



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature
et de la vie
Département des sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques

Référence / 2019

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté et soutenu par :
REMADNA Narimane et TOUMI Lina Assala

Le : [Click here to enter a date.](#)

Contribution à l'évaluation qualitative d'un compost d'origine mixte.cas de la région de Biskra

Jury :

Titre	AGGOUNI MADJED	MAA	BISKRA	Président
Titre	ABSI RIMA	MAA	BISKRA	Rapporteur
Titre	BABA ARBI SOUAD	MCB	BISKRA	Examineur

Année universitaire : 2019 - 2020

Remerciements

Avon tout, nous tenons à remercier en premier lieu ALLAH de nous avoir donné : santé, courage, volonté et patience pour avoir réalisé ce travail.

Nous voulons exprimer nos plus sincères un grand remerciement et gratitude à notre promotrice Mme **ABSI Rima** maitre assistante à l'université de Mohamed Khider Biskra pour ses valeureux conseils, soutiens, et ses encouragements et disponibilité tout au long de notre sujet de recherche.

Notre remerciements les plus chaleureux à :

Mr. **AGGOUNI MADJED** Maitre assistant A à l'université de Biskra pour nos avoir fait l'honneur de présider le jury.

Mme. **BABA ARBI SOUAD** Maitre de conférences B à l'université de Biskra pour nos avoir fait l'honneur d'examiner ce travail

Nous remerciements s'adressent à tous les enseignants et les ingénieurs du laboratoire pédagogique de Département des Sciences de la Nature et de la Vie à EL-Hadjeb au long du parcours académique universitaire pour leurs accueils et aides tout le temps.

Sans oublier les responsables de la bibliothèque de département de biologie.

Nous tenons a remercie la faculté de l'agronomie de nous avoir laissé travailler dans leur laboratoire.

Dans l'impossibilité de citer tous les noms, nous remercions les collègues et les amis qui nous ont soutenues et avec qui nous avons passé les bons et les mauvais moments durant ces cinq ans, particulièrement : **CHTIQUI Nadia, BOUKHALFI Feriele** et **KHOLFI Asma...**

Nous ne pourrions terminer ces remerciements sans y associer nos familles qui nous ont toujours apporté tout leur soutien et leur appui afin d'arriver au terme de cette aventure, et à la fin nous avons découvert le symbole de leur grand amour à tous nous disons un grand merci.

Dédicace

À mon soutien moral et source de joie et de bonheur qui s'est fatigué, sacrifié
pour me voir réussir, qui ma encourager de terminer mon travail,

À toi mon père **Mohamed** , je t'aime beaucoup

À la femme qui a été, est et sera toujours un soutien pour moi en tout temps qui
souffre pour mon bonheur, ne refuse pas une demande,

La femme qui est la raison du succès de ce travail

Mon adorable maman **Saida**



À l'homme de ma vie, mon amour, la personne la plus précieuse que j'ai.

L'home qui ne m'a pas laissé contre toute attente, qui ne m'a pas refusé une
demande, et était très fatigué dans la voie de mon succès

À mon mari le père de mes enfants à toi **Salah**

À mon très chers frère **Ammar Nour AL-Islam**

Et mes sœurs **Souhir** et **Hanine** et leur maris et ces enfants **Habib, Rodaina**
et **Joud** pour leur encouragements et leur soutien moral

À mon ami, **CHETIOUI Nadia**, toutes mes familles, la famille de mon mari,
que Dieu m'aide à leur obéir et toutes les personnes qui me connaît

À mon binôme « **REMADNA Narimane** » pour son investissement et son
dévouement qui ont permis la réussite de ce projet

TOUMI Lina Assala

Dédicace

Je dédie ce travail en premier lieu aux êtres, les plus chers au monde, la prunelle de mes yeux

Mes parents « Azeddine & Nadjia »

En les remerciant pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études

Quoi que je fasse je ne pourrais leur rendre ce qu'ils ont fait pour moi, si je suis arrivée là c'est bien grâce a eux que dieu les bénisse, et leur accorde longue vie et les protège.

À mes adorables sœurs« **Aichouche** » & « **Meriem Abire** » pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral, a qui je souhaite un avenir radieux plein de réussite

A mon chère Frère « **Larbi** » mon bras droit pour leur précieuse aide , que dieu te protège

A Toutes Mes chers ;

Oncles, tantes, cousins et cousines Leurs maris, femmes et enfants, toute ma grande famille sans exception

A mon binôme « **LINA Assala**», ensemble nous avons pu faire et achever ce travail, nous avons partagé d'agréables moments tout au long de notre cursus universitaire

A toutes les personnes que **j'aime** et qui **m'aiment**

Sans oublier la promotion de **M2 S.N.V**

REMADNA Narimane

Sommaire

Remerciements	
Dédicace	
sommaire	
Liste des Tableaux.....	I
Liste des Figures.....	II
Liste des abréviations.....	III
Introduction générale.....	1

Première partie: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre1: Généralités sur les déchets et le compostage

1-Généralités sur les déchets et le compostage.....	3
1.1.1.Définition de déchet.....	3
1.1.2 Classification des déchets	3
1.2. Le compostage.....	4
1.2.1 Principe général	4
1.2.1.1. L'équilibre dans le composteur.....	4
1.2.1.2. Les différents types de compost.....	5
1.3. Principaux paramètres du compostage	5
1.3.1. La teneur en eau	5
1.3.2. La température	6
1.3.3. Le pH.....	7
1.3.4. Conductivité électrique.....	7
1.3.5. Le rapport C/N	7
1.3.6. La teneur en matière organique totale	8

Chapitre 2. La vie microbienne dans le compost

2.1. Les micro-organismes	9
a. Les champignons.....	10
b. Les bactéries.....	10
c. Les actinomycètes	10
2.2. Les macro-organismes.....	11

Deuxième partie : PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre 3. MATERIEL ET METHODES

3.1. Présentation de zone d'étude.....	12
3.2. Préparation des déchets avant leur compostage	13
a. La collecte de déchets.....	13
b. Le tri sélectif	13
c. Le séchage de déchets	13
d. Le broyage	14
e. Composition de déchets.....	14
3.3. Dispositif expérimental.....	16
3.4. Paramètres mesurées	17
3.4.1. La Température.....	17
3.4.2. Le pH et l'Humidité	17
3.5. Analyses physico-chimiques	18
3.5.1. Carbone organique (Méthode d'ANNE)	19
3.5.2. Azote Total (Méthode de KJELDAHL)	19
3.5.3. Conductivité électrique (CE)	19
3.6. Analyses biologiques	20
3.6.1. Mycoflore	20
3.6.2. Test de phytotoxicité.....	21

Chapitre 4. Résultats et discussion

4.1. Evolution de la température	22
4.2. Evolution du pH	22
4.3. Evolution de la conductivité électrique	23
4.4. Evolution de la matière organique, le carbone et l'azote total	24
4.5. Activité microbienne	24
a. Obtention des isolats fongiques	24
b. L'identification de quelques souches fongiques	25
4.6. Test de phytotoxicité	31
4.7. Discussion... ..	35
Conclusion	38
Références bibliographiques	40

Annexes

Résumés

Liste des Tableaux

Tableau 1: La nature des résidus organiques (NOVA ENVIROCOM, 2002).....	4
Tableau 2: Composition des différents mélanges pour chaque assai de compostage (TOUMI et REMADNA, 2019).....	14
Tableau 3: Evolution de la CE (ms/cm) des traitements au cours de compostage	23
Tableau 4: Observation quotidiennes de boîtes ensemencées au début de compostage.	24
Tableau 5: Les résultats du les observations quotidiennes des boîtes ensemencés après un mois (1) de compostage.....	24
Tableau 6: Les résultats du les observations quotidiennes des boîtes ensemencés après deux (2) mois de compostage.....	25
Tableau 7: Les résultats du les observations quotidiennes des boîtes ensemencés par la plante de Jujubier.....	25
Tableau 8: les résultats de test de phytotoxicité, cas du C1, 10 jours après le semis.....	31
Tableau 9: les résultats de test de phytotoxicité, cas du C2, 10 jours après le semis.....	32
Tableau 10: Evaluation de taux de germination (%), le ca de compost C1.....	34
Tableau 11: Evaluation de taux de germination (%), le ca de compost C2.....	34
Tableau 12: Evaluation de taux de germination (%), le ca de compost C3.....	35

Liste des Figures

Figure 1: Classification des déchets compostables (MUSTIN, 1987).....	3
Figure 2: Courbe théorique d'évolution de la température au cours du compostage (FRANCOU , 2003).....	6
Figure 3: Localisation géographique de la zone d'étude (Image satellitaire de la wilaya de Biskra, modifiée) (http://www.Google earth , 2020)	12
Figure 4: Les déchets utilisés dans le compost (TOUMI et REMADNA, 2019).....	13
Figure 5: Séchage de déchets collectés (TOUMI et REMADNA, 2019)	13
Figure 6: Broyage de déchets collectés par un broyeur (TOUMI et REMADNA , 2019)	14
Figure 7: La plante de Jujubier (<i>El Sidr</i>) (TOUMI et REMADNA, 2019).....	15
Figure 8: Le dispositif expérimental: conteneurs en plastique à paroi perforée (composteurs)	17
Figure 9: Mesure de la température l'aide d'un thermomètre à mercure (TOUMI et REMADNA, 2019).....	17
Figure 10: Mesure de pH mercure (TOUMI et REMADNA, 2019)	18
Figure 11: Mesure de l'humidité de chaque échantillon (TOUMI et REMADNA , 2019)....	18
Figure 12: Mesure de conductivité électrique (TOUMI et REMADNA , 2019)	20
Figure 13: Préparation de dilutions et l'ensemencement (TOUMI et REMADNA, 2019)....	21
Figure 14 : Les semences utilisées pour les tests de germination. 1) graines de Courgette; 2): graines de Luzerne; 3): graines de Tomate	22
Figure 15: Les alvéoles pour la germination des semences	22
Figure 16: Evolution de la température au cours de compostage dans chaque composteur	22
Figure 17: Evolution de pH des traitements au cours du compostage.....	23
Figure 18: Teste de scotch de déférentes dilutions.....	26
Figure 19: Observation macroscopique de microflore dans le composteur C1.....	27
Figure 20: Observation macroscopique de microflore dans le composteur C2.....	28
Figure 21: Observation macroscopique de microflore dans le composteur C3.....	29
Figure 22: Aspect microscopique des isolats à partir de la phase initiale de compostage	30
Figure 23: Résultats de test de germination pour témoin.	33
Figure 24: Résultats de test de germination correspondant au C1.....	33
Figure 25: Résultats de test de germination pour C2	34
Figure 27: Résumé générale des étapes essentielles de compostage.....	50

Liste des abréviations

C1 = M1	: Compost de déchets + plante de Jujubier + fumier.
C2 = M2	: Compost de déchets + fumier.
C3 = M3	: Compost de déchets + plante de Jujubier.
Mm1 = C1	: Après 1 mois de compostage
Mm2 = C2	: Après 1 mois de compostage
Mm3 = C3	: Après 1 mois de compostage
Mn1 = C1	: Après 2 mois de compostage
Mn2 = C2	: Après 2 mois de compostage
Mn3 = C3	: Après 2 mois de compostage
Mmm	: La plante de Jujubier.
MO	: Matière organique.
CE (ms/cm)	: Conductivité électrique
H%	: Le taux d'humidité
PDA	: Gélose de Pomme de terre Dextrose
OM	: Ordures Ménagères

Introduction

Introduction générale

Aujourd'hui, l'expansion démographique, l'urbanisation accélérée, le mode de consommation, l'ouverture à l'économie de marché, ont modifié considérablement la nature des déchets urbains. Leur masse totale s'est considérablement accrue aussi : tel est le cas de la ville de Biskra qui compte plus de 220 000 habitants et chef-lieu de la wilaya des Ziban où l'activité économique est essentiellement agricole (**ABSI, 2008**).

