



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



UNIVERSITELCHAHIDCHIKH
ELARBITEBESSI-TEBESSA-
Institut des mines
département de mines et géotechnologie

جامعة الشهيد الشيخ العربي التبسي تبسة
معهد المناجم
قسم المناجم والجيوتكنولوجيا

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Génie minier Option : Valorisation des ressources minières

Thème

Caractérisation et valorisation par compostage de
déchets organique application pour amendement des
sols

Présenté par :

1-AOULMI Lokmane 2-TRIKI Fouad

3-CHOUKAL Oussama 4-BOUALLEG Mohamed elhadi

Devant le jury:

	Grade	Etablissement
Président : Amirech Abdelkarim	MCB	Université Larbi Tébessi-Tébessa
Rapporteur : Mansour Krim	MAA	Université Larbi Tébessi-Tébessa
Examineur : Aouati Salim	MAA	Université Larbi Tébessi-Tébessa

Promotion2023-2024

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de
la recherche Scientifique Université Larbi
Tébessi – Tébessa Faculté des Sciences et de
la Technologie Département Génie des Mines



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة العربي التبسي-تبسة
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم هندسة المناجم

Année universitaire :2023/2024

Tébessa le :25/09/2023

Lettre de soutenabilité

Nom et prénom des étudiants :

- 1-AOULMI Lokmane
- 2- TRIKI Fouad
- 3-CHOUKAL Oussama
- 4-BOUALLEG Mohamed elhadi

Niveau : 2^{ème} Année Master

Option : VALORISATION DES RESSOURCES MINIERES

Thème : Caractérisation et valorisation par compostage de déchets organiques, application pour amendement des sols

Nom et prénom du promoteur :

Sommaire	Signature de l'encadreur
Chapitre I Partie bibliographique 1-Les différents types de fertilisants organiques 2- Le compostage 3-La valorisation	
Chapitre II Matériels et méthodes	
Chapitre III Résultats et Discussion Conclusion et perspectives	



Remerciement

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Louange à **Allah** qui nous a permis d'atteindre le succès et la réalisation. Nous prions **Allah** d'accepter notre travail et d'y ajouter sa bénédiction.

Nous exprimons nos plus sincères remerciements et gratitude envers les personnes et les entités qui ont fourni un soutien inestimable tout au long de notre parcours éducatif.

Nous élevons nos cœurs dans la gratitude et la prière vers **Allah**, le Très-Haut, en demandant qu'Il accorde Sa miséricorde à l'enseignant en chef, "**Ben Ziat Hamza**", qui nous a apporté un soutien précieux et a grandement contribué à notre voyage éducatif.

Je remercie du fond du cœur l'enseignante en chef, "**Sonia Boudjabi**", pour ses conseils inestimables qui ont contribué à nous guider vers le succès et l'excellence.

De même, je ne peux qu'exprimer ma profonde reconnaissance envers l'assistant "**Karim mansour** " pour son soutien constant et son inspiration, qui nous ont aidés à développer nos compétences et à atteindre nos objectifs académiques.

Nous remercions également l'Université « **Cheikh Al-Shahid Al-Arabi Al-Tébessi** » pour avoir fourni un environnement éducatif exceptionnel et des opportunités d'apprentissage et de développement.

Ce n'est pas tout, nous tenons également à exprimer notre profonde gratitude envers le directeur de l'incubateur d'entreprises pour son soutien et les opportunités de croissance qu'il nous a offertes.

Enfin, nous remercions tous ceux qui nous ont soutenus et accompagnés tout au long de ce voyage. Nous ne pouvons qu'exprimer notre gratitude envers tous ceux qui ont contribué à la réalisation de nos rêves et au développement de nos compétences.

Dédicace

À mes chers parents, « Ammar » et « Bahria » qui ont toujours été ma source d'inspiration, de soutien et d'amour inconditionnel tout au long de ce voyage académique.

À ma précieuse sœur « Sondos » et à mon frère « Taha », dont le soutien constant et la présence ont été inestimables tout au long de cette aventure.

À mes amis, « Chiheb », « Amir », « Nejmou », « Oussama », « Seif », « Nejm » et « Imed », qui ont partagé avec moi des moments inoubliables et m'ont encouragé à poursuivre avec détermination.

À mes collègues, « TRIKI Fouad » et « CHOUKAL Oussama », dont la collaboration a été précieuse tout au long de cette aventure académique.

Ce mémoire est le fruit de nos expériences partagées, de notre persévérance collective, et de l'amour et du soutien indéfectibles que j'ai reçus de vous tous. Merci du fond du cœur pour avoir été à mes côtés dans cette belle aventure.

Avec gratitude, AOULMI Lokmane.

Dédicace

Je dédie ce travail en premier lieu, j'offre ces quelques mots à mes chers parents, « **Abd -El Rahman et Khadra** », qui ont toujours été à mes côtés, main dans la main, me fournissant un soutien et un amour infinis. Je prie Dieu de les protéger toujours, de prolonger leurs vies et de les maintenir en bonne santé. Les mots de gratitude et de dévouement ne suffisent pas à exprimer l'étendue de mon amour et de ma reconnaissance envers vous.

Et je prie du fond de mon cœur pour que Dieu me donne la réussite dans ma vie et à tous ceux qui m'ont aidé.

Quant à mes chers frères et sœur, « **Bilal** », « **Nada** », « **Soulaf** », et à mon fidèle ami « **Salim Haouichi** », vous êtes mes piliers et mon soutien, et je vous souhaite le succès et le bonheur en permanence.

De même, je ne peux que remercier mes chers amis, « **Necib houssine** » et « **Mouici Abd elkhalek** », et tous ceux qui m'ont soutenu dans mon voyage.

Enfin, j'adresse mes salutations et mes remerciements à tous mes partenaires dans ce projet, qui ont contribué à son succès avec dévouement et persévérance. Mes vœux de progrès et de prospérité vous accompagnent tous.

Avec gratitude, TRIKI Fouad.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en première lieu à mes chers parents qui ont sacrifié toute leur vie pour faire de moi ce je suis.

A Mes frères et Sœurs

A toute ma Famille.

À mes professeurs.

A tous mes Amis.

A toute la promotion de génie minier.

Avec gratitude, **CHOUKAL Oussama.**

Résumé

Le présent travail porte sur l'étude de l'effet du compost sur les paramètres de fertilité du sol et sur la production d'une plante fourragère (Le blé dur). Après préparation du compost, une expérimentation est réalisée dans des pots en plastiques dans la Faculté des Sciences exactes et sciences de la nature. Le dispositif expérimental comporte trois doses de compost qui sont amendées dans les pots de 6 kg de contenance. La dose DO= Zéro fertilisation, la dose D1= 150 g de compost /pot Et la dose D2 = 300 g de compost pot. Chaque niveau d'expérimentation est reproduit en trois répétitions.

L'analyse des paramètres de fertilité indiquent une amélioration significative en la teneur des nitrates à une teneur de 6.18mg/g de sol ; une augmentation dans la quantité des sels qui révèle une conductivité de 1246.66 $\mu\text{s}/\text{cm}$; aussi on note une élévation dans le stock organique du sol traité par le compost en comparaison avec les pots témoins

Le suivi de la plante montre une augmentation significative dans la production de la biomasse à une valeur de 0.155g MS/plant pour le niveau D2. On décèle aussi une légère évolution dans la surface des feuilles et leurs teneurs relative en eau.

Mots clés : compost ; fertilisation ; blé dur ; fertilité du sol ; production végétale.

Abstract

The present study focuses on the effect of compost on soil fertility parameters and the production of a forage plant (durum wheat). After preparing the compost, an experiment was conducted in plastic pots at the Faculty of Exact and Natural Sciences. The experimental setup consisted of three doses of compost: D0 = No fertilization, D1 = 150 g of compost per pot, and D2 = 300 g of compost/pot; which are amended in pots with a capacity of 6 Kg. Each experimental level was replicated three times.

Analysis of soil fertility parameters indicated a significant improvement in nitrate content to a level of 6.18 mg/g of soil, an increase in salt quantity revealing a conductivity of 1246.66 $\mu\text{s}/\text{cm}$, and an enhancement in organic matter content in pots that received compost compared to control pots. Plant monitoring showed a significant increase in biomass production at a value of 0.155g DW/plant for level D2. There was also a slight change in leaf surface and their relative water content.

Keywords: compost, fertilization, durum wheat, soil fertility, plant production.

الملخص

الدراسة الحالية تركز على تأثير السماد العضوي على معايير خصوبة التربة وإنتاج نبات علفي (القمح الصلب). بعد تحضير السماد العضوي، تم إجراء تجربة في أواني بلاستيكية في كلية العلوم الدقيقة وعلوم الطبيعة. تم تطبيق ثلاث جرعات من السماد العضوي على اواني سعتها 6 كجم تم تكرار كل مستوى تجريبي ثلاث مرات يتكون الاعداد التجريبي من: عدم التسميد = **D0**، غرام **D1=150**، غرام **D2=150**

أظهر تحليل معايير خصوبة التربة تحسناً ملحوظاً في محتوى النترات إلى مستوى 6.18 ملغ/جم من التربة، وزيادة في كمية الملح مما يشير إلى توصيلية بقيمة 1246.66 ميكرو سيمنس/سم، وانخفاض في محتوى المواد العضوية فالأواني التي تلقت السماد العضوي مقارنة بالأواني الضابطة. أظهر مراقبة النبات زيادة ملحوظة في إنتاج الكتلة النباتية بقيمة 0.155 جم/نبات للمستوى **D2**.

وكان هناك أيضاً تغيير طفيف في سطح الأوراق ومحتواها النسبي من الماء

كلمات مفتاحية: سماد عضوي، تسميد، القمح الصلب، خصوبة التربة، إنتاج نبات

Sommaire

REMERCIEMENT	4
DEDICACE	5
RESUME	9
ABSTRACT	10
الملخص	11
SOMMAIRE	12
LISTE DES TABLEAUX	14
LISTE DE FIGURES	15
INTRODUCTION	1
1. LA FERTILISATION	3
1.1. LA FERTILISATION MINERALE	4
1.2. LA FERTILISATION ORGANIQUE	5
1.3. LA BIO FERTILISATION	5
1.3.1. <i>Les types des bio fertilisants</i>	6
1.3.1.1. <i>Les fumiers</i>	6
1.3.1.2. <i>Le composte</i>	6
1.3.1.3. <i>Les boues résiduaires</i>	7
2. LE COMPOSTAGE :	9
1. GENERALITES SUR LE COMPOSTAGE :	9
2. LES DIFFERENTS TYPES DE COMPOST	10
2.1. LES COMPOSTS DE DECHETS INDUSTRIELS ET AGRICOLES	10
2.2. LES COMPOSTS D'EFFLUENTS D'ELEVAGE	10
2.3 LES COMPOSTS D'ORIGINE URBAINE	10
1.3. LES OBJECTIFS DU COMPOSTAGE	12
1.3.1. <i>L'équilibre dans le compostage</i>	12
1.3.2. <i>Les principaux paramètres du compostage</i>	13
1.3.3. <i>La qualité et la maturité du compost</i>	16
1.3.4 <i>Les méthodes empiriques</i>	17
2. LES INDICATEURS BIOLOGIQUES	18
3. LA VALORISATION	19
1. LA VALORISATION AGRONOMIQUE DU COMPOST	19

