

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme master en agronomie

Spécialité science du sol

THEME

**Etude de la faune dans le processus de compostage :
Cas de la macrofaune et de la mésofaune**

Travail réalisé par

M^{elle} HALLICHE Sonia

M^{elle} SELMANE Sonia

SOUTENU DEVANT LE JURY

Président : M. MERROUKI K.

Promotrice : M^{me} BOURBIA S.

Co promotrice : M^{me} TIBICHE G.

Examineur : Mme OMOURI O.

Proposé et dirigé par

M^{me} BOURBIA S.

M^{me} TIBICHE G.

M.C.B à l'UMMTO

M.C.A à l'UMMTO

Doctorante à l'UMMTO

M.A.A à l'UMMTO

Année universitaire 2019 / 2020

Remerciements

A l'issue de ce modeste travail, je tiens à remercier tout d'abord mon bon DIEU tout puissant, de m'avoir procuré patience et volonté pour aboutir et pour son aide miséricordieuse durant toutes mes années d'étude.

Je tiens à remercier ma promotrice Mme BOURBIA S. Maitre de conférences A à l'U.M.M.T.O, pour avoir dirigé et guidé ce travail, pour son soutien, ses conseils et ses orientations.

Je remercie M. MERROUKI K .Maitre de conférences B à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, d'avoir accepté de présider le jury de soutenance.

Mes remerciements à Mme OMOURI O. Maitre assistante A à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour m'avoir fait l'honneur d'examiner ce travail et faire partie du jury de soutenance.

Mes grands remerciements pour Mme TIBICHE G. Doctorante à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour son inestimable soutien et ses encouragements au cours de notre travail, aussi pour m'avoir fait l'honneur d'examiner ce travail et faire partie du jury de soutenance.

Je remercie vivement et chaleureusement toute personne qui a contribué à ce travail d'une façon directe ou indirecte.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents, à qui je dois ma vie, ma réussite et tout mon respect .Ce travail constitue une légère compensation pour tous leurs Nobles sacrifices afin d'assurer mon bien être et mon éducation, leur amour et soutien a fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

Que Dieu les protège.

Ma grande mère, que dieu la garde et lui accorde santé et bonheur.

Mes adorables sœurs : Lydia, Tina, et ma petite Mélissa.

Mon adorable frère Belkacem.

Mon très cher tonton Nasser qui a toujours été là pour moi et qui m'a toujours encouragé à faire de mon mieux et aller plus loin.

Mon oncle Essaid et ma douce Nana, merci pour votre encouragement.

Toutes mes cousines, mes cousins. Leurs maris, femmes et enfants.

Toutes mes tantes, oncles ainsi que leurs familles.

Mes très chers amis avec qui j'ai partagé d'agréables moments : Amel, Sabrina, Souad, Saïda, Fatiha, Fariza, Liza, Chanez, Cylia, Nadjiba, Aghiles, Juba, Karim, kouceila, Slimane.

Ma binôme Sonia qui m'a aidé et soutenu tout au long de ce projet d'étude.

A tout ceux que j'aime.

Merci.

Sonia

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

*Mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse,
leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,*

*Mes chères sœurs & frères qui ont toujours cru en moi,
pour leurs encouragements permanents et leur soutien moral,*

Mes beaux-frères, pour leur appui et leur encouragement,

A mes adorables nièces et neveux,

Toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

Ma binôme Sonia avec qui j'ai partagé cette expérience et son plaisir,

Mes chères ami (e)s que j'aime et qui font partie importante de ma vie,

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de
votre soutien infailible,*

Merci d'être toujours là pour moi...