En effet, l'accroissement des déchets en masse et leur diversité fait prendre conscience des risques environnementaux et sanitaires liés à leur simple mise en décharge à l'air libre, constituant aujourd'hui une menace pour notre environnement (**FAO, 1976**).

Cependant, la mauvaise gestion de déchets urbains trouve son origine non seulement dans le manque des poubelles et décharges publiques mais aussi dans des comportements irresponsables des citoyens. Le compostage de ces déchets solides ménagers pourrait constituer une voie de réduction des nuisances. La valorisation des ordures ménagères par le compostage peut constituer la solution la plus durable (**YEFSAH, 2017**).

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

C'est dans cette vision que s'inscrit le présent travail consacré au compostage des déchets d'origine mixte a pour objectif, d'évaluer la qualité de compost dans la région d'Hadjeb-Biskra. À travers une estimation quantitative et qualitative des déchets éliminés au près des restaurants du pôle universitaire situé à 12 Km de la ville de Biskra.

De ce fait, notre travail est structuré en deux parties subdivisé en chapitres: La première partie, est réservée à une synthèse bibliographique sur les déchets, le compostage et la vie microbienne dans le compost.

Alors que, la deuxième partie, représente la méthodologie de travail choisie, tenant compte la présentation de la zone d'étude, la partie collecte et tri de déchets sur terrain et aux analyses au laboratoire. Et par la suite la présentation et l'analyse des résultats obtenus et leurs interprétations. Il est structuré en deux points : des résultats relatifs aux paramètres physico-chimique de compost obtenus .et Des résultats relatifs à l'évaluation qualitative de la diversité

en germes fongiques pour chaque types de traitements réalisés.

Finally, a conclusion that summarizes our work, with the aim of proposing a strategy for the valorization of restaurant waste at the university level of the commune of El-Hadjeb Biskra.

Première Partie
Synthèse Bibliographique

Chapitre 1

Généralités sur les déchets et le compostage

1. Généralités sur les déchets et le compostage

1.1.1. Définition de déchet

Le déchet est défini comme étant le résidu des processus de production, de transformation ou d'utilisation, destiné normalement à l'abandon (ALOUÉIMINE, 2006). Plus généralement toute substance ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a obligation de se défaire ou de l'éliminer. (M.A.T.E, 2003).

1.1.2. Classification des déchets

Une classification des déchets compostables est formulée selon leur origine, leur nature chimique ou encore leur état physique (cf. Figure 1). Pour le compostage, seuls les déchets organiques fermentescibles et non pollués sont susceptibles d'être utilisés. De plus, selon leur nature (ASNOUNE, 2017), on distingue : déchets inertes, déchets organiques, déchets banals, déchets toxiques ou dangereux et déchets ultimes.

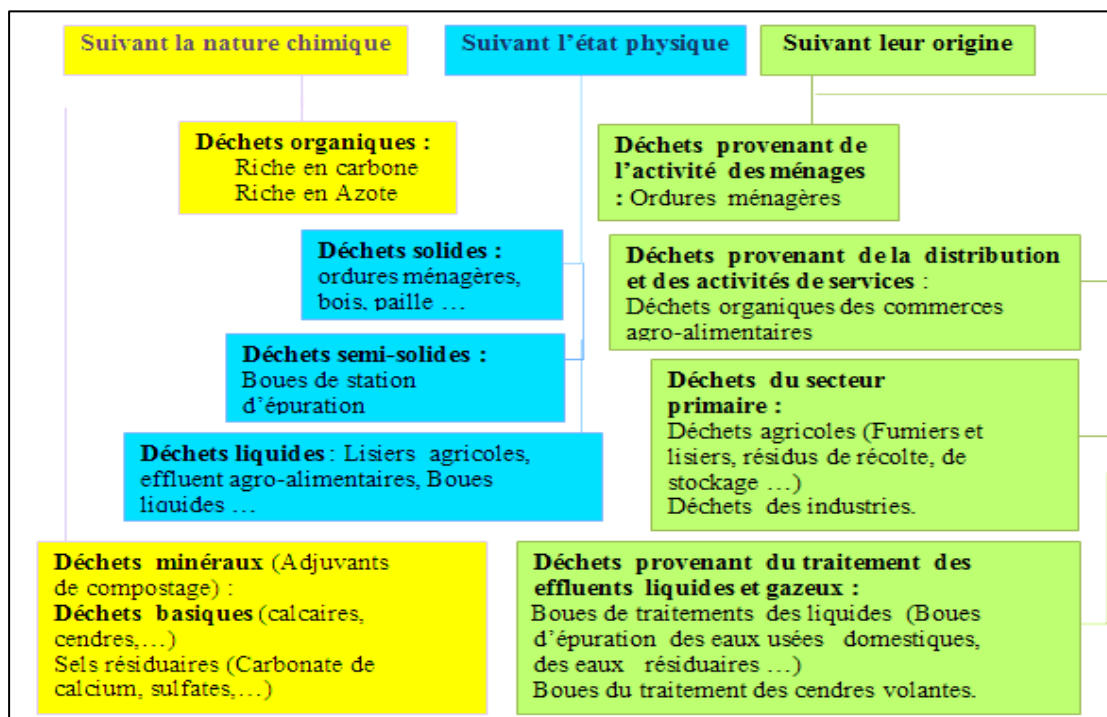


Figure 1: Classification des déchets compostables (MUSTIN, 1987)

On peut noter aussi une autre caractéristique des déchets urbains est leur forte teneur en eau (de 50 à 95 %). Pour Biskra, le taux de matière fermentescible est également estimé à 70 % (LAKHDARI et al., 2005, ABSI, 2008). Par ailleurs, il convient de noter l'influence saisonnière sur la composition des déchets. En effet, pendant la saison estivale où abondent

fruits et légumes, la fraction fermentescible augmente considérablement (CHARNAY, 2005).

1.2. Le compostage

1.2.1. Principe général

Plusieurs définitions du compostage sont formulées par différents auteurs (MUSTIN, 1987 ; FRANCOU, 2003 ; ALBRECHT, 2007) mais toutes s'accordent sur le principe suivant :

Le compostage est un processus contrôlé de dégradation des constituants organiques d'origine végétale et animale, par une succession des communautés microbiennes évoluant en conditions aérobies, entraînant une montée en température, et conduisant à l'élaboration d'une matière organique humifiée et stabilisée. Le produit ainsi obtenu est appelé compost riche en matière organique (BAYARD et al., 2001; ZNAÏDI, 2002).

D'autre définition d'après SHARMA et al., (1997) citée par AMIR (2005) ; le compostage est un processus de décomposition et de transformation « contrôlées » de déchets organiques sous l'action de population microbiennes diversifiées évoluant en milieu aérobie. Cette voie de valorisation des déchets organiques constitue l'objet du présent travail.

1.2.1.1. L'équilibre dans le composteur

Un équilibre est nécessaire entre les matières (les verts riches en azote et les bruns riches en carbone) pour obtenir un compost de qualité (NOVA ENVIROCOM, 2002). Par ailleurs, le tableau ci-dessous permet de distinguer les matières compostables et celles à éviter.

Tableau 1: La nature des résidus organiques (NOVA ENVIROCOM, 2002)

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	Viande et poisson
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.	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

1.2.1.2. Les différents types de compost

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

➤ Les composts d'origine urbaine

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

➤ Les composts d'effluents d'élevage

Le compostage des effluents d'élevage est une pratique courante et ancienne. Le compost le plus courant est celui obtenu à partir de fumier de bovins, mais des composts de fumier d'ovins et de volailles sont également réalisés (LECLERC, 2001). Cette pratique concerne les régions où l'élevage est intense ce qui n'est pas le cas des régions sahariennes.

➤ Les composts de déchets industriels et agricoles

En régions Sahariennes, le compostage des sous-produits du palmier dattier peut constituer une source d'amendement des sols non négligeable pour plusieurs aspects (fertilisation, amélioration de la capacité de rétention en eau des sols, assainissement des palmeraies (ROMANI et al., 2007).

1.3. Principaux paramètres du compostage

1.3.1. La teneur en eau

L'humidité du substrat mis en compostage est nécessaire à la vie des êtres vivants qui interviennent dans le compostage (YULIPRIYANTO, 2001). La décomposition de la matière organique est inhibée si la teneur en eau baisse en dessous de 20% au contraire, si elle dépasse 70% ; l'eau commence à remplir les espaces lacunaires des déchets et empêche les échanges d'O₂ provoquant des conditions favorables à l'anaérobiose (RAMDANI, 2015).

1.3.2. La température

L'évolution de la température du compost résulte de la production de chaleur par l'activité des microorganismes qui dépend de la biodégradabilité du substrat et de sa composition en nutriments (LASHERMES, 2010). Le processus de compostage se déroule en quatre phases en fonction de l'évolution de la température (FRANCOU, 2003).

La stabilisation de la température du compost traduit la fin de phase de dégradation intensive (HARADA et al., 1981). Dans ce contexte, la figure 2 illustre les différentes phases successives lors du processus du compostage dont l'une est particulièrement thermophile.

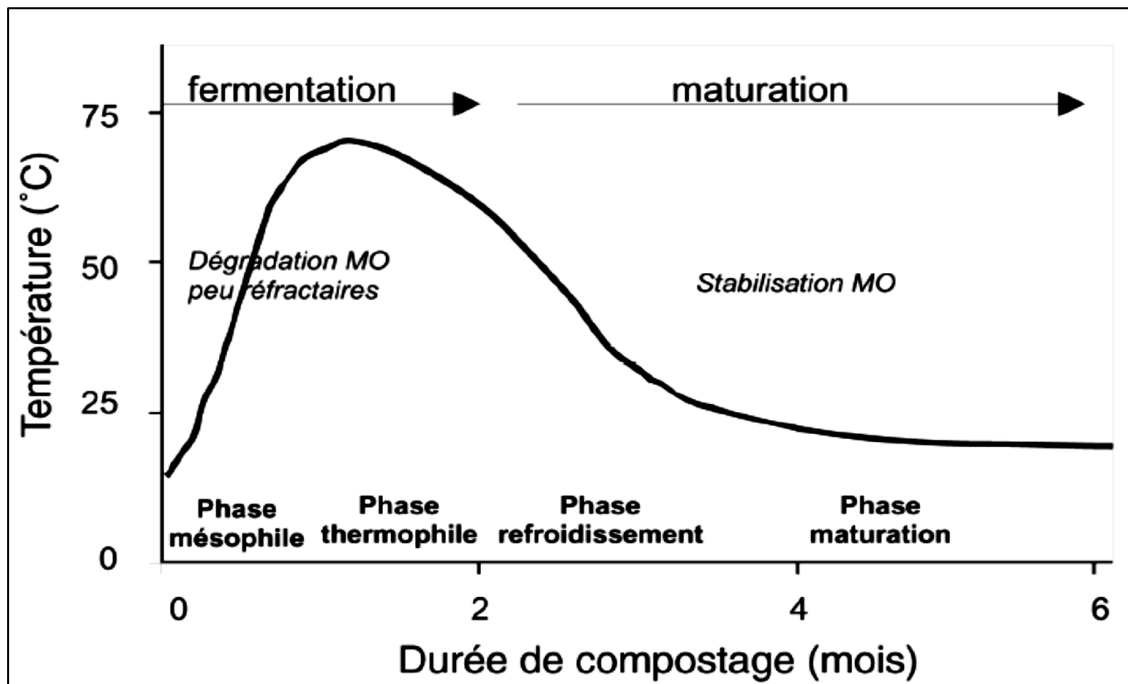


Figure 2: Courbe théorique d'évolution de la température au cours du compostage (FRANCOU, 2003)

✓ La phase mésophile

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

✓ La phase thermophile

On observe une montée de la température allant de 60°C à 75°C. Seules les bactéries peuvent survivre à ces températures. La grande partie de la matière organique est perdue sous forme de CO₂ et H₂O.