CHAPITRE II	20
MATERIELS ET METHODES	20
2. MATERIELS ET METHODES	21
2.1. LOCALISATION DE L'ESSAI	21
2.2. PREPARATION DU COMPOSTAGE	21
2.3 DISPOSITIF EXPERIMENTAL.....	22
2.4 DESCRIPTION DE L'EXPERIMENTATION	22
2.4. LES PARAMETRES CALCULES DU SOL	23
2.4.1 <i>Les paramètres physiques</i>	23
2.4.2 <i>Les paramètres chimiques</i>	23
2.5. LES PARAMETRES DE LA PLANTE	24
3. L'ETUDE STATISTIQUE.....	25
4 LES RESULTATS	25
4.1 LES PARAMETRES DU SOL	25
4.2 LES PARAMETRES DE LA PLANTE	28
5. DISCUSSION	32
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :	36
ANNEXES.....	43

Liste des tableaux

Tableau 1 : La nature des résidus organiques (Duplessis, 2006)	13
Tableau 2 : Paramètres de stabilité et de maturité (en % d'apparition dans la littérature) (Albrecht,2007	17
Tableau 3 : Valeurs agronomiques de composts d'ordures ménagères (Charnay, 2005)	19
Tableau 4 : Les caractéristiques du sol et du compost utilisés.	22

Liste de figures

Figure 1 : Résumé du processus lors d'un compostage : Schéma proposé par (Itävaara et al, 1995).....	9
Figure 2 : Les différents types de composts issus des déchets urbains (Francou, 2003).....	11
Figure 3 : Courbe théorique d'évolution de la température au cours du compostage (Francou ,2003).....	14
Figure 4 : Evolution de la température au cours de compostage.....	21
Figure 5 : Effet du compost sur la matière organique du sol.....	25
Figure6 : Effet du compost sur les Nitrates du sol.....	26
Figure7 : Effet du compost sur la CE du sol.....	27
Figure8 : Effet du compost sur le Ph du sol.....	27
Figure9 : Effet du compost sur l'Humidité du sol.....	28
Figure10 : Effet du compost sur la surface des feuilles.....	29
Figure11 : Effet du compost sur la Biomasse.....	29
Figure12 : Effet du compost sur la Teneur Relative en Eau (TRE).....	30

Introduction

Aujourd'hui, les changements démographiques, l'urbanisation rapide, les modes de consommation et l'ouverture à l'économie de marché ont considérablement transformé la nature des déchets urbains. La quantité totale de ces déchets a également fortement augmenté, notamment dans des villes telles que Tébessa, qui abrite plus de 200 000 habitants (Talbi et al,2023) – Tébessa)

Cette croissance significative en termes de masse et de diversité des déchets a mis en évidence les risques environnementaux et sanitaires associés à leur simple dépôt en décharge à ciel ouvert, ce qui constitue désormais une menace pour notre environnement (Pierre-Georges et Verdieu ,2020).

Cependant, la gestion inadéquate des déchets urbains ne découle pas seulement du manque de poubelles et de décharges publiques, mais également des comportements irresponsables des citoyens. Une solution pour réduire ces nuisances pourrait être le compostage des déchets solides domestiques. En effet, la valorisation des déchets ménagers par le compostage est susceptible de représenter la solution la plus durable (YEFSAH, 2017). A rajouter aussi que la région de Tébessa est constamment sujette à des contraintes environnementales. En effet ; la sévérité du climat qui caractérise les régions arides de l'Est Algérien joue un rôle important dans la dégradation de la fertilité du sol. Cette perte de fertilité impose une difficulté dans la restitution de la matière organique à partir des résidus végétaux qui diminuent suite à une restriction dans la couverture végétale.

Face à cette situation une prise de conscience a poussé les décideurs à prendre en charge la gravité de ce problème qui, dans certaines régions est devenu irréversible. Une initiative qui encourage à focaliser toutes les énergies dans la recherche de nouvelles technologies qui permettent de bien gérer la fertilité des sols dans ces régions. L'utilisation de matières organiques dans l'agriculture en tant que fertilisant agricole n'est évidemment pas nouvelle.

Récemment beaucoup d'intérêt est porté sur plusieurs bio solides organiques ; parmi lesquels figure le compost. Plusieurs études ont mis en évidence un effet positif du compost sur les propriétés du sol, et donc sur les rendements. Le compost fonctionnerait

comme une sorte d'éponge, retenant à la fois les nutriments, la matière organique et l'eau (Konate et al, 2022)

Le présent travail est axé sur le compostage des déchets d'origine mixte dans la région de Tébessa. Son objectif est d'évaluer la qualité du compost. Ainsi, notre projet est divisé en deux parties, chacune étant subdivisée en chapitres distincts. La première partie est dédiée à une revue bibliographique couvrant divers types d'engrais organiques, le processus de compostage et sa valorisation.

La deuxième partie expose notre méthodologie de travail, au début par la réalisation du compost et sa valorisation dans un essai expérimental : Ensuite, nous procédons à la présentation et à l'analyse des résultats obtenus, ainsi qu'à leur interprétation. Cette section se divise en deux points principaux : d'une part, les résultats concernant les paramètres physico-chimiques du compost, et d'autre part, les résultats relatifs à l'évaluation du comportement des plantes et du sol aux différentes doses de compost apportés au sol.

Chapitre I :

Synthèse Bibliographique

1. La fertilisation

- **A propos de la fertilisation**

La fertilisation repose sur l'utilisation des engrais soit chimiques ou (Minéraux) ou organique. Un engrais est une substance naturelle ou manufacturée, sous forme sèche ou liquide, ajoutée au sol dans le but de fournir un ou plusieurs nutriments essentiels aux plantes (Subhash, 2014). Ces produits contiennent un ou plusieurs éléments nutritifs végétaux indispensables qui, lorsqu'ils sont intégrés dans un système sol/plante, favorisent la croissance des plantes et/ou augmentent leur productivité en fournissant des éléments essentiels supplémentaires dont les plantes ont besoin (Benton et Jones, 2012). On distingue des engrais minéraux et organiques

1.1. La fertilisation minérale

Les plantes ont un besoin crucial et important en azote, phosphore et potassium pour leur cycle de croissance. Par conséquent, il est essentiel de régulièrement réapprovisionner le sol en ces éléments afin de maintenir une productivité optimale (Mouria et al, 2010). Les engrais minéraux, qui sont principalement d'origine minérale, jouent un rôle clé dans ce processus. Certains engrais sont extraits de gisements naturels de phosphate et de potasse, mais la plupart sont fabriqués par l'industrie chimique, d'où leur appellation d'engrais chimiques. En effet, les besoins en éléments minéraux varient selon le stade de développement de la culture, ce qui nécessite une fertilisation appropriée au bon moment et en quantité adéquate (Deblay et Charonnat, 2006). L'utilisation d'engrais chimiques reste une alternative pour augmenter la productivité agricole (Jean-Claude et Minten, 2003). Ces produits inorganiques sont indispensables pour garantir le succès de la production agricole en comblant les carences en fertilité du sol et en fournissant les nutriments essentiels aux plantes (Benton et Jones, 2012). Ils favorisent la croissance saine des jeunes plantes en leur offrant des conditions optimales. Les engrais minéraux se divisent en engrais simple (ex : Urée) et engrais composés (ex : Phosphate de potassium).

1.2. La fertilisation organique

Les matières organiques jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement global du sol. L'amendement de ces matières montre une influence déterminante sur les paramètres de fertilité du sol essentiellement les composantes physicochimiques et biologiques (Gérald et al, 2011). La matière organique a pour origine la décomposition de la matière fraîche des végétaux et des microorganismes (Thi-Phuong, 2014). Riche en carbone organique et en azote (Gregorich et al, 2008) ; elle assure une nutrition adéquate et une croissance végétative optimale (Abga, 2013).

La fertilisation organique du sol fait généralement référence à l'utilisation de fertilisants d'origine naturelle ou biologique, principalement dérivés des végétaux et du compostage des déchets, et parfois des déjections animales. Ces éléments sont mélangés avec le sol afin d'améliorer ses propriétés physicochimiques et biologiques (Francou, 2004).

1.3. La Bio fertilisation

Les bio fertilisants, également connus sous le nom de fertilisants biologiques, sont des préparations qui renferment des cellules vivantes ou dormantes de souches efficaces de micro-organismes. Lorsqu'ils sont appliqués via les semences ou le sol, ces bio fertilisants aident les plantes cultivées à absorber les nutriments grâce à leurs interactions dans la rhizosphère. Ils accélèrent certains processus microbiens dans le sol et augmentent la disponibilité des nutriments sous des formes facilement assimilables par les plantes. Ces bio- solides ont un potentiel considérable en tant que sources supplémentaires, renouvelables et respectueuses de l'environnement pour les besoins nutritionnels des plantes. (Kaur, 2016).

1.3.1. Les types des bio fertilisants

1.3.1.1. Les fumiers

Le fumier constitue une excellente source de nutriments pour les plantes, car une grande partie de l'alimentation des animaux provient des végétaux, et une grande partie de leur digestion se retrouve dans leurs excréments. Les propriétés physicochimiques et biologiques du fumier en font un amendement du sol extrêmement bénéfique (Mark, 2015). Selon Gérald et al. (2011), les fumiers stimulent à la fois la quantité et l'activité de la biomasse du sol, ainsi que la minéralisation de l'azote. En effet, l'activité des micro-organismes, mesurée par l'activité enzymatique, ainsi que le taux de minéralisation de l'azote, sont favorisés. Ces effets se manifestent sur une courte période, correspondant à une année de culture (Gérald et al, 2011).

1.3.1.2. Le composte

Le compostage est un processus de décomposition et de transformation "contrôlées" des déchets organiques biodégradables d'origine végétale et/ou animale, grâce à l'action de populations microbiennes diversifiées (Mark, 2015). Les composts sont principalement utilisés en agriculture pour augmenter ou maintenir la concentration de matière organique dans le sol. Leur comportement après incorporation dans le sol dépend de la stabilité de leur matière organique (OM) (Francou, 2004). (Shafawati et Siddiquee ,2013) définissent le compost comme un processus biologique interdépendant de transformation de la matière organique en produits utiles, résultant de la décomposition de la matière organique par l'action de divers organismes, tant microorganismes que micro-organismes, permettant la récupération, le recyclage, le traitement et l'élimination des déchets d'origine naturelle.

L'utilisation des composts en agriculture biologique est autorisée sous réserve de la reconnaissance des besoins par l'organisme de contrôle. Les composts provenant d'effluents d'élevage (à l'exception de l'élevage hors-sol), de déchets verts et de bio déchets peuvent être utilisés dans l'agriculture biologique. Cependant, il est essentiel que ces composts aient des teneurs très faibles en métaux lourds (Ros et al, 2017).

Traditionnellement, les matières à composter sont généralement regroupées en deux catégories distinctes : les déchets verts et les déchets bruns. Les déchets verts font référence aux déchets alimentaires et aux déchets de jardin de couleur verte, tandis que les déchets bruns désignent les déchets de jardin de couleur brune. Lors de la fabrication du compost, il est crucial d'obtenir un mélange adéquat de ces deux types de déchets afin d'éviter les mauvaises odeurs et de produire un compost de haute qualité. Les composts sont principalement utilisés en agriculture comme support de culture (Francou, 2004).

Ces déchets sont désormais considérés comme une ressource grâce au développement de processus de compostage rentables et de systèmes efficaces de valorisation énergétique (Larbi, 2006).