Sonia. S

Sommaire

INTRODUCTION	01-03
CHAPITRE I : Généralités	04-07
I.1 Définition.....	04
I.2 Différents types de déchets.....	04
I.2.1 Déchets organiques.....	04
I.2.2 Déchets ménagers.....	04
I.2.3 Déchets verts.....	05
I.3 Différentes matières à composter dans la région de Tizi-Ouzou.....	06
I.3.1. Les sarments de vigne.....	06
I.3.2. Les grignons d'olives.....	06
I.3.3. Les margines.....	06
I.3.4. Fumier de bovin.....	07
I.3.5. Le gazon.....	07
CHAPITRE II : Le compostage	08-22
II.1. Historique.....	08
II.1.1. Définition	08
II.1.2. Le compost.....	09
II.2. Technologie du compostage.....	10
II.2.1. Humification du compost.....	10
II.2.2. Retournement du compost.....	10
II.3.Processus du compostage.....	11-13

II.4. Les paramètres influençant le compostage.....	13-17
II.4.1. Paramètres physiques.....	13
II.4.2. Paramètres chimiques.....	16
II.5. Maturité du compost.....	17
II.5.1. La dégradation de la matière organique.....	18
II.5.2. Le carbone.....	18
II.5.3. L'azote.....	18
II.6. Evaluation de la maturité du compost.....	19
II.6.1. Test de respirométrie	19
II.6.2. Test d'auto-échauffement.....	19
II.6.3. Test de Solvita.....	19
II.6.4. Rapport d'humification.....	20
II.6.5. Test de phytotoxicité.....	20
II.6.6. Tests physico-chimiques.....	20
II.7.Intérêt de compostage.....	21
II.7.1.Agricole	21
II.7.2. Environnemental.....	21
II.7.3.Effet sur le sol.....	21
II.7.4.Effet phytosanitaire.....	22
CHAPITRE III : La Faune du compost	23-40
III.1. Définition de la faune.....	24
III.1.1. Faune du sol.....	24
III.1.2. Abondance de la faune du sol.....	24

III.2.1. Classement de la faune selon la taille.....	25
III.2.1.1. La microfaune	25
III.2.1.2. La mésofaune.....	25
III.2.1.3. La macrofaune.....	26
III.2.1.4. La mégafaune.....	26
III.3.1. Rôle de la faune du sol.....	27
III.3.1.1. Rôle physique de la faune du sol.....	27
III.3.1.2. Rôle chimique de la faune du sol.....	28
III.3.1.3. Rôle biologique de la faune du sol.....	28
III.4. La faune du compost.....	29
III.4.1. Définition.....	29
III.4.2. Les microorganismes.....	29
III.4.2.1. Le rôle des microorganismes dans le processus du compostage.....	30
III.4.2.2. Les macro-organismes.....	31
III.4.3. L'extraction de la faune du compost.....	31
III.4.3.1. Principe d'utilisation de l'appareil de Berlèse.....	32
III.4.3.2. Fabrication d'un appareil de Berlèse.....	32
III.4.3.3. Rôle de mésofaune et de la macrofaune.....	33- 40
CONCLUSION.....	41

RESUME.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

Liste des abréviations

A : Andain

ADEME : agence de l'environnement et de la maîtrise de l'environnement

C/N : Rapport teneur en carbone sur teneur en Azote

CE : conductivité électrique

Cm : Centimètre

CO₂ : Dioxyde de carbone

H% : Pourcentage d'humidité

Kg : Kilogramme

M.O : Matière Organique

MS : Matière Sèche

N : Azote

C : Carbone

O₂ : Oxygène

P : Phosphore

T : Température

pH : potentiel Hydrogène.