✓ **La phase de refroidissement**

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

✓ **La phase de maturation**

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

1.3.3. Le pH

Le pH est un facteur important qui influence la plupart des réactions biochimiques catalysées par des enzymes, ce qui permet la biodisponibilité des nutriments et la solubilité des éléments minéraux pour les micro-organismes (**CHENNAOUI et al., 2016**). En effet, les pH acides sont caractéristique des composts immatures alors que les composts mûrs sont caractérisés par des pH compris entre 7 et 9 (**FORSTER et al, 1993**).

1.3.4. Conductivité électrique

C'est la teneur de compost en sels. La conductivité du compost est fortement dépendante de son contenu en nutriments (**SLIMANI, 2005**).

1.3.5. Le rapport C/N

Selon **LARBI (2006)**, le rapport C/N est un paramètre important influencé d'une part par la composition des intrants, et d'autre part par son degré de maturation. Si le rapport C/N d'un compost est très élevé, il risque d'immobiliser l'azote du sol, ses microorganismes l'utilisent pour dégrader les substances ligneuses.

Il décroît au cours du processus de compostage, une partie importante du carbone organique s'échappant sous forme de CO₂ (**FINSTEIN et al., 1986, JEDIDI et al., 1995**). Ainsi, ce rapport est fréquemment utilisé pour évaluer l'évolution du processus de minéralisation des substances organiques (**N'DAYEGAMIYE et ISFAN, 1991, BERNAL et al., 1998**). Il peut être mesuré soit dans le compost, soit dans son extrait aqueux (**NAMKOONG et al., 1999 ; ALBRECHT, 2007**), se situe dans l'intervalle (10 à 15), est diminué pendant le compostage. En effet, est un indicateur très utilisé dans l'étude des composts. Le C/N diminue au cours du compostage.

À cet effet, **ROLETTO et al., (1985)**, considère qu'une valeur inférieure à 25 caractérise un composte mûr, alors que **IGLESIAS et PEREZ (1989)** considère qu'un rapport inférieur à

20 et même 15 est préférable. Mais beaucoup d'auteurs considèrent que la valeur du C/N d'un compost n'est pas suffisante pour déterminer sa maturité (**MOREL et al., 1986 ; WITTLING, 1995**).

1.3.6. La teneur en matière organique totale

La minéralisation du compost correspond à une diminution de la matière organique totale au cours de la dégradation biologique du substrat (**HOUOT et al., 2002**). Les pertes en matière organique totale au cours du procédé peuvent atteindre 20 à 60% en poids de la matière organique totale initiale (**CHARNAY, 2005**). L'évolution de la matière organique au cours du compostage passe obligatoirement par deux phases : la dégradation et l'humification (**LECLERC, 2001**).

Chapitre 2

La vie microbienne dans le compost

2.1. Les micro-organismes

La biodégradation lente des composés récalcitrants comme la lignine, au cours de cette phase, par les champignons et les actinomycètes contribuent au refroidissement de la phase de maturation. Pendant cette phase, le processus d'humification prédomine, et la polymérisation et la condensation des substances libérées lors de la décomposition de la matière organique s'améliorent (MUSTIN, 1987, CHRONI et al., 2009 ; BARJE, 2010).

La microbiologie du compostage est complexe dans sa description à cause des grandes variations des populations suite aux changements des paramètres physico-chimiques (pH, température, etc.) (BLAINE, 1993).

En ce qui à trait à la caractérisation microbiologique des composts, les chercheurs ont souvent mis l'emphase sur des groupes particuliers de microorganismes (FINDEIN et MORRIS, 1975) ont fait une revue générale de la microbiologie du compostage afin d'identifier les principaux microorganismes participant au compostage. Les microorganismes sont présents en très grands nombres dans tous les substrats destinés à être compostés et par conséquent, l'inoculation de microorganismes pour initier le compostage s'avère souvent inutile (MUSTIN, 1987).

Au départ du processus de compostage, la température du compost dépend de la température ambiante (MUSTIN, 1987). Le processus de compostage est initié par des microorganismes hétérotrophes mésophiles (ATLAS et BARTHA, 1993). La première phase du compostage est une phase de dégradation. Elle est caractérisée par une très forte activité microbienne (surtout des bactéries) qui dégradent les composés les plus facilement biodégradables comme les protéines, les lipides et les glucides (MUSTIN, 1987). Suite au métabolisme microbien, la température du compost s'élève et peut atteindre des températures variant de 50 à 80°C (SULER et FINSTEIN, 1977 ; MUSTIN, 1987). Au fur et à mesure que les températures augmentent, les populations de microorganismes thermophiles succèdent aux populations mésophiles (ATLAS et BARTHA, 1993).

Selon (MUSTIN, 1987), cette phase thermophile dure peu de temps et est suivie par une diminution lente de la température. Ensuite, on entre dans la deuxième phase du compostage qui est une phase de maturation, qui est caractérisée par un ralentissement de l'activité microbienne dû au manque de substrats facilement assimilables. Il ne reste habituellement que

des composés plus difficiles à dégrader comme la lignine ou la cellulose. Il y a donc attaque de ces gros polymères par les microorganismes possédant les enzymes pouvant les hydrolyser. Il s'agit donc d'une phase où la compétition et les inhibitions sont plus marquées. Les principaux groupes de microorganismes responsables du compostage sont les bactéries, les actinomycètes et les champignons qui nous intéressent :

a. Les champignons

Les champignons sont souvent retrouvés dans les systèmes de compostage dans la phase de maturation lorsque la température est plus basse et que les seuls substrats disponibles sont des polymères complexes (ils agissent surtout sur les matières qui résistent à la dégradation bactérienne, ils ont donc un rôle capital et ne résistent pas à des températures supérieures à 50°C; ce qui explique l'apparition des champignons macroscopiques à la surface du compost, mais ceux-ci ne sont que la manifestation externe du mycélium microscopique se trouvant à l'intérieur du compost donc les champignons sont également les seuls à pouvoir travailler dans un compost plus sec (SLIMANI, 2005). Ceux-ci préfèrent des conditions aérobiques et peuvent croître à une large gamme de pH (2-9). Même si certains champignons (*Geotrichomcandidum*, *Aspergillus fumigatus*) peuvent croître à des températures au-dessus de 50°C (FINSTEIN et MORRIS, 1975), la plupart des champignons sont sensibles à une trop forte augmentation de température et par conséquent ne se développent pas durant la phase thermophile (BLAINE, 1993).

b. Les bactéries

Les bactéries sont toujours présentes et largement dominantes en qualité et quantité au cours du compostage. Elles sont typiquement unicellulaires avec une taille de 0,5 à 3µm. Par leur petite taille, les bactéries ont un rapport surface/volume très élevé, leur permettant des transferts rapides de substrats solubles à l'intérieur de la cellule, ce qui assure souvent leur prédominance sur des microorganismes de plus grandes dimensions comme les champignons TOUMELA et al., 2000 cité par ALBRECHT (2007). Elles restent actives durant tout le cycle de compostage et particulièrement pendant les hautes températures qui favorise leur prolifération.

c. Les actinomycètes

D'après MUSTIN (1987), les actinomycètes agissent plus tardivement que le reste des micro-organismes et se multiplient moins rapidement. Les actinomycètes sont actifs dans les derniers stades du compostage. Ils se sont spécialisés afin de s'attaquer aux structures plus résistantes comme la cellulose, l'hémicellulose et la lignine (constituants du bois notamment).

De ce fait, les genres *Streptomyces* et *Nocardia* représentent environ 90% de la biomasse des actinomycètes présentes dans le compost. Les actinomycètes sont souvent associés aux odeurs aromatiques du sol ou des composts matures

2.2. Les macro-organismes

Les macro-organismes sont très diversifiés dans le processus du compostage. Les lombrics du compost, par exemple, agissent au début du processus, sur des éléments peu décomposés (après la phase thermophile). Les grands lombrics quant à eux entraînent dans leurs terriers des fragments de feuilles ou même des feuilles entières. Ils intègrent ainsi un mélange de débris organiques et leurs excréments constituent un milieu idéal pour les activités microbiologiques du sol qui conduisent à l'élaboration du compost mûr.

Beaucoup d'autres macro-organismes apparaissent, surtout dans la phase de maturation du compost. Les principaux macro-organismes du compost sont les vers de compost ou de fumier (de plusieurs genres), les insectes, les acariens, les gastéropodes, les myriapodes, les cloportes, etc.

Deuxième Partie

Partie Expérimentale

Chapitre 3

Matériel et Méthodes

3.1. Présentation de zone d'étude

Nous avons choisi notre zone d'étude pour notre expérimentation, la commune d'El-Hadjeb (les restaurants) de la région de Biskra. Ce choix est en fonction de plusieurs facteurs à savoir : la capacité de collecter les déchets, l'adhésion de l'habitant, la qualité et la quantité des déchets compostés...etc .Pour la technique de compostage a été réalisée au niveau du Département des Sciences de la Nature et de la vie (El-hadjeb) , son siège est à **12 km** de centre-ville de Biskra (*cf. Figure 3*). Pour la période de collecte des déchets fermentescibles à partir du mois d'**Octobre 2019**.



Image satellitaire de la wilaya de Biskra, modifiée(<http://www.Google earth, 2013>)



- Siège de compostage
- Zone d'étude (collecte de déchets)

Figure 3: Localisation géographique de la zone d'étude (*Image satellitaire de la wilaya de Biskra, modifiée*)(<http://www.Google earth, 2020>)

3.2. Préparation des déchets avant leur compostage

a. La collecte de déchets

Généralement, les déchets ménagers sont constitués d'un mélange de divers déchets. En outre la présence de produits toxiques tel que (le plastique, métaux, des matières infectées, ...etc.), impose un tri sélectif au préalable.



Figure 4: Les déchets utilisés dans le compost (TOUMI et REMADNA, 2019)

b. Le tri sélectif

Cette étape, permet de séparer les matières fermentescibles organiques fermentescibles (épluchures des fruits et légumes, reste de repas, papiers, textiles , etc), des matériaux recyclables tel que les papiers, cartons d'emballage, verres, métaux, plastiques ou indésirables (médicaments, piles, huiles, peintures, détergents, etc.).

c. Le séchage de déchets

Les déchets collectées par la suite subit a un séchage en plain aire et exposés à la radiation solaire (Figure 5).



Figure 5: Séchage de déchets collectés (TOUMI et REMADNA, 2019)

d. Le broyage

Sert à réduire la taille de la matière première grossière pour accroître la surface d'attaque et un maintien suffisant entre les particules.



Figure 6: Broyage de déchets collectés par un broyeur (TOUMI et REMADNA, 2019)

e. Composition de déchets

Il s'agit de mélanger les différents composants du compost (les broyats) avec l'addition de l'eau pour mélanger (MUSTIN, 1987). La recette de compostage est standard, mais dans notre essai nous avons utilisé une plante médicinale le jujubier (*Zizyphus lotus L.*) ; plante disponible d'une répartition importante dans la région de Biskra.

Tableau 2: Composition des différents mélanges pour chaque assai de compostage (TOUMI et REMADNA, 2019)

Composteurs	Composition de déchets dans chaque composteur en %			
	Déchets verts	Fumier	Plante médicinale (jujubier)	Total
Compost n°1 (M1)	80	5	15	100
Compost n°2 (M2)	80	20	0	100
Compost n°3 (M3)	80	0	20	100

1. Fumier de volaille et de bovins

La composition chimique du fumier de volaille et de bovins, en fait un engrais très convenable en raison de ses concentrations en éléments nutritifs : azote, phosphore et potassium. Il contient en moyenne 3 à 4 fois plus d'éléments nutritifs que les autres fumiers.