1.3.1.3. Les boues résiduaires

Les boues résiduelles sont les résidus sédimentaires issus des processus de traitement ou de prétraitement biologique, physique ou physico-chimique des eaux usées générées par les stations d'épuration (STEP) urbaines ou industrielles (Damien, 2013).

En fonction des différentes étapes de traitement des eaux usées, différents types de boues sont obtenues avec des caractéristiques distinctes.

-Les boues primaires

Ces boues sont générées par la décantation des particules en suspension (MES) présentes dans les eaux usées, permettant ainsi de retenir jusqu'à 70 % de ces particules. Toutefois, avec les avancées dans la conception des stations, la production de ce type de boues est en diminution (Azabi, 2012).

- Les boues secondaires (Les boues physico-chimiques)

Il s'agit d'une variation du type précédent où les matières organiques sous forme particulaire ou colloïdale présentes dans les eaux usées sont agglomérées en ajoutant un réactif coagulant tel que des sels de fer ou d'aluminium. Cela permet de capturer et de séparer jusqu'à 90 % des particules en suspension par décantation, ce qui conduit à la formation de boues contenant une quantité significative de sels minéraux provenant des eaux brutes et du réactif coagulant utilisé (Azabi, 2012).

-Les boues biologiques

Les boues sont principalement constituées des résidus de bactéries "cultivées" dans les installations de traitement des eaux usées. Ces bactéries se nourrissent des matières organiques présentes dans les eaux usées et les décomposent. Afin de maintenir une activité biologique optimale dans la station d'épuration, une partie de la masse bactérienne, appelée "biomasse en excès", doit être régulièrement prélevée. Cela permet de maintenir la dynamique de reproduction des bactéries (Azabi, 2012).

- Les boues mixtes

Il s'agit de la combinaison des boues biologiques et des boues primaires présentes dans les stations d'épuration munies d'un processus de traitement complet (Chakri et Lounaci, 2013).

-Les boues compostées

Le compostage des boues pâteuses est une méthode de fermentation aérobie qui vise à stabiliser, à assainir et à sécher biologiquement les boues. Au cours de ce processus, la matière organique présente dans les boues est décomposée et transformée en un compost riche en humus (Chakri et Lounaci, 2013).

2. Le compostage :

1. Généralités sur le compostage :

Définitions :

Le compostage est un processus méthodique de décomposition des éléments organiques d'origine végétale et animale. Cela se produit grâce à une série d'interactions microbiennes dans un environnement aéré, provoquant une augmentation de la température. Ce processus aboutit à la création d'une substance organique enrichie et stabilisée. Le résultat final est connu sous le nom de compost, qui est une matière riche en composés organiques. (Bayard R et al ,2001)

D'autre le compostage est un processus complexe et dépend de plusieurs facteurs physiques, chimiques et biologiques pour son bon déroulement, comme l'a noté (l'ITAB ,2001d). En résumé, le compostage est un processus de décomposition et de transformation contrôlée de déchets organiques biodégradables en un produit stabilisé, sous l'action de populations microbiennes diversifiées évoluant en milieu aérobie. La figure suivante montre les conditions du déroulement du compostage.

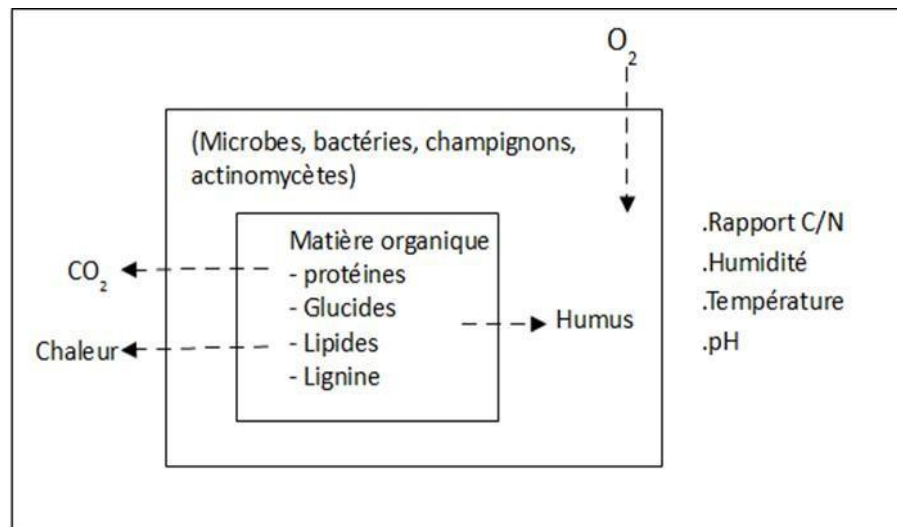


Figure 1 : Résumé du processus lors d'un compostage : Schéma proposé par (Itävaara et al , 1995).

2. Les différents types de compost

Selon l'origine des déchets compostés, il est possible de faire une distinction entre différentes catégories :

2.1. Les composts de déchets industriels et agricoles

Dans les régions sahariennes, le compostage des sous-produits du palmier dattier offre plusieurs avantages en tant que source d'amendement des sols. Cela inclut la fertilisation, l'amélioration de la capacité de rétention en eau des sols et l'assainissement des palmeraies (Romani et al, 2007).

2.2. Les composts d'effluents d'élevage

Le compostage des effluents d'élevage est une pratique répandue et ancienne, principalement utilisée dans les régions où l'élevage est intensif. Le fumier de bovins est le compost le plus couramment utilisé, mais des composts à base de fumier d'ovins et de volailles sont également produits (Leclerc, 2001). Cependant, cette pratique n'est pas courante dans les régions sahariennes, où l'élevage n'est pas intensif.

2.3 Les composts d'origine urbaine

Les composts urbains sont composés d'une variété de matériaux compostables provenant de différentes sources, Ces catégories comprennent les déchets verts, les ordures ménagères, les ordures ménagères résiduelles, la fraction fermentescible et les boues provenant des stations d'épuration urbaines (Figure2)

Le succès du compostage des déchets urbains dépend en grande partie de la demande en compost, particulièrement dans le secteur agricole (Francou, 2003). Il est donc crucial d'obtenir un compost de qualité agronomique élevée. Pour cela, les déchets urbains compostables peuvent être divisés en plusieurs catégories :

- **Les déchets ménagers :** Les déchets domestiques générés par les ménages peuvent être classés en plusieurs catégories, y compris les déchets putrescibles tels que les restes de cuisine et les déchets verts, ainsi que les papiers-cartons, les (CNC), les combustibles non classés et les fines contenant suffisamment de matière organique. Il est nécessaire de collecter ces déchets séparément.

- **Les déchets verts :** Les déchets verts désignent l'ensemble des déchets d'origine végétale provenant de l'entretien des espaces verts tels que les terrains de sport, les jardins publics ou privés, comprenant notamment les tontes de pelouse, les branches d'arbres coupées et les feuilles.
- **Les boues d'épuration de stations urbaines :** Les boues d'épuration des stations urbaines proviennent du traitement des eaux usées des villes. Selon la définition du Comité Européen de Normalisation, elles sont composées d'un mélange d'eau et de matières solides. En raison de leur teneur en humidité élevée, ces boues doivent être mélangées avec un matériau structurant tel que des déchets verts ou de la sciure de bois pour être compostées

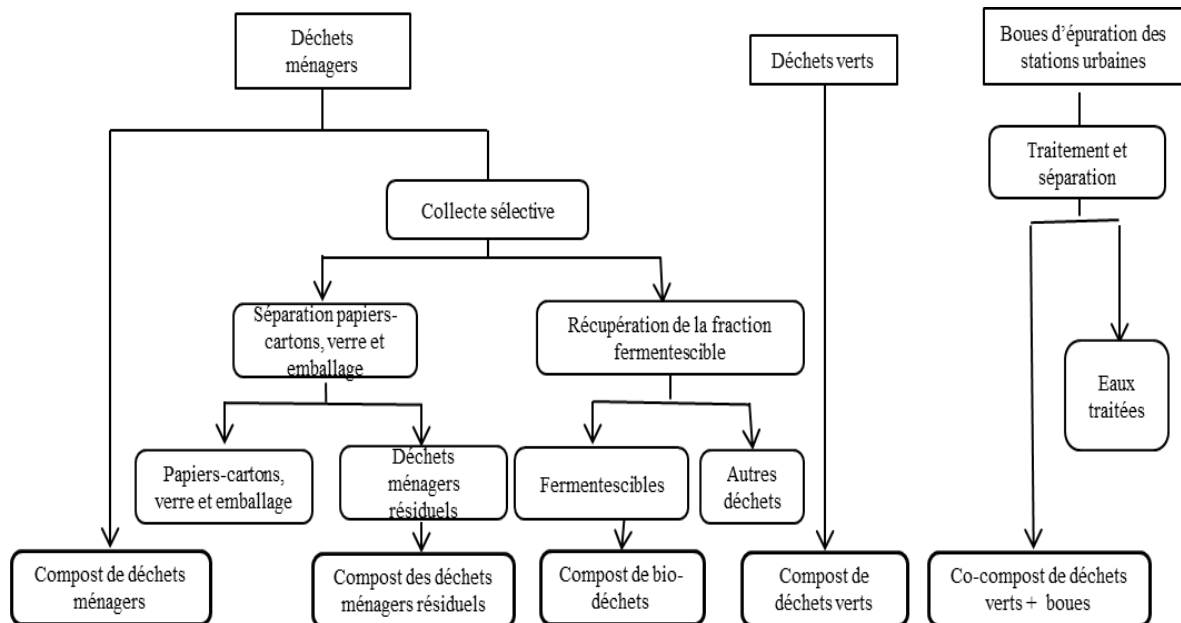


Figure 2 : Les différents types de composts issus des déchets urbains (Francou, 2003).

1.3. Les objectifs du compostage

Le compostage est une méthode biologique utilisée pour traiter les déchets organiques, et peut avoir plusieurs objectifs, tels que : la stabilisation du déchet pour réduire les pollutions et les nuisances résultant de son évolution biologique, la diminution de la masse des déchets pour réduire le gisement et la production d'un compost valorisable pour amender les sols agricoles. La stabilisation de la matière organique est atteinte par une hygiénisation et est appelée la stabilisation biologique ou la bio-stabilisation.

1.3.1. L'équilibre dans le compostage

Pour obtenir un compost de qualité, il est essentiel de maintenir un équilibre entre les matières utilisées, en combinant les "verts" riches en azote et les "bruns" riches en carbone (Duplessis, 2006). Le tableau ci-dessous fournit des informations pour distinguer les matières compostables de celles à éviter.

Tableau 1 : La nature des résidus organiques (Duplessis, 2006)

Matières riches en azote (Les verts)	Matières riches en carbone (Les bruns)		Matériaux à ne pas composter	
	Restes de fruit	Paille/foin	Serviettes de papier	Cendre de bois
Restes de légumes	Sciures de bois	Pâtes alimentaires, pain	Plante ou feuillage malade	Os
Coquilles d'œufs (calcium)	Papier (préférable de le recycler)	Tissus naturels (lin, laine, cuir, coton, etc.)	Excréments d'animaux : chat ou chien,	Produits laitiers
Fumier mature	Marc de café (filtre inclus)	Litière d'oiseaux, plumes	Briquettes de B.B.Q.(Barbecue)	Huile (gras)
Tontes de gazon fraîches	Feuilles d'arbre séchées	Écales de noix, Noyaux	Mauvaise herbe montée en graine	Plastic
Algues	Cheveux/ongles	Terre (riche en minéraux)	Poussière d'aspirateur	Métaux

1.3.2. Les principaux paramètres du compostage

➤ La teneur en eau

L'humidité du substrat utilisé pour le compostage est essentielle à la survie des organismes vivants impliqués dans le processus de compostage (Yulipriyanto, 2001). La décomposition de la matière organique est entravée lorsque la teneur en eau descend en dessous de 20%. À l'inverse, si elle dépasse 70%, l'eau commence à remplir les espaces vides des déchets, ce qui empêche les échanges d'oxygène et crée des conditions favorables à l'anaérobie (Ramdani, 2015).