EE: effluent d'élevage

AH/AF : rapport acide humique / acide fulvique

Liste des figures

Figure 01 : Représentation schématique de processus de compostage (Charnay,2005).....	09
Figure 02 : Les 4 phases de compostage : la phase mésophile (A), la phase thermophile (B), la phase de refroidissement (C), la phase de maturation (D) (Leclerc, 2012).....	12
Figure 03 : Profil de température idéalisé pour un compostage par phase. Adaptée de Haug (1993), Lester et Birkett (1999) et Mustin (1987).....	14
Figure 04 : Besoin en oxygène selon la durée de la dégradation (Mustin 1987).....	15
Figure 05 : Courbe du pH idéalisée pour un compostage par phase (Mustin 1987).....	16
Figure 06 : Rapport C/N selon la durée de la dégradation (Lester et Birkett, 1999).....	16
Figure 07 : Tailles respectives des animaux de la microfaune, mésofaune et du macrofaune et la mégafaune (Gobat et al., 2010).....	27
Figure 08 : La faune (la microfaune, mésofaune, le macrofaune et la mégafaune) du compost (Teddy. 2017).....	29
Figure 9 : appareil de Berlèse représenté en schéma et en photo (Anonyme, 2019).....	32
Figure 10 : étapes de fabrication d'un appareil de Berlèse (Anonyme, 2019).....	33
Photo01 : Les collemboles observés sous une loupe binoculaire.....	34
Photo 02 : Les cloportes du compost.....	35
Photo03 : Les acariens observés sous une loupe binoculaire.....	35
Photo 04 : Les coléoptères observés sous une loupe binoculaire.....	36
Phot05 : Les milles pattes.....	37
Photo06 : Différents types de larves observées sous une loupe binoculaire.....	37
Photo 07 : Les fourmis rouges et les fourmis blanches du compost.....	38
Photo 08 : Araignée lycoside du compost.....	39
Photo 09 : Les nématodes.....	39
Photo 10 : Les vers de terre du compost.....	40

Introduction

La dégradation de la qualité physique, chimique et biologique des sols et le manque de matière organique sont des problèmes couramment rencontrés dans les agrosystèmes, 33% des sols de la planète étant dégradés. L'agriculture moderne et intensive est la cause majeure de cette dégradation (Pullicino, 2007).

En Algérie, les sols agricoles sont insuffisamment pourvus en matière organique. Ces phénomènes sont aggravés par le climat qui favorise la minéralisation de la MO dans les sols. Les systèmes de production notamment l'agriculture non appropriée et les méthodes et outils de travail du sol, ainsi ils ne peuvent en l'état assurer une bonne production agricole sans les apports massifs d'engrais chimique et amendements organiques (Zaghouane et al, 2006).

Partant de ce constat, il devient crucial d'améliorer et de développer des packages technologiques qui privilégient une meilleure gestion des sols agricoles et assurent une production agricole durable (Elbrahli, 2009). Il est grand temps de commencer à redonner au sol une partie de ce qu'il a perdu.

L'un des principaux objectifs de l'année internationale des sols est d'attirer l'attention sur l'importance des sols pour la sécurité alimentaire et la nutrition. Mais que peut-on faire pour préserver nos sols et garantir un avenir durable où règnera la sécurité alimentaire ?

Depuis l'avènement de l'agriculture, les « déchets » organiques sont utilisés pour fertiliser les terres agricoles (Wasenaar, 2014). La progression de l'agro-industrie, l'intensification de l'agriculture et la forte croissance démographique ont contribué à élargir le panel des déchets composables, par exemple : les déchets agro-industriels et les effluents d'élevage (EE) des ateliers industriels, complexes à traiter selon leur nature, ainsi que les déchets urbains ou ménagers, les déchets verts...etc. Le progrès de techniques accomplis dans ce domaine ont vu naître de nouvelles solutions de valorisation et de recyclage des déchets, qui est donc le compostage.

Le compostage peut-être la solution ?

L'un des moyens les plus efficaces d'utiliser les « déchets » organiques c'est de les recycler grâce au compostage. En transformant les déchets organiques en compost, on peut redonner

Introduction

au sol des nutriments précieux, et dans le même temps réduire l'accumulation de déchets chez soi et dans les décharges publiques.

L'organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) définit le compostage comme « un processus naturel de dégradation ou de décomposition des matières organiques, telles que les résidus de culture, les déchets animaux, les restes alimentaires, certains déchets urbains et déchets industriels appropriés, par les microorganismes dans des conditions bien définies. Une fois le processus de compostage terminé le compost, source importante de matière organique (MO), peut être appliqué aux sols. La MO du sol joue un rôle important dans la durabilité de la fertilité, et donc pour une production agricole durable » (FAO, 2006).