Ils s'agissent d'une excellence moyenne pour engraisser les sols à fertilité médiocre (OUSTANI, 2006).

Le fumier de volailles et bovins sont des fumiers chaud, ils se fermentent avec élévation de la température (OUSTANI, 2006). Dans ce cadre de cette étude, le fumier de volailles utilisé a été ramené d'une exploitation privée d'un élevage de poulet de chair (Biskra).

2. Plante médicinale Jujubier (El Sidr en arabe)



Figure 7: La plante de Jujubier (*El Sidr*) (TOUMI et REMADNA, 2019)

a. Caractérisation de la plante le jujubier (*Zizyphus lotus L.*)

Le jujubier (*Zizyphus lotus L.*), également connu sous le nom jujube, est un arbuste à feuilles caduques qui appartient à la famille des Rhamnaceae (ZERROUK. K et al., 2014). C'est un arbuste épineux, qui forme des touffes de quelques mètres de diamètre pouvant atteindre 2 m de haut. Les fruits sont des drupes à noyaux soudés. L'endocarpe mucilagineux, appelé « Nbag », sucré et comestible (BOUGHEDIRI, 2014). Le jujubier est largement répandu dans la région méditerranéenne, à travers la Libye, le Maroc, l'Algérie et les pays du sud de l'Europe. Il se trouve soit à l'état isolé, soit, parfois, en peuplements purs. C'est un arbre rustique à croissance lente qui pousse sur des sols très pauvres. (ALMEQBALI, 2012).

b. Description botanique

Le jujubier est une plante frutescente de 1,3 à 2,2 m, très ramifiée. Les rameaux sont recourbés vers le bas, flexueux, blanc grisâtre à épines par paires droites ou recourbées. Les feuilles sont petites, alternes, obtuses, crénelées, à trois nervures, glabres, faiblement rigides, de 7 à 9 mm de large et de 9 à 13 mm de long, à pétiole court (ZHOU, 2014).

Les fleurs sont solitaires ou groupées avec un seul pédicelle court ; à calice en forme d'entonnoir, pentamère ; à petite corolle à cinq pétales ; à cinq étamines épi pétales ; à deux

styles courts. Les fruits sont des drupes sphériques dont les noyaux osseux biloculaires, petits et ronds sont recouverts d'une pulpe demi-charnue, très vite sèche, riche en sucre.

c. Composition chimique

Parmi les substances actives de cette plante, on trouve l'imudine, qui est une substance désinfectante et bactériostatique, la flavon, les résines et les matières salivaires, les fibres, les protéines, les amidons, les acides organiques, le fer, le calcium, le phosphore et certaines vitamines B, C et K.

3.3. Dispositif expérimental

Après l'homogénéisation de « déchets, fumier et plante médicinale », divisée dans trois (03) composteurs perforés en plastique (*cf. Figure 8.page 15*), C1, C2, C3.

La masse globale des déchets compostés est de **10 kg** dans chaque composteur .Sur cette base, nous avons procédé à l'expérimentation avec trois (3) traitements différents de par leur composition, et avec un dispositif expérimental spécialement conçu pour cette opération (*cf. Figures 8*).



Figure 8: Le dispositif expérimental: conteneurs en plastique à paroi perforée (composteurs)

3.4. Paramètres mesurées

3.4.1. La Température

La température est mesurée 3 fois chaque jour durant l'expérimentation à l'aide d'un thermomètre à mercure (**Figure 9**).



Figure 9: Mesure de la température l'aide d'un thermomètre à mercure (**TOUMI et REMADNA, 2019**)

3.2.4. Le pH et l'Humidité

La mesure du pH est réalisée selon la norme internationale. Le pH est mesuré après mise en solution de 5g de l'échantillon dans 50 ml d'eau distillée. La méthode employée consiste à préparer une suspension de substrat séché, la laisser an agitation pendant 30 mn puis nous la filtrons et la faire reposer pendant au moins 2 heures. La lecture du pH se fait moyennant par un pH-mètre. (**M'SADAK, 2013**).



Figure 10: Mesure de pH mercure (TOUMI et REMADNA, 2019)

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

$$H\% = 100 * ((MH-MS)/MH). \text{ (M'SADAK, 2013).}$$



Figure 11: Mesure de l'humidité de chaque échantillon (TOUMI et REMADNA, 2019)

3.5. Analyses physico-chimiques

Normalement les analyses chimiques de différents substrats testés dans cette expérimentation, sont réalisées au niveau du laboratoire de science en agronomie de Biskra.

Par ailleurs, les analyses microbiologiques sont effectuées au niveau du laboratoire de Département de Biologie -Hadjeb . Université de Biskra.

3.5.1. Carbone organique (Méthode d'ANNE)

En milieu sulfurique, on oxyde le carbone par une solution de bichromate de potassium. L'excès de bichromate non réduit est dosé par une solution réductrice de sel de Mohr (0.2N) en présence de diphénylamine (AUBERT, 1978 cité par ABSI, 2008).

3.5.2. Azote Total (Méthode de KJELDAHL)

On transforme l'azote des composés organiques de l'échantillon en azote ammoniacal en attaquant cet échantillon par acide sulfurique (H₂SO₄) concentré et porté à l'ébullition en présence d'un catalyseur. L'ammoniaque formé est fixée par une solution de soude (60%), distillée à la vapeur d'eau dans un distillateur et recueilli dans une solution d'acide borique (H₃BO₃). Le distillat est titré avec une solution H₂SO₄ (0.1N) (PAUWELS et al., 1992, ROMANI et BEZZALA, 2007).

Ce qui permet d'estimer le rapport C/N, rapport généralement utilisé pour suivre l'évolution de la matière organique .Une fois le taux de carbone et d'azote sont déterminés on peut déduire le rapport C/N.

3.5.3. Conductivité électrique (CE)

C'est la mesure de la concentration des ions solubles afin d'apprécier la salinité du substrat. Elle est déterminée par la conductimètre et elle est exprimée en (mS /cm) ou (mmhos/cm³). La norme internationale prescrit une méthode de sa mesure. Un échantillon de substrat de 5g dans un 62 ml d'eau.



Figure 12: Mesure de conductivité électrique (TOUMI et REMADNA, 2019)

3.6. Analyses biologiques

3.6.1. Mycoflore

Plusieurs travaux de recherche ont été focalisés sur la microbiologie du compost mais jusqu'à présent les analyses systématiques des produits de compostage restent insuffisantes (HASSEN et al., 2001).

Un relevé de la microflore est également effectué pour identifier les germes fongiques. Concernant les champignons, l'ensemencement est réalisé sur un milieu de culture PDA à une température d'incubation d'environ 37 °c (CHAMPION, 1997).

Dans notre essai expérimental, les analyses microbiologiques sont réalisées à partir d'une suspension de 1 g de compost (chaque échantillon) dans 9 ml d'eau physiologique stérile (annexe : 2). La suspension est par la suite agitée manuellement dans le but de libérer le maximum de la charge microbienne.

Des dilutions en série sont ensuite réalisées à partir d'eau physiologique stérile (annexe : 2). Pour le dénombrement de la microflore fongique, sur des milieux gélosés (annexe : 1) les dilutions 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} sont utilisées pour ensemercer des milieux sur boîte de Pétri, en Utilisant le milieu de culture PDA (annexe 1) L'ensemble des boîtes est incubé à 37°C pendant 7 jours.



Figure 13: Préparation de dilutions et l'ensemencement (TOUMI et REMADNA, 2019)

- **Microfaune**

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

3.6.2. Test de phytotoxicité

Certains tests s'avèrent nécessaires dans l'appréciation finale d'un substrat organique destiné à l'agriculture, Ce test est un moyen permettant d'évaluer le degré de toxicité d'un compost. Compte tenu de certains tests préliminaires, le tamisage (tamis de 2 mm) du substrat obtenu est nécessaire et ce pour affiner la structure. Le taux de germination qui est déterminé comme suit (SALAHEDDINE, 2005)

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

➤ **Principe**

Le test consiste à semer des semences (5 semences de courgette, 15 de tomate et 15 de luzerne), dans des alvéoles de germination (**Figure 15**). Ils sont arrosés tous les jours à l'eau afin de maintenir l'humidité. Après **10 jours**, d'ensemencement, la maturité du compost a été évaluée suivant un taux de germination des différents traitements par rapport au témoin (sol).

Un test de germination sur trois cultures ; tomate, courgette, et de la luzerne(**Figure 14**).



Figure 14 :Les semences utilisées pour les tests de germination. 1) graines de Courgette; 2): graines de Luzerne; 3): graines de Tomate

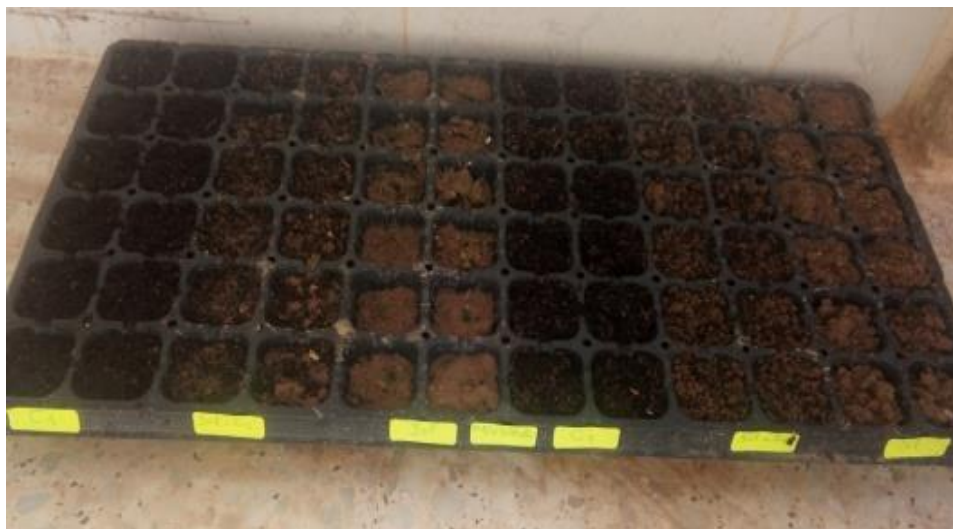


Figure 15: Les alvéoles pour la germination des semences

Chapitre 4

Résultats et discussions

4.1. Evolution de la température

Les résultats de l'évolution de la température des trois 03 traitements lors du compostage sont représentés dans le tableau 1 et illustré dans la figure (16).

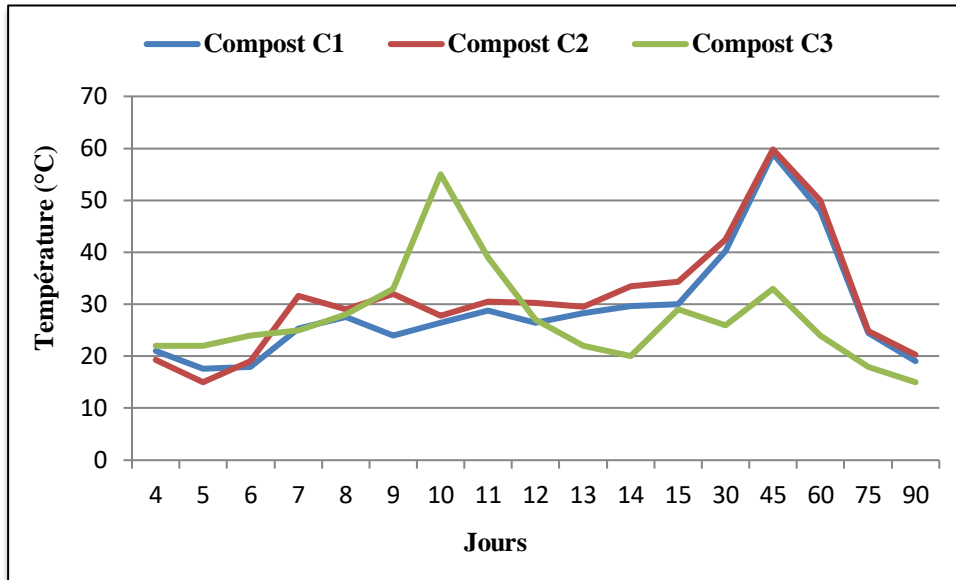


Figure 16: Evolution de la température au cours de compostage dans chaque composteur

L'étude de l'évolution de la température au cours du processus du compostage montre que la température de départ est très faible ou la température du compost, selon, **ATTRASSI et al., (2005)**, la température du compost augmente progressivement pendant les 15 premiers jours pour atteindre un maximum de l'ordre de 70°C. En effet, **MISRAET al, (2005)** montrent que la température idéale pour la phase initiale de compostage est de 20 à 45°C ce qui été le cas dans notre expérience. A ce moment d'une durée de 21 jours débute ou les températures augmente jusqu'à 59°C, 59.8°C respectivement pour les traitements C1, et C2, au contraire la phase thermophile de le traitement C3 été commencé après 10 jours, avec une température de 55°C.