➤ Le pH

Le pH est un facteur crucial qui influence la plupart des réactions biochimiques catalysées par les enzymes, ce qui affecte la disponibilité des nutriments et la solubilité des éléments minéraux pour les micro-organismes (Chennaoui et al, 2016). En général, les composts immatures sont caractérisés par des pH acides, tandis que les composts matures présentent des valeurs de pH comprises entre 7 et 9 (Forster et al, 1993).

➤ La température

La température du compost évolue en fonction de la chaleur générée par l'activité des microorganismes, qui dépend de la biodégradabilité du substrat et de sa composition en nutriments (Lashermes, 2010). Le processus de compostage se déroule en quatre phases distinctes, déterminées par les variations de température (Francou, 2003).

Dans ce contexte, **la Figure 2** représente les différentes phases successives du processus de compostage, parmi lesquelles se trouve une phase particulièrement thermophile.

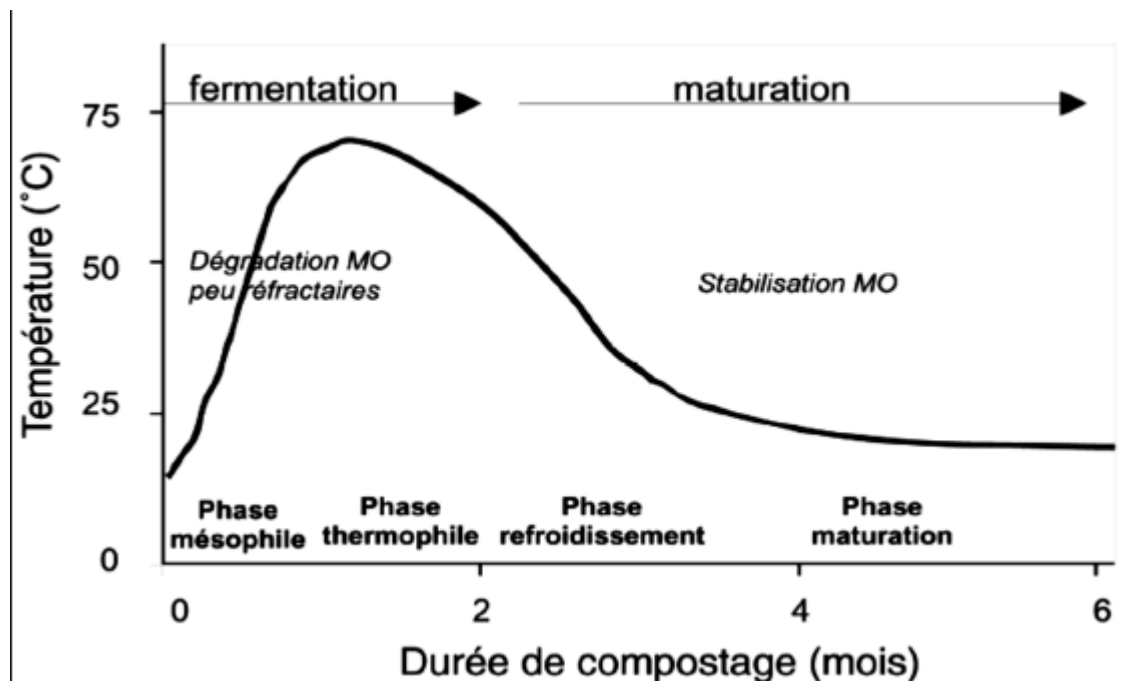


Figure 3 Courbe théorique d'évolution de la température au cours du compostage

(Francou ,2003)

- **La phase de refroidissement**

Au cours de cette phase, on observe une réduction de la quantité de matières organiques facilement dégradables, ce qui entraîne un ralentissement de l'activité microbienne. Cette diminution de l'activité microbienne contribue au refroidissement du compost.

- **La phase de maturation**

La phase de maturation du compost est caractérisée par la prédominance des processus d'humification, où les matières organiques se transforment en substances plus stables. Pendant cette phase, les composés résistants se dégradent lentement. La maturation du compost se poursuit jusqu'à ce qu'il soit prêt à être utilisé.

- **Conductivité électrique**

La teneur en sels du compost est directement liée à sa conductivité. La conductivité du compost est grandement influencée par sa teneur en nutriments (Slimani, 2005).

- **Le rapport C/N**

D'après Larbi (2006), le rapport carbone/azote (C/N) est un paramètre crucial qui est influencé à la fois par la composition des matériaux entrants dans le compostage et par le degré de maturation du compost. Un rapport C/N élevé dans le compost peut entraîner une immobilisation de l'azote du sol, car les micro-organismes du compost utilisent l'azote pour dégrader les substances ligneuses.

- **La teneur en matière organique totale**

La minéralisation du compost fait référence à la réduction de la matière organique totale au cours du processus de dégradation biologique du substrat (Houot et al., 2002). Les pertes en matière organique totale pendant le processus de compostage peuvent représenter entre 20 et 60% du poids initial de la matière organique totale (Charnay, 2005). L'évolution de la matière organique au cours du compostage implique nécessairement deux phases : la dégradation et l'humification (Leclerc, 2001).

1.3.3. La qualité et la maturité du compost

L'utilisation du compost comme amendement et source de nutriments pour les plantes nécessite de prendre en compte sa qualité, ce qui est crucial (Amir,2005). Selon Albrecht (2007), deux approches distinctes permettent de décrire la qualité du compost.

La première est la stabilité de la matière organique à la fin du processus de compostage, estimée par la biodégradation et l'humification des matières organiques.

La seconde est la maturité du compost, considérée comme atteinte quand la matière organique est stable et qu'il n'a pas d'effet inhibiteur sur la croissance des plantes. Cependant, les composts immatures peuvent avoir des effets négatifs sur la croissance et le développement des plantes, leur toxicité peut être évaluée par des tests de phytotoxicité.

Les tests de croissance de plantes, de germination et de développement racinaire sont les moyens les plus couramment utilisés. Ces tests sont effectués sur différents végétaux et les doses de compost incorporé varient de 0 à 100%.

Plusieurs facteurs peuvent causer de la phytotoxicité, comme un excès d'ammoniac, des acides organiques, des agents pathogènes, des métaux, une forte salinité, un échauffement racinaire et une immobilisation de l'azote. Bien que la stabilité d'un compost diminue la phytotoxicité, certains composts très stables peuvent encore être toxiques en raison de leur salinité, qui n'est pas liée à leur stabilité. De plus, l'effet dépressif du compost sur les cultures dépend des doses appliquées et de la sensibilité des plantes, et n'est pas toujours lié aux paramètres de qualité du compost. Le compost doit respecter des normes, comme la norme AFNOR U44 051 en France, qui fixe des teneurs minimales en matière organique et en eau et des valeurs limites en éléments traces métalliques, en polluants organiques, en micro-organismes et en éléments inertes et impuretés.

L'évaluation de la stabilité et maturité du compost repose sur plusieurs critères qui doivent être réalisés synchroniquement. En effet, aucun de ces critères ne peut à lui seul garantir la qualité du compost. C'est plutôt l'ensemble de ces critères qui permettent d'évaluer et de contrôler efficacement la stabilité et la maturité du compost. (Tableau 2).

Tableau 2 : Paramètres de stabilité et de maturité (en % d'apparition dans la littérature)
(Albrecht,2007).

Stabilité	%	Maturité	%
Activité biologique ou respiratoire	36	Effet sur les plantes	45
Degrés ou stade de décomposition	20	Degré de décomposition (C/N)	20
Mauvais odeurs	14	Activité biologique ou respiratoire	11
Consommation d'azote	8	Bénéfice agraire (texture, rétention d'eau...)	9
Disponibilités des nutriments	6	Odeurs	9

1.3.4 Les méthodes empiriques

Le but est d'examiner le compost. Selon Albrecht (2007), un compost mature doit présenter les caractéristiques suivantes :

- Il ne dégage pas d'odeur d'ammoniac ;
- Sa température est faible même si l'humidité reste adéquate ;
- Il est granuleux, de couleur sombre et dégage une odeur de terre ;
- On peut y trouver des arthropodes tels que les cloportes et les mille-pattes ;
- Les composants d'origine ne sont plus visibles à l'œil nu.

Les caractéristiques physico-chimiques

Les caractéristiques chimiques sont souvent utilisées dans les études de recherche pour évaluer la maturité du compost. Ces caractéristiques incluent le pH, le rapport carbone/azote (C/N), la capacité d'échange cationique (CEC), le rapport $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$, le rapport d'humification (acide humique/acide fulvique), etc.

2. Les indicateurs biologiques

Lors de leurs études sur les matières organiques humifiées ou les substances humiques, plusieurs auteurs ont mentionné l'importance du rapport acide humique sur acide fulvique (AH/AF). C'est un indicateur de la maturité des composts qui implique une séparation de la matière organique en humine, acides humiques et fulviques. D'après plusieurs études, dont celles menées par (Veeken et al,2000), (Jouraiphy et al,2005) et (Huang et al,2006), le rapport acide humique sur acide fulvique (AH/AF) augmente au cours du compostage. Les résultats concordent avec des valeurs inférieures à 1 pour les composts immatures et supérieures à 1 ou 3 pour les composts mûrs.

Les teneurs en éléments traces métalliques (ETM)

L'accumulation de quantités importantes d'éléments traces métalliques (ETM) dans les sols peut provoquer une pollution à long terme. Si les déchets ne sont pas triés à la source, les composts issus de ces déchets peuvent contenir des niveaux élevés d'ETM. La teneur en ETM dans les composts est un critère de qualité important et doit respecter les normes recommandées.

Certains ETM, tels que le zinc, le cuivre, le chrome, le molybdène et le bore, sont indispensables aux processus biologiques et à la production agricole. D'autres, tels que le cadmium, le plomb, le nickel, le mercure et l'étain, n'ont aucune utilité. Cependant, tous ces éléments sont potentiellement polluants, selon leur concentration et leur forme chimique dans l'environnement (sols, air, eau, sédiments). Les métaux provenant des activités humaines sont souvent sous des formes réactives et peuvent causer des risques pour l'environnement.

La teneur en ETM et la présence d'éléments indésirables ont conduit à la création de deux types de composts (A et B), en fonction de leur utilisation finale.

Le compost de type A peut être utilisé à toutes les fins, à condition qu'il respecte les limites recommandées pour la teneur en ETM. Ce type de compost peut être obtenu à partir de résidus solides municipaux triés à la source, de bio solides municipaux, de bio solides d'usines de pâtes et papiers ou de fumiers. En revanche, le compost de type B est soumis à des restrictions d'utilisation, car il peut contenir des niveaux plus élevés d'ETM.

