentale et modélisation* (Thèse de doctorat, Université de Sfax). 200 P.
- 24.** Larbi, m. (2006). *influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques* : thèse de doctorat. Neuchâtel : université de Neuchâtel. 161 p.
- 25.** Amir, S. (2005). *Contribution à la valorisation des boues de station d'épuration par compostage : Devenir des micropolluants métalliques et organiques et bilan humique du compost* (Thèse de doctorat en sciences agronomiques, Institut National Polytechnique de Toulouse).
- 26.** Charnay, F. (2005). *Compostage des déchets urbains dans les pays en développement : Élaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost* (Thèse de doctorat, Université de Limoges).
- 27.** Martin, H. (2005). *Introduction au compostage agricole* (Fiche technique, mars 2005). Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario.

28. Misra, R. V., Roy, R. N., & Hiraoka, H. (2005). *Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole* (Cahiers techniques sur les terres et les eaux). Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO)
29. Francou, C. (2003). *Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains : Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage – Recherche d'indicateurs pertinents* (Thèse de doctorat, Institut National Agronomique Paris-Grignon)
30. Znaïdi, I. E. A. (2002). *Étude et évaluation du compostage de différents types de matières organiques et des effets des jus de composts biologiques sur les maladies des plantes* (Mémoire de master of science, Institut Agronomique Méditerranéen de Bari, CIHEAM)
31. Tiquia, S. M., Tam, N. F. Y., & Hodgkiss, I. J. (2002). Changes in chemical properties during composting of spent pig litter at different moisture contents. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 96(1-3), 201–207.
32. Bayard, R., Gourdon, R., & Thiéry, L. (2001). *Aide à la définition des déchets dits biodégradables, fermentescibles, Méthanisables, composables* (Rapport final, Contrat n° 00-0118 A). Association RECORD.
33. République Algérienne Démocratique et Populaire. (2001). *Loi n° 01-19 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets : Article 3* (Journal officiel de la République Algérienne, n° 77, 15 décembre 2001).
34. Cercle national du recyclage. (2000). *Le traitement biologique des déchets organiques*. Paris : cercle national du recyclage. 59 p. – (rapport technique, December 2000)
35. Haug, r. t. (1993). *The practical handbook of compost engineering*. Boca Raton: Lewis publishers. 717 p
36. Mustin, m. (1987). *Le compost : gestion de la matière organique*. Paris : éditions François Dubusc. 954 p
37. Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec. (s.d.). *Guide d'utilisation du composteur rotatif de Compost Système* (Guide technique). Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec.
38. <https://store.comwintop.com/products/soil-moisture-temperature-humidity-ec-ph-npk-sensor-7-in-1-rapid-soil-tester-meter>
39. ComWinTop. (s.d). *Soil moisture temperature humidity EC PH NPK sensor 7-in-1 rapid soil tester meter*. <https://store.comwintop.com/products/soil-moisture-temperature-humidity-ec-ph-npk-sensor-7-in-1-rapid-soil-tester-meter>

- 40.** Epstein, E. (1997). *The science of composting*. Technomic Publishing Compan.

Annexe :

Tableau1 :Résultatsdes paramètres physico chimiques

	ph	CE (µS/cm)	N	P	K
Tas broyé	6.8	9448	1940	1999	1999
Tas non broyé	7	10028	1999	1999	1999
Rotatif broyé	6	7017	1447	1999	1999
Rotatif non broyé	7.5	2781	554	1308	1310

Tableau 02

Température	• Plage de mesure : -40°C-80°C • Précision : $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (25°C) • Stabilité à longterme : $\leq 0,1 \text{ \% } ^{\circ}\text{C/an}$ • Temps de réponse : $\leq 15 \text{ s}$
Humidité	• Plage de mesure : 0-100 % HR • Précision : 3 % entre 0 et 50 %, 5 % entre 50 et 100 % • Stabilité à long terme : $\leq 1 \text{ \% HR/an}$ • Temps de réponse : $\leq 4 \text{ s}$
Conductivité (EC)	• Plage de mesure : 0-20000us/cm • Précision : la plage de 0 à 10 000 us/cm est de $\pm 3 \text{ \%}$; la plage de 10 000 à 20 000 us/cm est de $\pm 5 \text{ \%}$ • Stabilité à long terme : $\leq 1 \text{ \% uS/cm}$ • Temps de réponse : $\leq 1 \text{ s}$
pH	• Plage de mesure : 3-9 pH • Précision : $\pm 0,3 \text{ pH}$ • Stabilité à longterme : $\leq 5 \text{ \% /an}$ • Temps de réponse : $\leq 10 \text{ s}$
Azote Phosphore Potassium	• Plage de mesure : 1-2999 mg/kg(mg/L) • Résolution : 1 mg/kg (mg/L) • Temps de réponse : <1 s



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE
ET POPULAIRE



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA 1
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE ET AGRO-ÉCOLOGIE

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master académique
Spécialité : Système de production agro écologique

THEME

TECHNIQUES DE PREPARATION DE COMPOSTAGE ET VALORISATIONS DES DECHETS ISSUS DES RESTAURANTS UNIVERSITAIRE

Présenté par :

- M^{elle} HAMADOUCHE Souhila
- M^r BOUCHENINE Abdoullah

Devant le jury :

Mme. CHAOUIA.C.

Professeur

USDB1

Présidente de jury

Mme. MOUAS.Y.

MCA

USDB1

Examinatrice

Mr. DEROUCHE. B

MCB

USDB1

Promoteur

ANNEE UNIVERSITAIRE 2024/2025