4.2. Evolution du pH

Les résultats de l'évolution de pH des trois traitements lors du compostage sont présentés dans le tableau et illustré dans la figure (17).

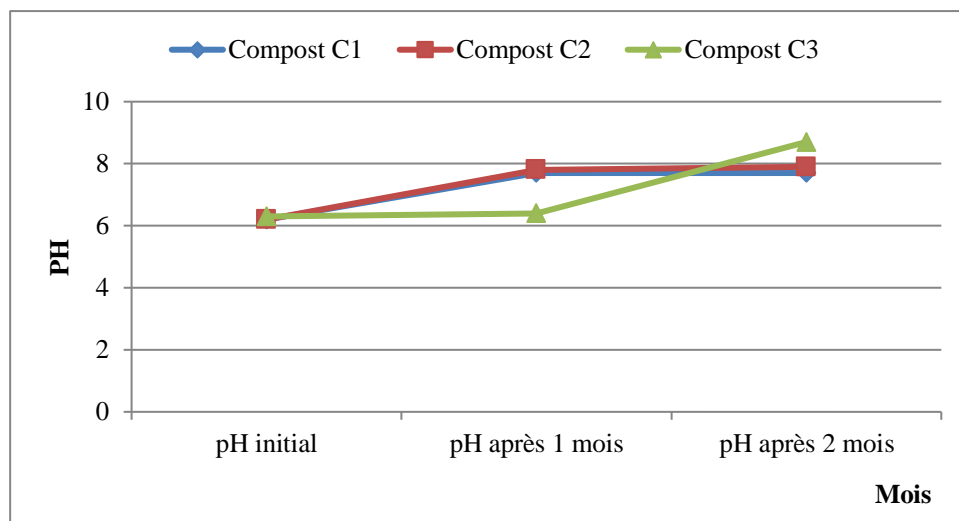


Figure 17: Evolution de pH des traitements au cours du compostage

A l'inverse des résultats relatifs aux températures, les courbes révèlent une acidification des substrats au début de l'expérience, au-delà desquels, le pH varié entre 6et8, 5 (Figure 17).

4.3. Evolution de la conductivité électrique

Les résultats de l'évolution de la CE des trois traitements lors du compostage ainsi la plante de jujubier sont présentés dans le tableau ci-dessous (tableau 6).

Tableau 3: Evolution de la CE (ms/cm) des traitements au cours de compostage

CE(ms/cm)	Traitements			Plante de jujubier
	C1	C2	C3	
CE initial	1.5	3.4	2.6	1,3
CE après 1 mois	2.0	4.1	4.5	
CE après 2 mois	1.2	4.7	3.0	

Les résultats obtenus mentionnent que la CE du traitement C1 a subis de diminution notable au cours de l'opération du compostage. Ces résultats rejoignent ceux **ZNAÏDI(2002)**, qui a remarqué une diminution de salinité de compost. Par contre que la CE du traitement C2 a subis d'augmentation au cours de l'opération du compostage due à la présence de fumier de bovin.

4.4. Evolution de la matière organique, le carbone et l'azote total

Absence des résultats sur le taux de la matière organique, le carbone ainsi l'azote total dû au évènement de virus COVID-19.

4.5. Activité microbienne

a. Obtention des isolats fongique

Les Résultats des observations quotidiennes des boitesensemencés sur milieux PDA (annexe : 1) sont présentés dans les **tableaux 4, 5, 6 et 7** :

Tableau 4: Observation quotidiennes de boitesensemencées au début de compostage.

Echantillons	Dilutions	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10
M1 (compost C1)	10 ⁻¹	-	-	-	-	-	-	++	++	+++	+++
	10 ⁻²	-	-	-	-	-	-	++	++	+++	+++
	10 ⁻³	-	-	-	-	-	-	-	+	++	+++
M2 (compost C2)	10 ⁻¹	-	-	-	-	-	+	+	++	++	+++
	10 ⁻²	-	-	-	-	-	-	+	+	++	+++
	10 ⁻³	-	-	-	-	-	-	+	+	+	++
M3 (compost C3)	10 ⁻¹	-	-	-	-	-	-	+	+	+	++
	10 ⁻²	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	10 ⁻³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++

Tableau 5: Les résultats du les observations quotidiennes des boitesensemencés après un mois (1) de compostage.

Echantillons	Dilutions	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10
M1 (compost C1)	10 ⁻¹	-	-	-	-	-	-	++	++	+++	+++
	10 ⁻²	-	-	-	-	-	-	++	++	+++	+++
	10 ⁻³	-	-	-	-	-	-	-	+	++	++
M2 (compost C2)	10 ⁻¹	-	-	-	-	-	-	-	+	+	++
	10 ⁻²	-	-	-	-	-	-	-	-	+	++
	10 ⁻³	-	-	-	-	-	-	-	+	+	++
M3 (compost C3)	10 ⁻¹	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
	10 ⁻²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10 ⁻³	-	-	-	-	-	-	++	++	+++	+++

Tableau 6: Les résultats des observations quotidiennes des boîtes ensemencées après deux (2) mois de compostage.

Echantillons	Dilutions	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10
Mn1 (compost c1)	10 ⁻¹	-	-	-	-	-	-	++	++	+++	+++
	10 ⁻²	-	-	-	-	-	-	++	++	+++	+++
	10 ⁻³	-	-	-	-	-	-	-	+	++	+++
Mn2 (compost c2)	10 ⁻¹	-	-	-	-	-	-	-	++	+++	+++
	10 ⁻²	-	-	-	-	-	-	-	++	++	+++
	10 ⁻³	-	-	-	-	-	-	-	++	++	++
Mn3 (compost c3)	10 ⁻¹	-	-	-	-	-	-	-	+	++	++
	10 ⁻²	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
	10 ⁻³	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+

Tableau 7: Les résultats des observations quotidiennes des boîtes ensemencées par la plante de Jujubier.

Echantillons	Dilutions	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10
Mmm plante de jujubier)	10 ⁻¹	-	-	-	-	-	-	-	-	++	++
	10 ⁻²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10 ⁻³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

J : jour + : 5 isolats ++ : 5-10 isolats +++ : 10-20 isolats

Nous avons observé que la densité de la population fongique la plus élevée est enregistrée sur PDA par rapport aux milieux sélectifs. **GHORRI (2015)** a décrit que la composition simple et riche en matière glucidique de PDA le rend un milieu favorable pour l'isolement et la prolifération de tous les types de champignons filamenteux.

Selon nos résultats, on peut observer au premier jour de compostage que les échantillons du compost C1 (M1) et compost C2(M2) sont plus chargés en biomasse fongique par rapport aux échantillons de compost C3 (M3), la richesse du compost en champignons permet d'améliorer la biodiversité des sols surexploités. En effet, l'amendement des sols avec du compost induit une augmentation des populations de microorganismes du sol par un facteur de 1000 (**LARBIM, 2006**). Ce qui montre clairement les bénéfices du compost par rapport à la tourbe qui, dans plusieurs études, s'est révélée beaucoup moins riche en microorganismes que les composts (**LAZAROVITS, 2001**).

b. L'identification de quelques souches fongiques

➤ **Observation macroscopique**

Les souches fongiques sont identifiées par un examen macroscopique et microscopique qui a été effectué après l'incubation pendant 10 jours sur un milieu de culture de Pomme de terre Dextrose (PDA) (cf. Figure 27, 28,29), le plus communément utilisé (**BOTTON, 1990**), et l'examen microscopique sur lame avec la technique du test de scotch et au bleu de méthylène.

➤ **Observation microscopique**

Quelques souches fongiques ont été Identifiées par la technique de scotch, qui consiste à adhérer à l'aide d'un morceau de scotch une fraction mycélienne à partir d'une culture jeune et de la coller sur une lame contenant quelques gouttes de bleu de coton (**CHABASSE, 2002**). Les observations microscopiques sont effectuées aux grossissements GX400 (cf. Figure 31).



Figure 18: Teste de scotch de différentes dilutions

Traitement M1 (compost C1)



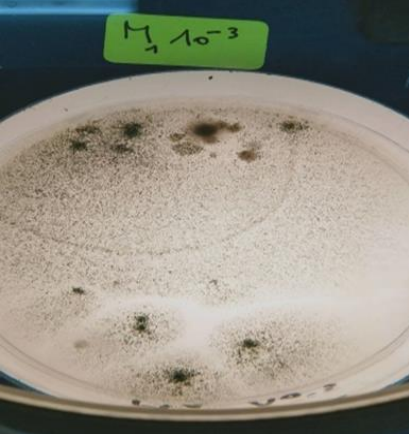
Broyat initial			Après compostage
Les germes fongiques (champignons)			Les germes fongiques (champignons)
Dilution 10^{-1}	Dilution 10^{-2}	Dilution 10^{-3}	Non réalisé
			
<p>Couleur Revers : incolore Mycélium : blanc Spores : noir Diamètre: 4,5 cm Croissance: rapide Aspect: filamenteuse</p>		<p>Couleur Revers : crème Mycélium : blanc Spores : noir Diamètre: / Croissance: lente Aspect: granuleuse</p>	

Figure 19: Observation macroscopique de microflore dans le composteur C1

Traitement M2 (compost C2)


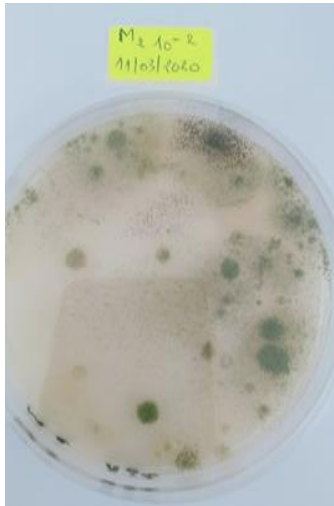
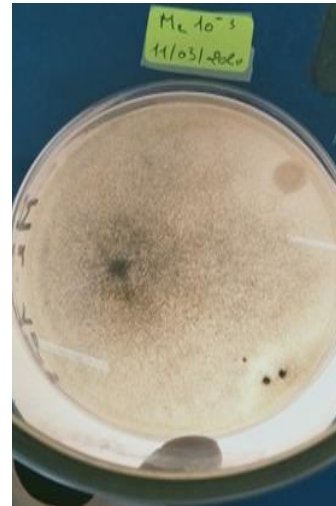
Broyat initial			Après compostage
Les germes fongiques (champignons)			Les germes fongiques (champignons)
Dilution 10^{-1}	Dilution 10^{-2}	Dilution 10^{-3}	Non réalisé
			

Figure 20: Observation macroscopique de microflore dans le composteur C2

Traitement M3 (compost C3)