3. La valorisation

1. La valorisation agronomique du compost

Le potentiel des composts à améliorer la fertilité du sol peut être défini comme leur valeur agronomique. Les composts sont riches en matières organiques et en composés minéraux tels que l'azote, le phosphore, le potassium, le manganèse et les oligo-éléments, qui peuvent améliorer la fertilité du sol (Soumaré et al, 2003). Plusieurs études ont montré que l'application de composts sur le sol cultivé, seuls ou combinés à des engrais minéraux, a augmenté la production de certaines cultures (Mamo et al, 1999). Bien que les composts puissent agir comme des engrais chimiques en enrichissant le sol en N, P, K, leur principal effet en tant qu'amendements organiques est d'améliorer la stabilité physique, biologique et chimique du sol (De Bertoldi et al, 1983). Les composts sont également une source d'oligo-éléments tels que le phosphore, le potassium, le magnésium et le calcium, qui peuvent être apportés par les déchets urbains (Charnay, 2005). Le Tableau 29 montre les valeurs agronomiques de différents composts produits à partir de déchets urbains.

Tableau 3 : Valeurs agronomiques de composts d'ordures ménagères (Charnay, 2005).

Eléments fertilisants	Unités	Mali (Soumaré et al., 2003)	Guinée (Matejka et al., 2001)	Benin (Soclo et al., 1999)	France (Bajon et al., 1994)	Espagne (Pascual et al., 1999)	Togo (Koledzi, 2011)
pH	pH	8,5	8,5	7,8	8	7,5	9,3
K ₂ O	mg/g MS	10,6	10,9	6,2	0,8	5,8	17,3
CaO	mg/g MS	90	57,5	54,6	3,4	-	16,2
MgO	mg/g MS	4,6	7,5	3,6	0,5	-	2,8
P ₂ O ₅	mg/g MS	0,92	10,5	45,8	0,4	9,6	13,6
C/N	-	11,68	13,6	17,6	14,7	9,2	24

Chapitre II

Matériels et méthodes

2. Matériels et méthodes

2.1. Localisation de l'essai

La réalisation du compostage s'est déroulée dans le laboratoire de département des mines et géo technologie (Université, Chahid Cheikh Larbi Tébessi, Tébessa) durant l'année 2022-2023. ; Après obtention du compost on a reproduit un essai de valorisation

L'objectif fixé était de démontrer l'effet du compost sur l'évolution des paramètres de fertilité du sol. Evaluer aussi l'effet de cet amendement sur la productivité d'une plante de blé.

2.2. Préparation du compostage

La préparation du compost est faite la date du 1 juin 2023. La technique consiste à mélanger dans de grand récipient de (30 l) de contenance trois fractions de (60% déchets verts / 20% les restes des fruits et légume / 20% fumier)

le récipient une fois rempli, il est recouvert hermétiquement par un couvercle en plastique puis mis à l'extérieur pour le déroulement de la dégradation des matières organiques apportées. Un prélèvement de la température est effectué tous les jours (Les résultats figurent dans la figure)

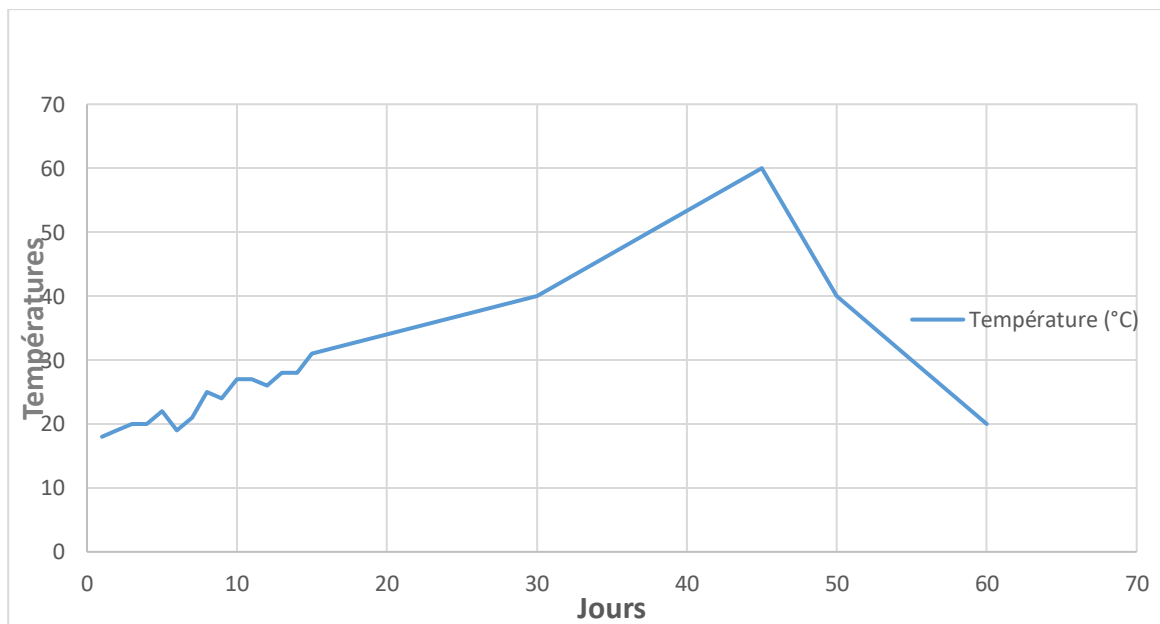


Figure 4 : Evolution de la température au cours de compostage

2.3 Dispositif expérimental

L'expérimentation a été faite dans des Pots en plastiques semblables de 6Kg de contenance. Un seul facteur est pris dans cette étude « Effet amendement ».

Les doses de compost apportées sont : D0 = Témoin sans composte, Dose D₁ = 150g de composte /pot et la dose D₂= 300 g de composte /Kg de sol). Chaque niveau de traitement est reproduit en 3 répétitions. Dans l'expérimentation 3 répétitions sont prises pour chaque paramètre dosé ou calculé dans le sol et aussi la plante.

2.4 Description de l'expérimentation

Les pots ont été remplis avec du sol ramené de la région rue de bakaria à Tébessa Le sol et le compost ont été soumis à une analyse chimique préalable pour déterminer les caractéristiques chimiques et physiques qui figurent dans le Tableau 5. Le composte a été bien séché avant qu'il ne soit amendé dans les pots.

Tableau 4 : Les caractéristiques du sol et du compost utilisés.

Les paramètres testés	SOL	COMPOSTE
Humidité (%)	12.75	36.17
PH	7.7	7.7
CE (µS/cm)	713.16	1895
Nitrates (mg/g de sol)	1.32	0.97
Matière organique (%)	0.041	43.54

Le semis des grains du blé (*Triticum Durum*) est établi à la date 24 Juillet 2023 dans chaque pot on a mis 8 grains, une fois arrosés, les pots sont placés dans la serre de la faculté ; l'apport des doses du compost a été fait la même date. Les grains du blé (*Triticum Durum*) sont rapportés de l'OAIC de Tébessa. Le suivi de l'irrigation a été mené en prenant en compte la capacité aux champs du sol (déterminée au début de l'expérimentation).

2.4. Les paramètres calculés du sol

2.4.1 Les paramètres physiques

Le pH et la conductivité du sol sont estimés sur un filtrat obtenu après agitation de 20g de sol dans 50ml d'eau distillée du sol pour une durée de 10 mn. (Pielain et Mathieu, 2003). L'humidité est calculée par la différence du poids entre une prise de X g de sol humide et X g de ce sol après séchage selon la formule suivante.

$$\text{Humidité} = \frac{P_h - P_s}{P_h}$$

2.4.2 Les paramètres chimiques

- **Le carbone organique**

Pour calculer le carbone organique chaque échantillon est oxydé avec le bichromate de potassium (en milieu acide). L'excès de bichromate non réduit par le carbone organique est alors titré par une solution réductrice de sels de Mohr (le sulfate ferreux). Ce titrage se fait en présence d'un indicateur coloré, la diphenylamine qui vire au vert foncé ; lorsque l'excès de bichromate est réduit (**Walkley et Black, 1934**) *in* (**Pielain et Mathieu, 2003**)

Le taux de carbone est calculé selon la formule :

$$C\% = \frac{X - X'}{P} \times 0.3$$

X = Le volume de titration du témoin en ml

X' = Le volume de titration de l'échantillon en ml.

P = La prise d'essai (Poids du sol).

- **Les nitrates**

L'évaluation des nitrates est faite selon le protocole de (Slawyk, et Rodier, 1986). Chaque échantillon (10g) de sol est agité dans 100 ml d'eau distillée pendant 1h. Après à 10 ml du filtrat on ajoute 1 ml de salicylate de sodium. On passe le contenu pour évaporation à sec dans l'étuve portée à 75-80C°.Après refroidissement, on reprend le résidu par 2ml d'acide sulfurique et 15 ml d'une solution d'hydroxyde de sodium et tartrate double de sodium et de potassium. Une couleur jaune se développe.

La lecture des échantillons est faite à la longueur d'onde 415 nm. La teneur des nitrates est déduite par l'équation d'étalonnage suivante : $Y=0,1729 X - 0,1545$, ($R^2=0,9861$).

2.5. Les paramètres de la plante

- **La biomasse**

Le calcul de la biomasse repose sur la pesée de l'ensemble des plantes obtenues dans chaque pot par une balance de précision.

- **La surface des feuilles**

Le prélèvement de la surface foliaire est fait au stade quatre feuilles (6 septembre). Ce paramètre est calculé selon la formule suivante : Longueur x largeur x 0.75 (**Breda, 1999**). Après avoir calculé la surface des feuilles.

- **La teneur relative en eau (TRE)**

La teneur relative ne eau est estimée selon la formule suivante

Deux feuilles pour chaque répétition sont prélevées et pressées pour avoir le poids frais (PF) ; mises dans des tubes a essais remplis d'eau pour une durée de quatre heures puis repesées une deuxième fois pour avoir le poids à la turgescence (PT).Les feuilles sont mises dans l' étuve pour séchage jusqu' a avoir un poids sec stable (PS)

$$\text{Humidité} = \frac{P_f - P_s}{P_T} - P_s \times 100$$

P_f : Poids Frais

P_s : Poids sec

P_T : Poids à la Turgescence

3. L'étude statistique

Les résultats obtenus sont soumis à une Anova à un seul facteur, le test est fait au niveau $\alpha = 0.05$; Le logiciel utilisé est STATISTICA 13.0.