Pour Gotschall et al.(1991), le compostage est la culture de la faune et de la flore naturelle du sol activées par aération du tas, des milliers de petits animaux représente la fraction vivante dans le compost. Ils sont donc la preuve de la bonne santé du compost.

La présence de la faune du compost est primordiale pour le processus du compostage, les êtres vivants qui peuplent le compost sont :

Les microorganismes : invisible à l'œil nu, ils sont pourtant très nombreux dans le compost, c'est les principaux agents qui interviennent dans la décomposition de la matière organique.

Les macro-organismes (cas de la macrofaune et mésofaune) : ils sont visible a l'œil nu, ils participent aussi a la décomposition de la MO et la fragmentation de déchets.

Cependant un compost qui contient une population de faune importante et variée (microorganismes, mégafaune, mésofaune...) va agir sur la biodiversité du sol, lui offrant une valeur biologique affectant la relation sol-plante-faune.

L'objectif de ce travail, consiste à présenter le processus du compostage, d'évaluer la faune qui existe, le rôle de la faune plus précisément celui de la macrofaune et la mésofaune dans le processus du compostage.

Introduction

Notre travail comprend trois chapitres principaux :

- Le premier chapitre présente des généralités sur le type des déchets utilisés dans le processus du compostage.
- Le deuxième chapitre « le compostage » contient divers informations concernant le processus du compostage.
- Le troisième chapitre est consacré à la faune, sa classification et son rôle dans le processus du compostage.
- Une conclusion.

Chapitre I

Généralités

Chapitre I : Généralités

I.1. Définition du terme « déchet

Selon l'article 3 de la loi N 01-19 du 12/12/2001 du journal officiel de la république algérienne N 77 en 2001, un déchet est défini comme « tout résidu d'un processus de production, de transformation, ou d'utilisation ,toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon et qui sont de nature à produire des effets nocifs sur le sol ,la flore et la faune ,à dégrader les sites ou les paysages ,à polluer l'air ou les eaux , à engendrer des bruits ou des odeurs ,et d'une façon générale , à porter atteinte à a la santé de l'homme et l'environnement (Addou, 2009).

I.2. Différents types de déchets

Selon leur nature, leur provenance ou encore leur caractère toxique, les déchets se repartissent en différentes catégories :

I.2.1. Déchets organiques

Autre appellation des déchets fermentescibles. Ce sont les résidus d'origine végétale ou animale qui peuvent être dégradés par les micro-organismes pour lesquels ils représentent une source d'alimentation. Ils incluent : les végétaux, les déchets putrescibles de la cuisine et ceux collectés auprès des cantines et restaurants d'entreprises, les papiers et cartons souillés sous certaines conditions. Ces déchets sont utilisés pour la fabrication du compost (Damien ,2004)

I.2.2. Déchets ménagers

Les déchets ménagers sont les déchets que nous produisons dans le cadre de notre vie quotidienne, ils sont collectes par la collecte traditionnelle des ordures ménagères résiduelles et par les collectes sélectives, ces déchets peuvent être séparés en deux sous catégories :

- La fraction résiduelle des déchets ménagers obtenue après séparation des papiers, cartons, verres et emballages. Elle est également désignée par le terme « ordures ménagers grises » du fait de la couleur de la poubelle utilisée par les collectivités qui pratiquent ce type de collecte sélective.

Chapitre I : généralités

- La fraction fermentescible (recyclable) des ordures ménagères : déchets organiques biodégradables, ou bio déchets (déchets de cuisine, etc.), récupérés lors de collectes sélectives visant à les isoler des autres composés non putrescibles. Les déchets verts des Jardins des particuliers sont souvent collectés avec cette fraction (Damien ,2004)

I.2.3. Déchets verts

Les déchets verts sont des déchets organiques biodégradables issus de l'entretien des espaces verts, publics et privés; On désigne par déchets verts les feuilles mortes, les tontes de gazon, les tailles de haies, d'arbustes, les résidus d'élagage, les déchets d'entretien de massifs, les déchets de jardin des particuliers collectés séparément ou par le biais des déchetteries (Damien ,2004).