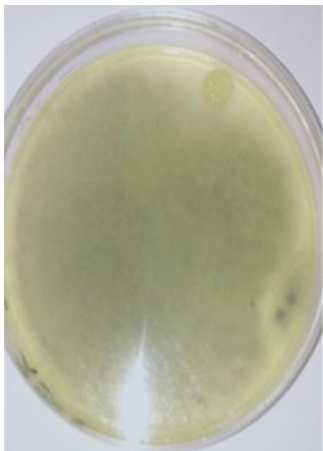
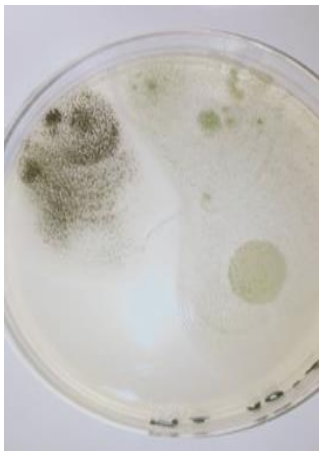
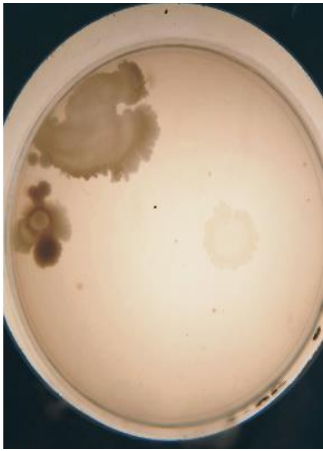
Broyat in initial			Après compostage
Les germes fongiques (champignons)			Les germes fongiques (champignons)
Dilution 10 ⁻¹	Dilution 10 ⁻²	Dilution 10 ⁻³	Réalisé non observé
 <p>Couleur Revers = incolore Mycélium = blanc Spores : vert olive Diamètre: 4,5 cm Croissance: rapide Aspect: poudreuse</p>			

Figure 21: Observation macroscopique de microflore dans le composteur C3



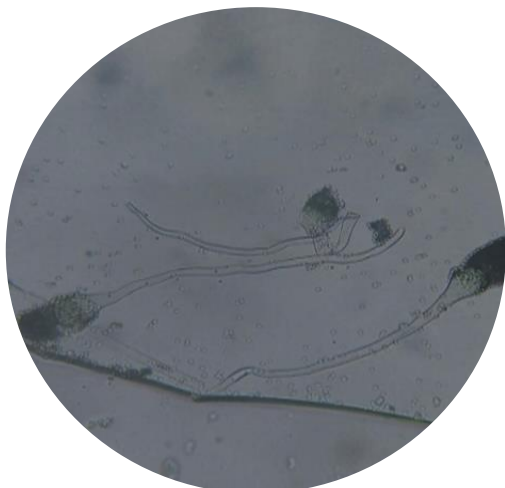

Broyat initial		Après compostage
Souche 1 <i>Mucor sp</i>	Souche 2 <i>Penicillium sp</i>	Réalisé mais non Observé (Covi-19)
		
Description Hyphes non septé, sporocyste grande taille, globuleux spores rondes.	Description Hyphes Septé Conidiophore Cylindrique et septé Phi-alide à col peu développé disposées en pinces serrés	
Souche 3 <i>Aspergillus sp</i>	Souche 4 <i>Aspergillus sp</i>	
		
Description Hyphes Septés, Conidiophore large et non cloisonné à extrémité distale, dilatée formant une vésicule Phi-alide et conidie Phi-alides portées à l'apex ou sur toute la surface de la vésicule.	Description Hyphes Septés Conidiophore / Phi-alide /	

Figure 22: Aspect microscopique des isolats à partir de la phase initiale de compostage

4.6. Test de phytotoxicité

Tableau 8: Les résultats de test de phytotoxicité, cas du compost C1, 10 jours après le semis










	Sol 100 % (témoin)	Sol 75% + compost 25%	Compost 100 %
Tomate			
Courgette			
Luzerne			

Tableau 9: Les résultats de test de phytotoxicité, cas du compost C2, 10 jours après le semis









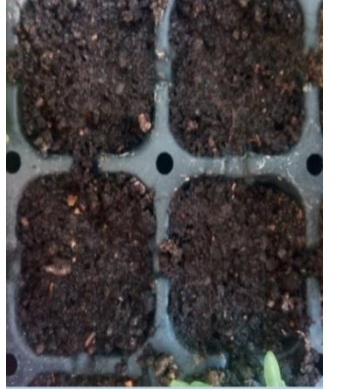
	Sol 100 % (témoin)	Sol 75% + compost 25%	Compost 100 %
Tomate			
Courgette			
Luzerne			



Figure 23: Résultats de test de germination pour témoin.



Figure 24: Résultats de test de germination correspondant au C1



Figure 25: Résultats de test de germination pour C2

Nous avons remarqué, une absence des résultats pour le test de germination correspondant au compost C3. Les résultats du test de phytotoxicité de 3 composts sont reportés dans les tableaux suivant :

Tableau 10: Evaluation de taux de germination (%), le cas de compost C1

	Sol (Témoin) Taux 100%	(Sol 75% + compost 25%)	Compost 100 %
Tomate	100	67	6,66
Courgette	100	67	6,66
Luzerne	100	53	0

Ces résultats montrent que l'incorporation d'une dose de 25% du compost au sol permet un taux de germination de 67% pour les deux cultures tomate et courgette et 53% pour la culture de luzerne. Ces résultats montrent que le substrat est viable et non phytotoxique, en effet le taux de germination est supérieure à 50%. Ces résultats sont similaires avec ceux rapportés par de **HANN(1981)** et **ABADBERJONET al.1997**.

Tableau 11: Evaluation du taux de germination (%), le cas de compost C2

	Sol 100 % (Témoin)	Sol 75% + compost25%	Compost 100 %
Tomate	100	93	53,3
Courgette	100	66,6	66,6
Luzerne	100	86,6	0

Pour la culture de tomate par un taux de germination 93% et luzerne 86% et 66,6 % pour la culture de courgette cela relativement exprimé par la composition chimique du fumier de volaille et de bovins, en raison de leur richesse en éléments nutritifs : azote, phosphore et potassium ce que fait un engrais très convenable avec le composte pour obtenir une meilleure fertilisation au sol. Aussi, les résultats montre que le substrat et la dose 25% du compost C2 (déchet+fumier) au sol est très viable et ne représente aucun risque phytotoxique dans les trois cultures : tomate, courgette, luzerne. L'apport de 100% de compost C2 (déchet+fumier) a donné des taux de germination 53,3% pour la culture de tomate et 66,6% pour la culture de courgette.

Tableau12: Evaluation du taux de germination (%), le cas de compost C3

	Sol 100 % (Témoin)	Sol 75% + compost25%	Compost 100 %
Tomate	100	0	0
Courgette	100	0	0
Luzerne	100	0	1

Les résultats montre la négativité de test de germination (0 %) dans les 3cultures : tomate, courgette, luzerne, en dose Sol 75% + compost 25% et 100% de compost.

On distingue, que le compost C3 (déchet+ le Jujubier (El Sidr)) n'est pas encore mature à cause de l'absence totale de germination pendant la période d'incubation. Ces résultats sont similaires avec ceux rapportés par (TANG et al., 2006).

4.7. Discussions

- **Evolution de la température**

Par comparaison aux résultats obtenus par Savadogo et Traore (2011) à nos résultats, les maxima de température caractérisent la phase thermophile du compostage. Tandis que les périodes de diminution thermique correspondent à la phase de refroidissement. Les températures élevées caractérisent le processus de compostage aérobie et sont les indicateurs d'une activité microbienne importante. La chaleur générée accélère la décomposition des protéines, des graisses et des sucres complexes tels la cellulose et l'hémicellulose et réduit la durée du processus.

D'après **Soudi et al., (1996)**, la température augmente immédiatement après chaque retournement jusqu'à pratiquement la fin de la phase thermophile. L'élévation de la température au début du compostage serait due à la forte activité microbienne induite par la présence de matières organiques facilement biodégradables. La phase thermophile pourraient entraîner la réduction des pathogènes et l'élimination des graines d'adventices éventuellement présents : c'est "l'hygiénisation" du compost. Les composts ont atteint des pics variant entre 55 et 65°C à la deuxième semaine. Même résultats obtenus par **Ryckeboer et al., 2003**, l'augmentation rapide initiale de la température implique une transition rapide de la microflore mésophile à la microflore thermophile.

• Evolution du pH

Selon **Taiek et al.,(2014)**, la baisse du pH dans les essais de compostage est due à l'activité fermentative des levures brassicoles *Saccharomyces cerisaie*. Le suivi du pH indique qu'à partir du 8ème jour les essais de compostage sont matures. Le pH est stabilisé suite à la réduction de l'activité des micro-organismes (**Albrecht, 2007**), les résultats de suivi du pH pendant 15 jours, observés que le pH initial des différents essais de compostage est acide (pH=4,5), ce qui a été comparable devant notre étude.

Par comparaison à nos résultats aux résultats de **Dieng et al., (2019)**, le pH qui est compris entre 7 et 9 attestent de la maturité du compost conformément aux résultats des travaux publiés par **Biekre et al.,(2018)** où les valeurs de pH varient entre 7,45 et 8,05. **Konaté et al., (2018)** ont montré que le compost s'est avéré relativement basique (pH = 7,3). **Steger et al., (2006)** ont conclu que le processus de compostage s'accompagne toujours d'un phénomène d'alcalinisation. Leurs travaux ont révélé une augmentation de pH allant de 5,4 au départ à 8,5 au bout de 57 semaines de compostage de déchets verts mélangés à des déchets ménagers.

• Activité microbienne

Selon **Muthurayar et Dhanarajan (2013)**, Le compostage est la décomposition biologique et la stabilisation des substrats organiques dans des conditions qui permettent l'évolution de la température thermophile, pour produire un produit final stable, exempt d'agents pathogènes et de graines de mauvaises herbes et peut être avantageusement appliqué aux cultures. Le compostage a une large gamme d'applications dans l'agriculture, l'économie et l'environnement.

D'après **Ben Ayed et al., (2005)**, l'évolution des microorganismes mésophiles, thermophiles au cours de la phase mésophile de la première phase, il y a une dominance de la flore mésophile qui est aux alentours de 104 microorganismes/g de MS. Selon **Kilbertus (1985)**, ce sont les champignons qui colonisent en premier les substrats et dégradent préférentiellement la matière organique fraîche. Notant aussi, d'après Hassan et al.,(2001), les levures et les champignons filamenteux ont diminué.

Ryckeboeret al., 2003, la capacité de les micro-organismes à assimiler la matière organique dépend de leur capacité à produire enzymes nécessaires à la dégradation du substrat (Golueke, 1991, 1992; Davis et al., 1992; Tuomela et al., 2000). La composition de la communauté microbienne pendant le compostage est déterminé par de nombreux facteurs (Davis et al., 1992; Golueke, 1992). Dans des conditions aérobies, la température est le principal facteur de sélection des populations et détermine le taux d'activités métaboliques.

Selon **Mouria et al.,(2012)**, la composition de la microflore ainsi que l'activité de certains groupements spécifiques dans le compost sont fortement affectées par le degré de décomposition de la matière organique. Par conséquent, elle constitue un facteur clé de la qualité du compost

• Test de phytotoxicité

D'après **Chennaoui et al., 2016**, ce test est basé sur le pouvoir germinatif des graines de deux cultures (blé et tomate) en présence du compost. Ces tests consistent à semer un même nombre de graines dans des pots contenant du sable seul, compost seul ou sable additionné de 25 à 75% du compost et à raison de 3 pots par catégorie. Après 10 jours d'incubation à 25°C, la maturité du compost a été évaluée suivant le pourcentage de germination par rapport au témoin.

D'après M'Sadak et A. Ben M'Barek, 2015 ; **Bernal et al. (2009)**, les essais de germination fournissent une image instantanée de phytotoxicité , alors qu'ils ne sont pas suffisants pour une meilleure évaluation de la phytotoxicité.