4 Les résultats

4.1 Les paramètres du sol

L'analyse de la variance indique que l'apport du compost améliore significativement le taux de la matière organique ($P=0.002$) ; les nitrates ($P=0.001$) et aussi la conductivité électrique ($P=0.008$). Les moyennes allouées au carbone montrent une augmentation dans les pots traités par le compost, on décèle 0.024% pour le niveau D0 cette teneur augmente avec la dose D2 à 0.55% (Fig5) :

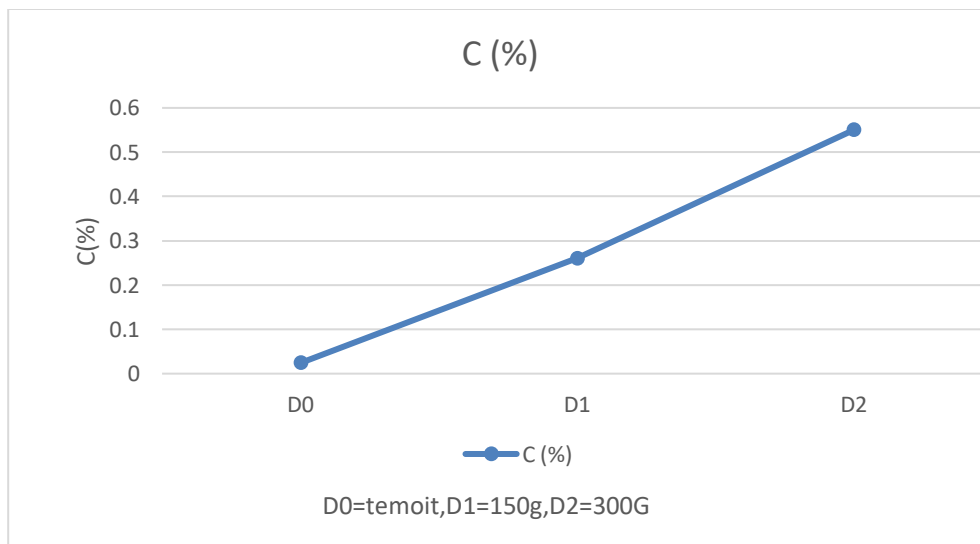


Figure 5 : Effet du compost sur la matière organique du sol

La valeur des nitrates augmente avec l'augmentation des doses de compost. On obtient une teneur de 1.32 mg/g de sol pour D0 et 2.32mg/g pour D1 alors que D2 détient la plus haute teneur 6.18mg/g soit une amélioration trois fois la valeur initiale (Fig.6)

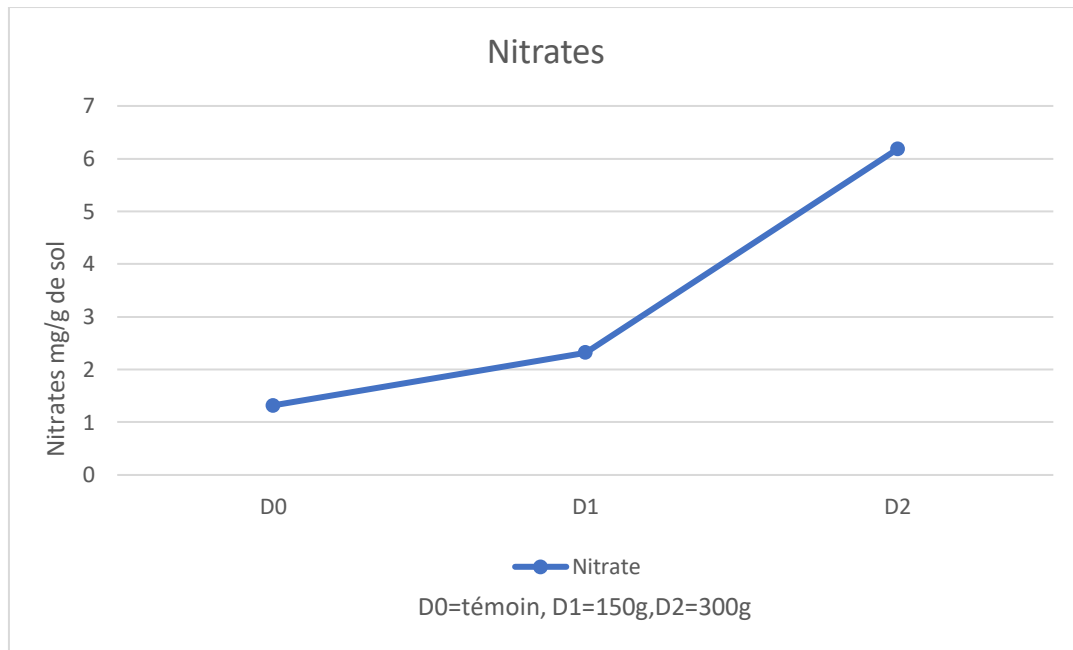


Figure6 : Effet du compost sur les Nitrates du sol

Concernant la conductivité électrique (CE) ; on observe la même tendance que celle des nitrates. Les résultats indiquent pour la dose D0 = 713.16 μ S/cm et D2 = 1246.66). μ S/cm

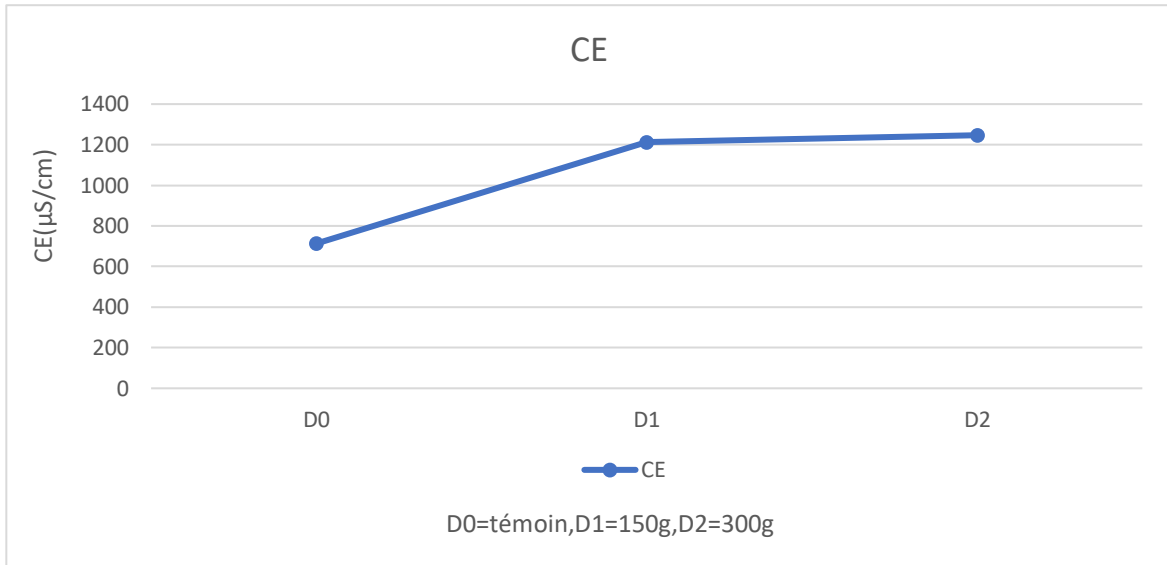


Figure7 : Effet du compost sur la CE du sol

Les moyennes obtenues pour le pH et l'humidité du sol varient légèrement par rapport au témoin (D0). L'analyse de la variance indique à ce propos un effet non significatif pour le pH ($P=0.229$) et aussi ($P=0.188$) pour la teneur en eau dans le sol. Cependant avec la dose D2 le pH est égal 7.8 supérieures à D0 = 7.7(fig7). La plus haute humidité (24.42 %) est allouée à la dose D2 (fig8)

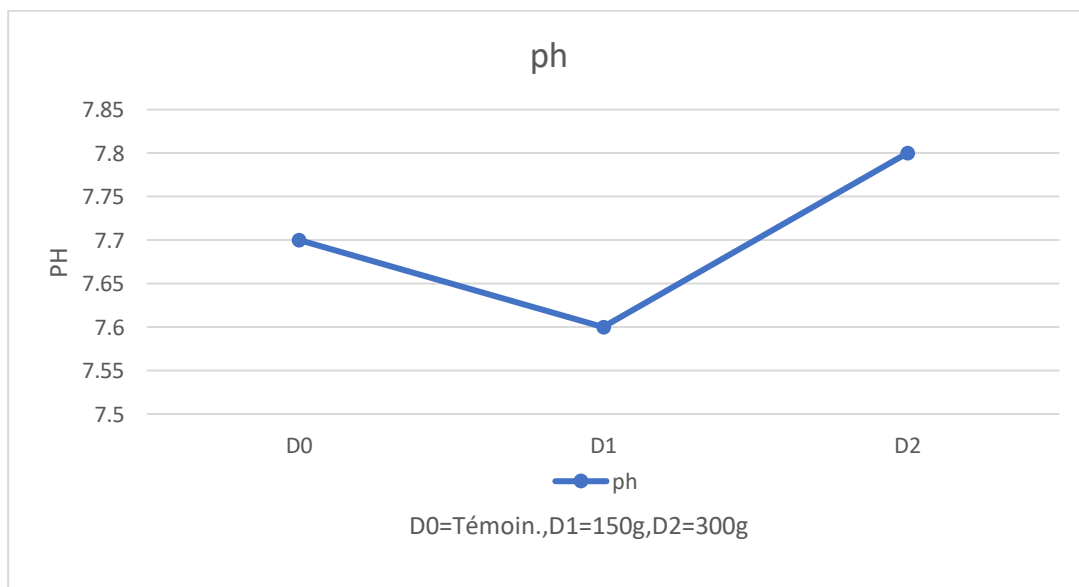


Figure 8 : Effet du compost sur le Ph du sol

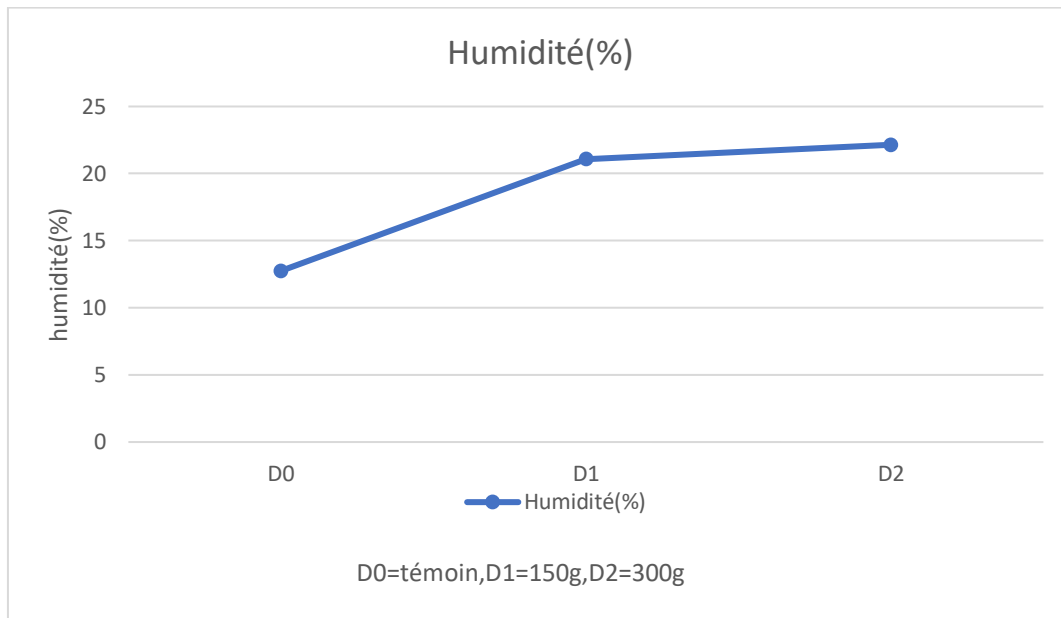


Figure9 : Effet du compost sur l'Humidité du sol

4.2 Les paramètres de la plante

L'analyse de la variance montre un effet significatif uniquement pour la biomasse ($P=0.005$) ; La teneur relative en eau ($P=0.354$) et la surface des feuilles ($P=0.560$) notent un effet non significatif. Pour la surface de feuilles La dose D2 note une 4.45 cm^2 ; une valeur supérieure à celle du témoin 3 cm^2 (Fig9). Concernant la biomasse ; il apparaît selon l'étude des moyennes obtenues qu'avec le compost il se forme une biomasse sèche de 0.155 g/plant avec la dose D2 et 0.117 g/plant pour les plantes témoins (Fig10). Le remplissage des feuilles décèle que la plus haute teneur en eau des feuilles est de 71.78% allouée la dose D2 (Fig11).

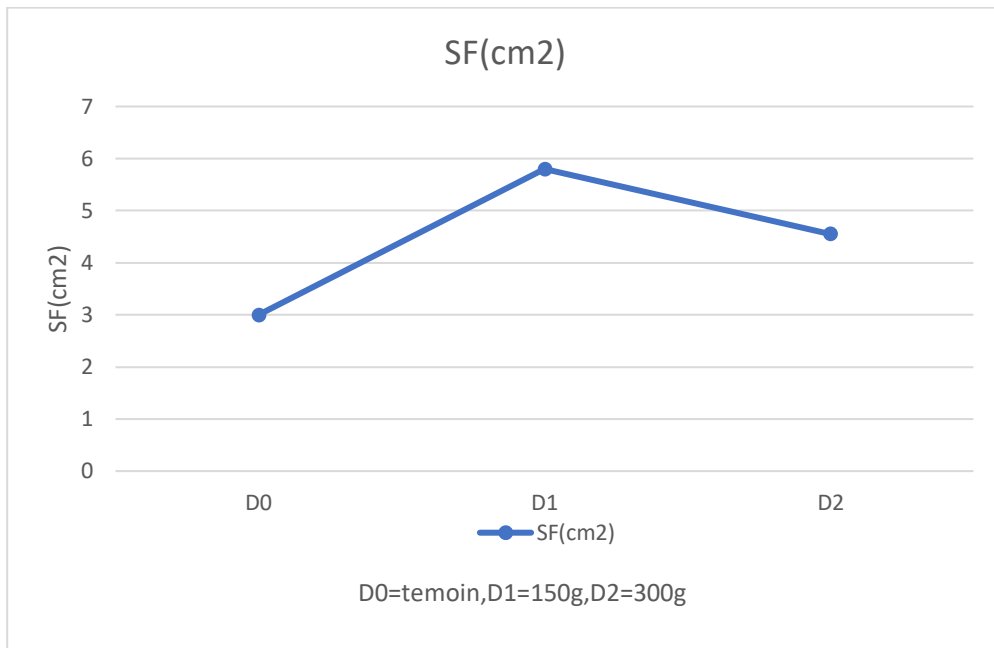


Figure10 : Effet du compost sur la surface des feuilles

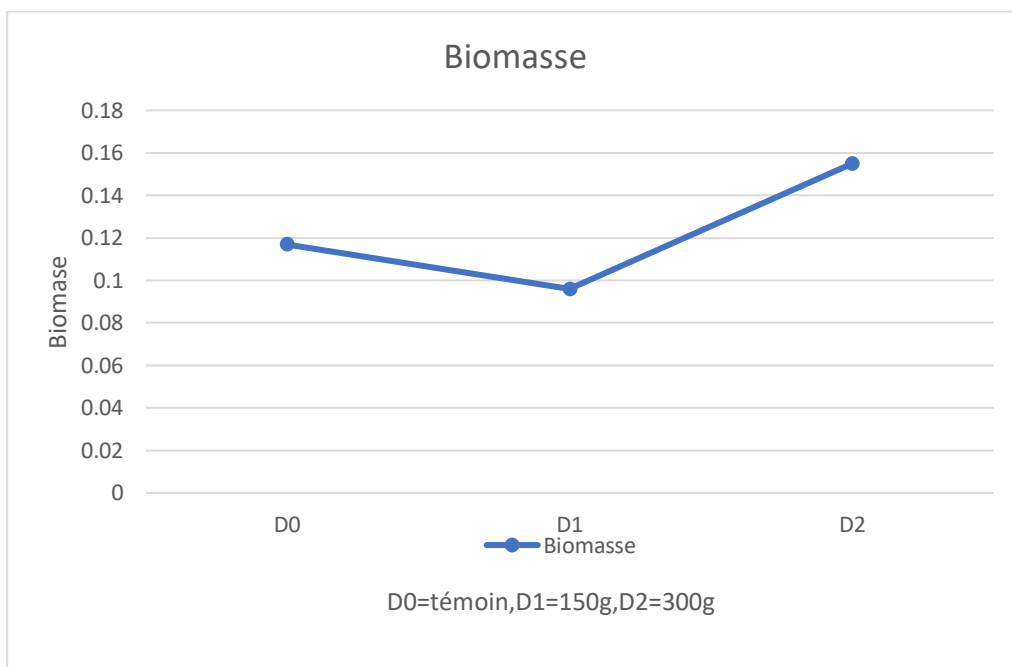


Figure11 : Effet du compost sur la Biomasse

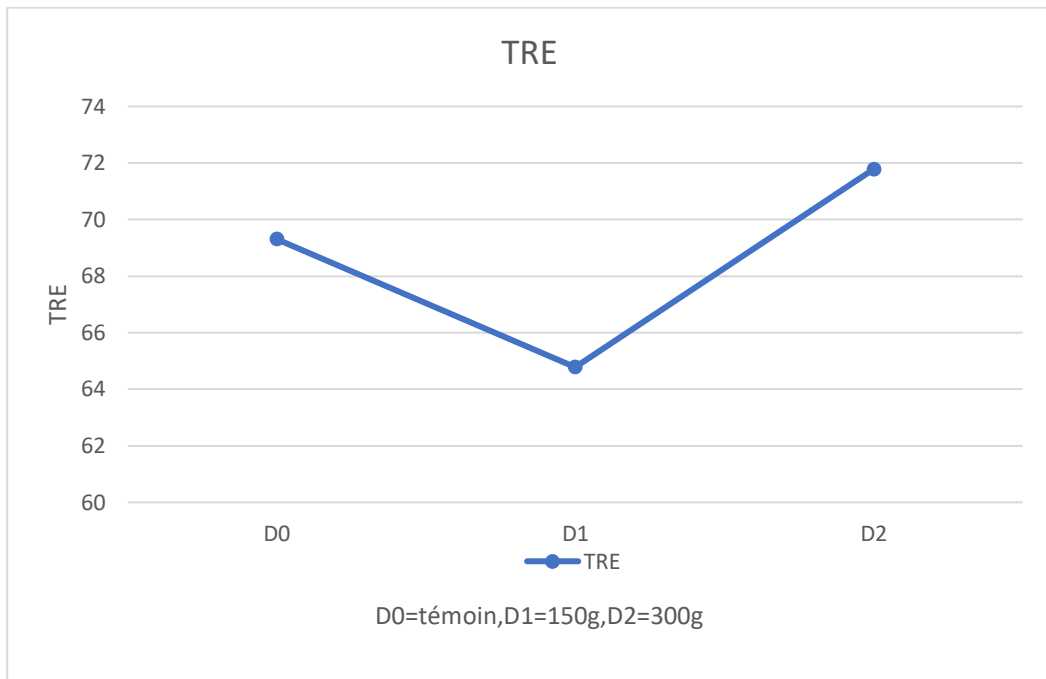


Figure12 : Effet du compost sur la Teneur Relative en Eau (TRE)

Chapitre III : Discussion

5. Discussion

À la lumière des résultats obtenus suite à cette étude visant l'effet de l'application du compost sur le sol et sur le végétal, il semble clairement que cet amendement provoque bien des changements sur certains paramètres de fertilité du sol. Il s'établit une amélioration dans le stock de la matière organique du sol. En effet ; on note une augmentation de cette matière dans les pots amendés par le compost en comparaison avec les pots témoins ; Cette observation s'explique que dans ces pots il s'effectue un effet de dégradation et solubilisation des matières organiques apportées au sol à partir du compost (Bertin ,1989 ; Thibeau et Bertrand,2020) Après apport du compost les bactéries utilisent ces réserves organiques pour en tirer de l'énergie et les transformer de la forme la plus complexe à la forme la plus simple libérée dans le sol (Qiudeau et al ,2021) . Plusieurs auteurs rapportent que la dégradation des bio fertilisants dans le sol améliore le stock du carbone (Benouadah,2021). De son côté (Konate et al ,2022) rapportent une amélioration dans la teneur du carbone du sol amendé par le compost à base de fiente à une de 0.67%.

Les nitrates augmentent linéairement dans les pots traités par le compost. L' azote est un élément facilement transformable qui se libère facilement dans le sol. L' analyse du compost indique que ce fertilisant est riche en cet élément 0.96mg/g (TAB 4). Ainsi a effet cet ; la disponibilité potentielle de cet élément contenu dans le compost contribue à augmenter les nitrates dans les sols amendés en comparaison avec le sol témoin. (Alvarengaet *al.*2007) considèrent qu'avec une teneur en azote total de 2,8%, les composts sont considérés riches en cet élément. Les recherches de (Casado *et al.*2006), sur le même point sont arrivées au même résultat en enregistrant une amélioration significative de la teneur des nitrates dans le sol suite à un amendement de compost à des doses de l'ordre de 1kg/m², 4kg/m². Ces auteurs détiennent respectivement les valeurs de 71mg/kg, 73mg/kg. Konaté et al.(2022) ont constaté une élévation dans la concentration des nitrates du sol amendé par le compost à base de fiente à une teneur de 0.04%.

L'augmentation de la conductivité électrique du sol revient à la charge des sels solubles existant dans le bio solide (compost) utilisé. La lecture de la conductivité électrique indique

une valeur très élevée (1895 $\mu\text{S}/\text{cm}$) du compost préparé prouve sa grande richesse en sels minéraux. Le sol amendé par le compost s'est chargé ainsi en différents éléments minéraux (nitrates phosphore etc.). Ces matières une fois libérées dans la solution sol entraînent une augmentation de la CE du sol (Boudjabi et al,2019). Ces résultats corroborent avec celle signalées par (Magdich et Rouina. 2020) qui ont prouvé l'accroissement notable de la CE du sol de 1130 $\mu\text{S}/\text{cm}$ suite à un amendement à base de compost issu des fibres de palmier dattier combiné avec le fumier.

La variation de l'humidité n'est pas significative ; cependant les résultats indiquent une augmentation linéaire entre la dose témoin D0 et la plus forte dose D2. Cette observation ne contredit pas la littérature selon laquelle, le taux de matière organique augmente la disponibilité de l'eau dans le sol (Sing et Agrawal, 2007). En effet ; avec le niveau D2, l'humidité du sol est la plus élevée. L'application du compost limite l'effet de l'évaporation d'eau en formant une véritable barrière (Huang et al, 2020), ce qui permet de conserver l'humidité du sol plus longtemps. Ainsi, la forte teneur en eau a facilité au mieux la dissolution des sels à partir de ce fertilisant en induisant une augmentation dans la conductivité électrique. Gholami et al. (2019) rapportent une amélioration dans la capacité de rétention en eau de la valeur 65.4 % pour le sol témoin à 71.3 pour un sol traité par des boues mixtes comme bio fertilisant organique. Les teneurs du pH montrent la tendance vers la neutralité (Benhamimid, 2022). Plusieurs auteurs rapportent que le compost entraîne une augmentation sensible du pH de 7.46 à 8.21 (Aboubacry et al, 2017).

Concernant le développement des feuilles et leur contenance en eau des plantes on remarque que ; même si l'étude statistique ne révèle pas un effet significative le développement de ces variables indique une légère amélioration par rapport aux plantes témoins ; Contrairement à ces observations il semble que le compost améliore significativement le développement de la biomasse. Nous pensons à cet effet que ce bio solide a été valorisé uniquement dans la production de la biomasse du blé dur (Nawel et al, 2023). Cette évolution est reliée à l'azote. En effet ; Negm et al. (2020 a) rapportent que l'azote est un minéral essentiel dans le développement des plantes, Dans notre cas d'étude l'analyse du sol indique une bonne accumulation d'azote sous forme de nitrates dans les pots traités par le compost. Cet apport de nitrate a favorisé le bon développement des

plantes de blé dur contenues dans les pots. De son côté (Demba ,2021) rapporte une amélioration de rendement moyen de la biomasse du *Mucuna pruriens* évalué à 0,29 t/ha avec un maximum de 0,42 t/ha pour les expériences amendées par compost.