Conclusion

Conclusion

Cette étude nous a permis d'une part, d'évaluer la qualité d'un compost d'origine mixte (déchets ménagers et plante médicinale : le Jujubier) et d'un autre part d'identifier la microflore microbienne (les champignons) qui existent au cours de processus de compostage. Le mélange de base est constitué essentiellement de déchets ménagers avec ou sans apport de fumier bovin avec l'addition d'une plante médicinale de Jujubier (*Ziziphus lotus*).

En parallèle, un suivi périodique des paramètres physico-chimiques pendant le processus de compostage a été réalisé.

Au bout de trois 03 mois de compostage, les résultats obtenus durant notre expérimentation, nous permettent de distinguer :

Pour le suivi de la température, nous avons constaté que la température suit presque la même allure au cours du compostage pour l'ensemble des traitements. En fait les températures maximales ont été enregistrées après 45 jours de compostage pendant la phase thermophile avec des valeurs de l'ordre de 59°C, 59.8°C et 45°C respectivement pour les traitements C1 (compost C1), et C2 (Compost C2) et C3 (compost C3). Toutefois une baisse brutale de ces températures a été enregistrée à la fin de l'opération pendant la phase de maturité avec des valeurs de l'ordre de 19°C, 20.3°C et 20°C et respectivement pour les traitements.

- ✚ Ceci montre clairement que le niveau thermique létale vis-à-vis la microflore pathogène a été atteint pour l'ensemble des traitements, malgré les légères différences noter entre eux.
- ✚ En parallèle, aux résultats physico-chimiques, l'analyse des résultats obtenus montre que les trois traitements enregistrent presque des pH assimilables avec des valeurs maximales au début de l'opération par la suite. Cette variation est dus aux acides libères lors de la biodégradation de matière organique.
- ✚ Par ailleurs, vis-à-vis des évènements de virus COVID-19, des paramètres important non réalisé tel que le rapport C/N, malgré ça, nous avons observé durant l'opération de compostage à la fin une diminution de quantité de déchets compostés de 10 kg matière initiale vers les 4,5 à 5 kg de matière sèche, ce qui permet de dire que nos composts ont subis un bon déroulement de biodégradation, le rapport C/N enregistré à la fin de

l'opération pour l'ensemble de traitements est conforme avec le rapport du compost de bonne qualité.

- ✚ L'analyse microbiologique du compost montre que les mélanges de matières organiques utilisés au niveau des trois traitements ont enregistré une diminution appréciable de la microflore pathogène testée à savoir : les champignons. Il a donné une idée sur la stabilité et la hygiénité de notre compost, valable d'être utilisé comme un amendement riche en éléments nutritifs et avant tout une bonne méthode de réduction des quantités des déchets organiques.
- ✚ Avec les résultats de test phytotoxique montre une aptitude variable des différents composts à la germination. Le compost C2 (déchets+fumier) a atteint un bon niveau de maturité, c'est celui qui montre le meilleur pourcentage de germination atteint un taux de 93% de la culture de tomate avec dose de 25% de compost utilisé. par contre, Le compost C1 (déchets+fumier+le Jujubier) montre un taux de germination supérieure à 50% avec dose de 25% de compost utilisé. Pour le compost C3 (déchets+le Jujubier (El Sidr), le pourcentage de germination obtenu est inférieur à 50%, ce qui montre qu'il y a une influence de cette plante sur le processus de compostage.

Enfin, les régions arides souffrent d'un manque en matière organique, sans oublier les changements climatiques qui tendent à aggraver le problème d'aridité, vient l'utilité des composts qui ont un potentiel non négligeable pour le développement de l'agriculture et pour la préservation des agro systèmes dans ces régions.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

ABADBERJON M.,M.D.CLIMENTMOROTO.P. ARAGON REVETA.and

CAMAREO SIMON (1997). The influence of solid urban waste compost and nitrogean-minirel fertilizer on grow the and productvity in potatoes. Commun.soilsci.plant Anal.,28:1653-1661.

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

ABSI R. 2008. Essai de mise au point d'un compost d'origine urbain.Thèse.Ing.Agro,Univer-Biskra,54p.

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

Asnoune M. 2017. Optimisation de la gestion des déchets ménagers dans quelques villes de l'Ouest algérien. Thèse de doctorat.12p.

ATTRASSI. B, KRIMOU.D et MRABET. L., 2007. Etude de la valorisation agronomique des composts des déchets ménagers, Revue de Microbiologie Industrielle Sanitaire et Environnementale. N°1, p: 23-30.

B

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.

BERNAL M.P., C. PAREDES, M.M.A. SANCHEZ, AND J., CEGARRA, 1998. Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. *Bioresource Technology* 63: 91-99.

BEN AYED L., HASSEN A., JEDIDI N., SAIDI N., BOUZAIANE O., MURANO F., 2001. Caractérisation des paramètres physico-chimique et bactériologique au cours d'un cycle de compostage d'ordures ménagères Article *in* Déchets sciences et techniques. DOI: 10.4267/dechets-sciences-techniques. <https://www.researchgate.net/publication/273145668>

BERNAL M.P., NAVARRO A.F., ROIG A., CEGARRA J., GARCIA D., 1996. Carbon and nitrogen transformation during composting of sweet sorghum bagasse, *Biol. Fertile. Soil.* 22, 141-148.

BONZI M., 1989. Etudes des techniques de compostage et évaluation de la qualité des composts : effets des matières organiques sur les cultures et la fertilité des sols. Mémoire ingénieur IDR/Agronomie. 66p.

BOTTON B., BRETTON A., FEVER M., GAUTIER S., GUY PH., LARPENT J.P., REYMOND P., SANGLIER J-J., VAYSSIERr Y and VEAU P. 1990. Moisissures utiles et nuisibles, importance industrielle, (edn) Masson, Paris.p:12-426.

BOUGHEDIRI L.A. 2014. Quality evaluation of some honey from the central region of Algeria, *Jordan Journal of Biological Sciences*, 4(4), 243-248.

C

Chennaoui M., Salamay.,Makan A., Mountadar M., 2016. Compostage en cuve des déchetsmenagers et valorisation agricole du compost obtenu. ISSN 2170-1318 Algerian journal of aridenvironment.vol. 6, n°2, décembre 2016: 53-66.14p

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

CHANG, Y.Y., J.E CRONAN, S.J. LI, K. REED, T. VANDEN BOOM, A.Y. WANG 1991. Localisations of the lip, poXB, and ilvBN genes on the physical map of *Escherichia coli*. *J.Bacteriol.* 173:5858-4259.

D

DEVISSCHER S., 1997. Le compost. Mémoire D.E.S.S., université Picardie, 60p.

F

FINSTZIN M.S., J. CIRELLO D.J., SULER M.L., MORRIS, AND P.E. STROM, 1986. Monitoring and evaluating composting process performance. Journal Water Pollution control.Fed. 58: 272-278.

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. Biol. Fertil Soils. 16: 93-99.

Franco 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 d'état. Dissertation, Institut national agronomique. Paris- Grignon, France. 288 p.

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

G

GHORRI S. 2015. Isolement des microorganismes possédant une activité anti-Fusarium , Thèse de doctorat ,Université frères Mentouri, Constantine.

GOLUEKE CG. 1991.The Staff of Bio cycle,Ed.,The Art and Science of Composting,journal of wast Recycling,The JG Int.,Pennsylvania,14-27.

H

HANN,S.1981. Results of municipal waste compost research over more than fifty years at the institute for soil fertility.

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

I

IGLESIAS-JIMENEZ, E,& PEREZ-GARCIA.V. 1989. Evaluation of city refuse compost maturity: A review. *Biological Wastes*, 27, pp:115-142.

J

JEDIDI N., VAN CLEENPUT O. & M'HIRI A. 1995. Quantification des processus de minéralisation et d'organisation de l'azote dans un sol en présence d'amendements organiques. "Can. J. of Soil Sci., 75:85-91.

K

KONATE Z,ABOBI HDA,SOKO FD,YAO-KOUAME A. 2008.Effets de la fertilisation des sols à l'aide des déchets ménagers solides composés dans les décharges sur le rendement et la qualité chimique de la laitue (*Lactuca sativa*L) *Int.J.Biol.Chem.sci.*,12(4):1611-1625.DOI:<https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i4.9>

L

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 Es-Sciences,. Faculté des Sciences de l'Université de Neuchâtel, Institut de Botanique, 140pp.

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

LAZAROVITS G.2001. Management of soil-borne plant pathogens with organic soil amendment: a disease control strategy salvaged from the past. *Can. J. Plant Pathol.*, 23, 1-7.

M

MISRA. RV, ROY. RN, HIRAOKA. H., 2005. Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole. Documents de travail sur les terres et les eaux. Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture, Rome.51P

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

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

N

NAMKOONG W., E. HWANG, J. CHEONG, J. CHOI, W. NAMKOONG E.Y., HWANG, J.G. CHEONG, AND J.Y. CHOI, 1999. Acomparative evaluation of maturity parameters for food waste composting. *Compost science and Utilization* 7: 55-62.

O

OUSTANI M, 2006. Contribution à l'étude de l'influence des amendements organiques sur les propriétés microbiologiques des sols sableux non salés et salés dans les régions sahariennes (cas d'Ouargla). Thèse de magister. Université d'Ouargla, 187p.

R

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

ROLETTO E., BARBERIS R., CONSIGLIO M., JODICE R., 1985. Chemical parameters for evaluating compost maturity. *BioCycle*, 26, 46-47. *Principles de compostage*.

RONALD M. ATLAS, RICHARD BARTHA, 1993. *Microbial Ecology: Fundamentals and Applications*. Benjamin/Cummings Publishing Company, 563p.

S

Savado et Traore, 2011. La flore microbienne et les propriétés fonctionnelles des yaourts et laits fermentés. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(5): 2057-2075,20p.

SHARMA V K., CANDITELLI M., FORTUNA F., CORNACCHIA, G.,1997. Processing of urban and agro-industrial residues by aerobic composting: Review. *Energy Conversion and Management*, 38, 5, 453-478.

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.

BOUMEHDI J., MALJI J , SOUDI ., IHADI E., .1996Compostage et qualité du compost des déchets ménagers *Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc) 1996*, Vol. 16 (2).14p

T

TANG J-C, MAIE N, TADA Y, KATAYAMA A, 2006. Characterizations of the maturing process of cattle manure compost. *Process Biochemistry* 41: 380-389.

TOUMELA M., VIKMAN M., HATAKKA A., & ITAVAARA M., 2000. Biodegradation of lignin in a compost environment: a review. *Bioresource Technology* 72, 169-183.

TAIEK T, BOUTALEB N., BAHLAOUAN B.,EI JAAFARI A., KHROUZ H., SAFI A.et EI ANTRI S., 2014. Valorisation de déchets de poisson alliés à des rejets brassicoles en vue d'obtenir un bio fertilisant. *Déchets Sciences et Techniques - N°68 - Novembre 2014*.7p.

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).34p

Z

ZERROUK S., SEJO.M. C., BOUGHEDIRI L., ESCUREDO O. and RODRIGUES-FLORES M. S. 2014. Palynological characterization of Algerian honeys according to their geographical and botanical origine. Grana, 53(2), 147-158.

ZNAIDI I., 2002. Etude et évaluation du compostage de différents types de matières organiques et des effets des jus de composts biologiques sur les maladies des plantes. Thèse de magistères. Tunisie, 85p.

Annexes

Annexe 1

- **Milieu de culture**

Milieu pour les champignons : gélose dextrose à la pomme de terre « P.D.A »(JOFFIN et al, 2006).