La légère augmentation de la réserve en eau des feuilles ; s'explique par le faite que la matière organique contenue dans le compost contribue à maintenir l'humidité du sol ; Elle joue le rôle d'une véritable éponge qui garde l'eau dans ses interstices favorisant ainsi la restauration des plantes en eau et le maintiens de la teneur en eau des feuilles (Mantoviet al. 2005) Dans ce sens, plusieurs chercheurs (Veeresh et al.2003) ont confirmé à travers leurs travaux que l'épandage des fertilisants organiques contribue à améliorer la réserve du sol en eau et par la suite celle des plantes.

Conclusion

Les résultats obtenus concluent à une amélioration dans la fertilité du sol suite au compostage. Nous considérons que cette pratique représente une alternative et une solution prometteuse pour restaurer et/ou maintenir la qualité et la fertilité des sols dégradés qui se répartissent dans la plupart des régions de notre pays ; notamment dans les étages arides et semi arides. Cette pratique permet l'augmentation des rendements des cultures tout en réduisant les effets néfastes du changement climatique par la séquestration du carbone dans le sol. On considère aussi que cette technologie est une alternative intéressante pour la valorisation des résidus de cultures peu ou mal exploités dans notre pays. Cependant il serait judicieux d'entreprendre ces études en prenant en compte le dosage des métaux lourds pour assurer une bonne sécurité alimentaire des produits issus et récoltés dans des terres amendées par le compost.

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

A

Abga, P. T. (2013). Détermination des options de fertilisation organo-minérale et de densité de semis pour une intensification de la production du maïs dans la région de l'Est du Burkina Faso. Université polytechnique de bobo-dioulasso institut du développement rural.

Azabi A., 2012. Influence des boues résiduelles sur le comportement d'une culture sous-jacente à Touggourt.

Alvarenga, P., Palma, P., Gonzalez, A.P., Fernandes, R.M., Cunha Queda, A.C., Duarte, E., 2007. Evaluation of chemical and ecotoxicological characteristics of biodegradable organic residues for application to agricultural land. *Environment international*.33, 505-513 DOI10.1016/j.envint.2006.11.006

Albrecht R., 2007. Co-compostage de boues de station d'épuration et de déchets verts : nouvelle méthodologie du suivi des transformations de la matière organique. Thèse de doctorat. Université Paul Cézanne AIX-Marseille III, 189p

Amir. S., 2005. Contribution à la valorisation de boues de stations d'épuration par compostage : devenir des micropolluants métalliques et organiques et bilan humique du compost. Thèse de doctorat. Institut national polytechnique de Toulouse, 312p.

B

Benton, J., et Jones, J. (2012). Plant nutrition and soil fertility manual (2e éd.). CRC Press is an imprint of the Taylor & Francis Group, an informa business.

Benouadah, S. (2021). Évolution et dynamique de la matière organique du sol sous conditions semi-arides « région de Tiaret » (Doctoral dissertation, Université Ibn Khaldoun-Tiaret-).

Boudjabi, S., Kribaa, M., &Chenchouni, H. (2019). Sewage sludge fertilization alleviates drought stress and improves physiological adaptation and yield performances in

Durum Wheat (*Triticum durum*): a double-edged sword. Journal of King Saud University – Science, 31: 336–344. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2017.12.012>

Benhamimid Ines, B. H. (2022). Etude de l'effet de la matière organique sur l'amélioration du pH du sol dans la région d'El Hammadia Wilaya de Bordj Bou Arreridj (Doctoral dissertation).

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

Bertin, G. (1989). *L'immobilisation de l'atrazine par la matière organique des sols. Une approche modélisée en conditions naturelles et au laboratoire* (Doctoral dissertation, Thèse INPL, Nancy, France).

C

Chakri S et Lounnaci L., 2013. Contribution à la connaissance des caractéristiques chimiques et physiques d'un sol amendé avec des boues résiduaires urbaines dans la wilaya de Tizi-Ouzou (Tadmaït).

Casado-Vela, J., Sellés, S., Navarro, J., Bustamante, M. A., Mataix, J., Guerrero, C., & Gomez, I. (2006). Evaluation of composted sewage sludge as nutritional source for horticultural soils. Waste Management, 26(9), 946-952. OI [10.1016/j.wasman.2005.07.016](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2005.07.016)

Chennaoui M., Salamay., Mekan A., Mountadar M., 2016. Compostage en cuve des déchets ménagers et valorisation agricole du compost obtenu. ISSN 2170-1318 Algerian journal of arid environment. vol. 6, n°2, décembre 2016: 53-66. 14p

D

Deblay, S., et Charonnat, C. (2006). Fertilisation et amendements : Dossier d'autoformation. Educagri éd.

Duplessis, J. (2006). Guide sur le compostage domestique : le compostage facilité.

F

Francou, C. (2004). 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. Institut national agronomique paris-grignon école doctorale abies. 39.

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 de l'INAPG : 286P.

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

G

Gregorich EG, Rochette P, St-Georges P, McKim UF et Chan C (2008) Tillage effects on N₂O emission from soils under corn and soybeans in Eastern Canada. *Canadian J Soil Sci* 88: 153-161.

Gholami, L., Karimi, N., & Kavian, A. (2019). Soil and water conservation using biochar and various soil moisture in laboratory conditions. *Catena*, 182, 104151.

Gérald, H., Christiane, S., et Environnement-Innovation, S. (2011b). Avec le La fertilité des sols : L'importance de la matière organique. 46.

Godden B., (1986).« Etude du processus de compostage du fumier de bovin ». Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, Université Libre de Bruxelles. Laboratoire de microbiologie, 136 pages+annexes.

H

Huang, Y., Liu, Q., Jia, W., Yan, C., & Wang, J. (2020). Agricultural plastic mulching as a source of microplastics in the terrestrial environment. *Environmental Pollution*, 260, 114096. DOI: [10.1016/j.envpol.2020.114096](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114096)

I

ITAB, (2001d).« Guide des matières organiques ». Tome 1. Deuxième édition 2001p 105-106.

Itävaara M., Venelampi O and Karjomaa S., (1995).“Testing methods for determining the compostability of Packaging materials”. In : Barth, J. (ed.). Proceedings of Biological Waste Management «Wasted Chance» BWM Infoservice, Germany.

J

Jean-Claude, R., et Minten, B. (2003). Accessibilité et utilisation des engrais chimiques à madagascari. 6.

Jouraihy A., Amir S., El Gharous M., Revel J.- C & Hafidi M., (2005). “Chemical and spectroscopic Analysis of organic matter transformation during composting of sewage sludge and green plant waste”. International Bio deterioration amp; Biodegradation 56, 101-108.

K

Kaur, H. (2016). Effect of bio fertilizers and organic fertilizers on soil health, growth and. (PDFDrive.com).pdf. Department of Microbiology College of Basic Sciences and Humanities ©PUNJAB AGRICULTURAL UNIVERSITY LUDHIANA -141004.

Konate, Z., N’Ganzoua, K. R., Zro, F. B., Bakayoko, S., & Camara, M. (2022). Effet de différentes doses de compost de fiente de poulet sur la fertilité des sols et les Paramètres agronomiques de la laitue *Lactuca sativa* L.). *Agronomie Africaine*, 34(1), 117-131.

L

Larbi, M (2006). Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques. Université de Neuchâtel.

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

M

Mouria, B., & Allal, D. (2010). Valorisation agronomique du compost et de ses extraits sur la culture de la tomate. 27.

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

Magdich, S., & Rouina, B. B. (2020). EFFETS DE L'EPANDAGE DU COMPOST ISSU DES FIBRES DU PALMIER DATTIER ET DU FUMIER SUR LES CARACTERISTIQUES CHIMIQUES DU SOL. *Revue Ezzaitouna*, 16, 1.

Mathieu, C., & Pielain, F. (2003). Chemical soil analysis: chosen methods. Chemical soil analysis: chosen methods

Mantovi, P., Guido, B., Giovanni, T., 2005. Reuse of liquid, dewatered and composted sewage sludge on agricultural land: Effect of long term application on soil and crop. *J. Water Research* 39, 289 –296.

N

Negm, A., Bouderbala, A., Chenchouni, H., Barcelo, D. (Eds) (2020). Water Resources in Algeria - Part II: Water Quality, Treatment, Protection and Development. The Handbook of Environmental Chemistry Series. Springer Nature Switzerland.
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-57887-9>

P

Pierre-Georges, Verdieu. Les émissions de biogaz issues des décharges à ciel ouvert, réduction des impacts par un schéma de valorisation et traitements des déchets solides: cas particuliers Port-au-Prince, Haïti. Diss. Antilles, 2020.

Président Aboubacry, K. A. N. E., & Maître-Assistant, S. D. (2017) Technique de compostage JACADUR: effet du compost sur la fertilité chimique du sol et sa performance agronomique sur *Raphanus sativus*.

R

Ros, M., Raut, I., Santísima-Trinidad, A. B., et Pascual, J. A. (2017). Relationship of microbial communities and suppressiveness of *Trichoderma* fortified composts for pepper seedlings infected by *Phytophthora nicotianae*. PLOS ONE, 12(3), e0174069.

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

S

Subhash, C. (2014). Terminology of soil fertility, fertilizer and organics.

Shafawati, S. N., et Siddiquee, S. (2013). Composting of oil palm fibers and *Trichoderma* spp. As the biological control agent: A review. International Bio deterioration & Biodegradation, 85, 243-253.

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

Slawyk, G., & Rodier, M. (1986). GLUTAMINE Syntheses activity in in *Chaetoceros affinis* (bacillariophyceae): comparison with other estimates of nitrogen utilization during nutrient perturbation 1. *Journal of phycologie*, 22(3), 270-275.

T

Thi-Phuong, N. (2014). Effets des amendements organiques exogènes sur la composition de la matière organique et le stockage du carbone d'un sol dégradé par l'érosion dans le Nord du Vietnam. L'Université Pierre et Marie Curie.

Thiébeau, P., & Bertrand, I. (2020). Production de biomasse et immobilisation de carbone et d'azote sur des sols marginaux: cas de taillis à très courte rotation conduits sans fertilisation. *BASE*

TALBI, S., GUERZOULI, L., & FEZZAI, S. (2023). *Flood susceptibility zonation map using remote sensing and XGboost, Random Forest, Nearest neighbor models in GIS: a case study Tebessa city, Algeria.*

V

Veeresh, H., Tripathy, S., Chaudhuri, D., Ghosh, B.C., Harte, B.R., Powel, M.A., 2003. Changes in physical and chemical properties of three soil types in India as a result of amendment with fly ash and sewage sludge. *J. Environmental Geology* .43, 513–520.

W

Walkley, A. and T.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *SoilSci.* 37:29-38.

Y

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

Annexes



Composteur (conteneur perforer)



Déchet



Collecte et mise en place des déchets dans le composteur



Prélèvement de
Température



Retournement
Manuelle



Les plante



Test de différent dose de composte



Test de nitrate



Test de PH



Test de matière organique