- Extrait de pomme de terre.....4g.
- Glucose.....20g.
- Agar-agar.....20g.
- L'eau distillé.....1l.
- L'antibiotique de CENTELLACINE (poudre)0.0065g.
- pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 5.6 ± 0.3 .
- 4g d'extrait de pomme de terre correspond à 200g d'infusion de pomme de terre.

Avec l'addition de 0.0065g d'antibiotique CENTELLACINE poudre dans 0.5 l de milieu PDA pour éviter la croissance des bactéries

Annexe 2

- **Eau physiologique stérile**

- Chlorure de sodium (NaCl) 9g.
- L'eau distillé1l.
- Faire l'agitation pendant 15 minutes, puis directement à l'autoclavage pendant 24 h.
- Le pH = 7.2

Annexe 3

Collecte et la mise en place des déchets sur le terrain de faculté d'EL-Hadjeb

01/10/2019

1



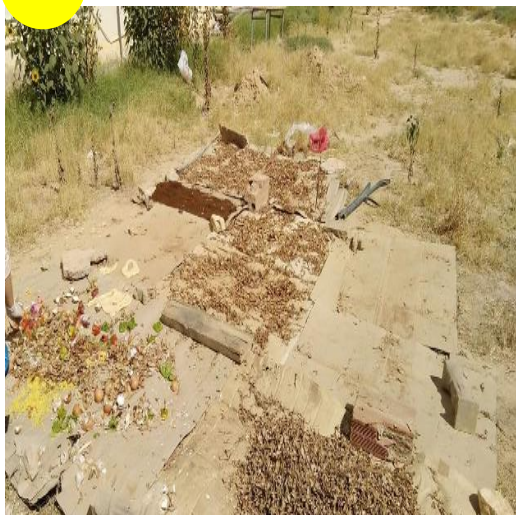
Tri des déchets ménagers

2



3

séchage des déchets au soleil



Stockage des déchets séchés dans les sachets en plastiques

4

14/11/2019



5

Broyage des déchets à l'aide de broyeur électrique



Préparation du mélange

6

21/12/2019





Figure 26:Résumé générale des étapes essentielles de compostage

Annexe 4. Liste des articles

N°	Auteurs	Titre de l'article
1	Savadogo et Traore, 2011	La flore microbienne et les propriétés fonctionnelles des yaourts et laits fermentés. <i>Int. J. Biol. Chem. Sci.</i> 5(5): 2057-2075, 20p.
2	Ben Ayedet <i>al.</i> , 2001. Ben Ayed L., Hassen A., Jedidi N., Saidi N., Bouzaiane O., Murano F., 2001.	Caractérisation des paramètres physico-chimique et bactériologique au cours d'un cycle de compostage d'ordures ménagères Article <i>in</i> Déchets sciences et techniques. DOI: 10.4267/dechets-sciences-techniques. https://www.researchgate.net/publication/273145668 .
3	Hassan <i>et al.</i> , 2001 ., Belguith K., Naceur J., Cherif A., Boudabous A	Microbial characterization during composting of municipal solid waste. <i>Bioresource Technology</i> volume 80, Issue 3, December 2001, Pages 217-225
4	Taiek <i>et al.</i> , 2014. Taiek T, Boutaleb N., Bahlaouan B., El Jaafari A., Khrouz H., Safi A. et El Antri S.,	Valorisation de déchets de poisson alliés à des rejets brassicoles en vue d'obtenir un bio fertilisant. <i>Déchets Sciences et Techniques</i> - N°68 - Novembre 2014. 7p.
5	Chennaoui <i>et al.</i> , 2016., Chennaoui M., Salamay., Makan A., Mountadar M.,	Compostage en cuve des déchets ménagers et valorisation agricole du compost obtenu. <i>ISSN 2170-1318 Algerian journal of arid environment</i> . vol. 6, n°2, décembre 2016: 53-66. 14p
6	Soudiet <i>al.</i> 1996 Boumehdi J., Mali j, Souidi ., Ihadi E.,	Compostage et qualité du compost des déchets ménagers <i>Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc) 1996, Vol. 16 (2)</i> . 14p
7	Ryckeboeret <i>al.</i> , 2003 . Ryckeboer J., j. Mergaert., k. Vaes., Klammer S., D. Clercq De, Coosemans j., Insam H., Swings J.,	A survey of bacteria and fungi occurring during composting and self-heating processes <i>Annals of Microbiology</i> , 53 (4), 349-410 (2003). 4p
8	Muthurayar et Dhanarajan ² , 2013 Muthurayar T., Dhanarajan ² M. S.,	Biochemical changes during composting of coir pith waste as influenced by different agro industrial wastes. <i>Agricultural Sciences</i> 4 (2013) 28-30. 3p.
9	Golueke CG (1991)	The Staff of Bio Cycle, Ed., <i>The Art and Science of Composting</i> , Journal of Waste Recycling, The JG Press Inc., Pennsylvania, 14-27.
10	Soudiet <i>al.</i> 1996	Boumehdi JE MALI 1, Brahim SOUDI 1 <; & El Kébir LHADI, 1996. <i>Compostage et qualité du compost des déchets ménagers Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc) 1996, Vol. 16 (2)</i> . 14p
11	Bernal <i>et al.</i> (2009)	BERNAL M.P., ALBURQUERQUE J.A., MORAL R. (2009). <i>Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment</i> , <i>Bioresource Technol.</i> , Vol. 100, Issue 22, 5444-5453
12	Dieng <i>et al.</i> , (2019)	DIENGM, DIEDHIOU A.S et SAMBEF. M, 2019. <i>Valorisation par compostage des déchets solides fermentescibles collectés à l'École Supérieure Polytechnique de l'Université Cheikh Anta Diop de</i>

		Dakar: Etude de l'effet phytotoxique sur des plants de maïs et d'arachide. <i>Int. J. Biol. Chem. Sci.</i> 13(3): 1693-1704, 12p.
13	Konaté et al., 2018 Konate Z, Abobi HDA, Soko FD, Yao-Kouame A. 2018.	Effets de la fertilisation des sols à l'aide des déchets ménagers solides compostés dans les décharges sur le rendement et la qualité chimique de la laitue (<i>Lactuca sativa</i> L.) <i>Int. J. Biol. Chem. Sci.</i> , 12(4): 1611-1625. DOI: https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i4.9
14	M'Sadak et Ben M'Barek, 2015	Evaluation de la maturité et de la qualité chimique des substrats de croissance à base de méthacompost avicole pour une meilleure exploitation <i>larhyssjournal</i> , issn 1112-3680, n°23, September 2015, pp. 117-138. 22p
15	MOURIA et al., 2012 MOURIA B., OUAZZANI-T.A., DOUIRA A.,	Isolement et identification de la mycoflore du compost des déchets urbains solides <i>Revue « Nature & Technologie »</i> . Sciences de l'Environnement, n° 09/Juin 2013 « <i>Nature & Technologie</i> ». C- Sciences de l'Environnement, n° 09/Juin 2013. Pages 13 à 28. 16p

ملخص

ترتكز هذه الدراسة على التقييم النوعي للنفايات من خلال جمعها من مطاعم قريبة من المركز الجامعي لبلدية الحاجب على بعد 12 كم من مدينة بسكرة. يظهر هيمنة الجزء المخمر المتمثل في: الفشور، البصل، الطماطم، قشر البيض، إلخ لدعم هذه المنهجية، يتم إجراء تجارب التسميد بخلاطات مختلفة مع أو بدون إضافة السماد، والتي تعيد تكوين الجزء القابل للتخمير من النفايات قدر الإمكان. على الرغم من أن وصفة التسميد تعتبر قياسية ولكن في تجربتنا أضفنا في الخليط الأولي نباتاً طبيياً شجرة السدر. تظهر النتائج التي تم الحصول عليها بعد المراقبة اليومية لدرجة الحرارة ودرجة الحموضة التطور الكلاسيكي لهذين المعيارين أثناء عملية التسميد. مرحلة محبة للحرارة تدل على نشاط جرثومي مكثف حيث تصل درجة الحرارة بعد 21 يوم إلى 59.8 °C؛ 59 °C، C2، C1، C3 بعد 10 أيام. بالتوازي مع ذلك، تراوحت درجة الحموضة بين 6.2 و 38.7 °C يقابلها في ذلك السماد C1، C2 في على الرغم من أن اختبارات السمية النباتية أظهرت كفاءة الركائز التي تم الحصول عليها للإنبات وظهور الشتلات، في بمعدل إنبات كبير C1، وC2 يقدر بـ 80% فأكثر و أقل من 50% بالنسبة لـC3، وكذلك تنوع في الفطريات (الرشاشيات، البنسيليوم، ... إلخ) ومع ذلك فمن الضروري إجراء مزيد من التحاليل (المعادن الثقيلة والجراثيم البكتيرية) قبل الإعلان أنها صالحة للاستعمال في الزراعة.

كلمات مفتاحية: نفايات - سماد - شجرة السدر - جامعة بسكرة ...

Résumé

Cette étude porte sur une évaluation qualitative des déchets à travers une collecte menée auprès des restaurants proches au pôle universitaire de la commune d'El Hadjeb situés à 12Km de la ville de Biskra. Montre une dominance de la fraction fermentescible représentée par : (les épiluchures, oignon, tomate, et les coquilles d'œuf, etc.).

À l'appui de cette démarche, des essais de compostage sont menés avec différents mélanges avec ou sans apport de fumier reconstituant le plus possible la fraction fermentescible de déchets. Bien que, la recette de compostage est standards mais dans notre expérimentation on a ajouté dans le mélange initial, une plante spontanée et médicinale le jujubier. Les résultats obtenus après un suivi quotidien de la température et du pH montrent l'évolution classique de ces deux paramètres lors du processus de compostage. Une phase thermophile indicatrice d'une activité microbienne intense observée au niveau de trois composteurs C1, C2 et C3, où la température atteint les 59°C ; 59,8°C respectivement pour les composteurs C1 et C2 après 21 jours de compostage au contraire pour le traitement C3 après 10 jours. En parallèle, les valeurs de pH situés entre 6,2 à 8,7. Bien que les tests de phytotoxicités montrent l'aptitude des substrats obtenus à la germination et à la levée des plantules, un taux important de germination a été enregistré chez le compost C1 et C2 plus de 80 %, par comparaison au compost C3 est inférieur à 50 %. Notant aussi, une diversité en mycoflore (*Aspergillus*, *Penicillium*, ...etc.). Mais, reste des investigations, plus approfondis sont nécessaires (métaux lourds, germes bactériens) avant de les déclarer utilisables en agriculture.

Mot clés: déchets fermentescibles, compostage, Jujubier, université de Biskra

Abstract

This study relates to a qualitative assessment of waste through collection carried out from restaurants near the university center of the municipality of El Hadjeb located 12 km from the city of Biskra. Shows a dominance of the fermentable fraction represented by: (peelings, onion, tomato, and eggshells, etc.).

In support of this approach, composting tests are carried out with different mixtures with or without the addition of manure, which reconstitutes the fermentable fraction of waste as much as possible. Although, the composting recipe is standard but in our experiment we added in the initial mixture, a spontaneous and medicinal plant the jujube tree.

The results obtained after daily monitoring of temperature and pH show the classic evolution of these two parameters during the composting process. A thermophilic phase indicative of intense microbial activity observed in three composters C1, C2 and C3, where the temperature reaches 59 ° C; 59.8 ° C respectively for composters C1 and C2 after 21 days of composting on the contrary for treatment C3 after 10 days. In parallel, the pH values ranged between 6.2 to 8.7.

Although the phytotoxicity tests show the aptitude of the substrates obtained for germination and the emergence of seedlings, a significant rate of germination was recorded in compost C1 and C2 more than 80%, compared to compost C3 is less than 50 %. Noting also, a diversity in mycoflora (*Aspergillus*, *Penicillium*,... etc.). However, further investigations are necessary (heavy metals, bacterial germs) before declaring them usable in agriculture.

Keywords: fermentable waste, composting, Jujube tree, university of Biskra...