Les déchets compostables sont représentés dans les tableaux suivant :

Tableau 1 : différentes matières à utiliser dans son compost (anonyme, 2012)

Matières utilisées dans le compostage	
Matières riche en carbone, les bruns, les matières sèches.	Matières riche en azote, les verts, les matières humides.
<ul style="list-style-type: none">• Feuilles, plantes et fleurs séchées• Paille et foin• Marc, filtres de café et sachets de thé• Pâtes alimentaire, pain de riz• Papier (préférable de le recycler)• Serviettes de papier• Ecailles de noix et noyaux• Tissu fait de fibres naturelles• Cheveux naturels et ongles• Sciure de bois• Terre	<ul style="list-style-type: none">• Restes de fruits• Restes de légumes• Fumier mature• Coquilles d'œufs• Algues• Gazon

1.3. Différentes matières de composter dans la région de Tizi-Ouzou

Les travaux relatifs au compostage dans la wilaya de Tizi-Ouzou sont encore à leur début et n'ont touché que certaines matières, comme exemple on trouve :

I.3.1. Les sarments de vigne

Ce sont les sous-produits de la vigne, l'utilisation des sarments de vigne s'impose donc comme une pratique favorable dans le compostage car c'est des produits riches en carbone, matières organiques fraîches, sucre et micro-organismes. Un broyage/ défibrage assez fin favorise leur décomposition et accélère le processus du compostage, les sarments broyés à l'état brut se caractérisent par un C/N très élevé (supérieur à 80).

L'incorporation aux sarments d'autres sous-produits et résidus organiques est également envisageable comme les déchets verts, fumier... (Christen, 2008).

I.3.2. Les grignons d'olives

Ce sont des résidus solides issus de l'extraction de l'huile d'olive, ils sont constitués de pellicule (l'épicarpe de fruit), la pulpe (mésocarpe) et coque et amande de noyaux (l'endocarpe). L'utilisation des grignons comme combustible est essentiellement due à sa richesse en carbone (Bouhired, 2009).

I.3.3. Les margines :

Les margines sont aussi les sous-produits liquides d'extraction de l'huile d'olives, de couleur brune rougeâtre à noire, à une odeur qui rappelle celle de l'huile d'olive. Les margines sont composées de 40 à 50% de l'eau végétal qui provient du fruit (olive) et le reste de l'eau de fabrication ajoutés lors du processus de trituration (Benyahia et al., 2003).

Elles sont caractérisées par un pH acide (3-5) et une très grande conductivité électrique et leur richesse en polyphénols. Les composés fondamentaux des margines sont : l'eau (83- 96%) les matières organiques et des sels minéraux. Les margines diluées (avec de l'eau) peuvent être utilisées dans le processus du compostage pour arroser l'ensemble du compost (Boudissa, 2012).

Chapitre I : généralités

I.3.4. Fumier de bovin

L'humidité naturelle des fumiers de bovins permet un compostage facile. Mis en tas et retourné régulièrement, la montée en température va se réaliser rapidement. On utilise généralement deux types de fumier :

Les fumiers pailleux ne produisent que très peu de purin. Ils sont évacués des étables tous les deux à six mois. Ces fumiers peuvent être stockés au champ. Ils sont utilisés dans le compost car ils sont riches en carbone et azote (tableau 2).

Par contre, les **fumiers mous (frais)** sont évacués tous les jours ou tous les deux jours. Ils produisent du purin et doivent être stockés sur des plateformes (ITAB, 2001).

Tableau 2 : les Valeur agronomique des fumiers en kg / tonne de produit brut (ITAB, 2001).

	Matière sèche	Matière organique	Azote total N	Phosphore P_2O_5	Potassium K_2O	Calcium CaO	Magnésium MgO
Fumier compact pailleux	200 à 300	150 à 250	5 à 6	2 à 3	5 à 9	3 à 6	1,5 à 3
Fumier mou stabulation	150 à 200	100 à 200	5	2	6	4	2
Compost de fumier de bovins	250 à 300	150 à 200	5 à 9	3 à 5	7 à 15	10 à 20	1,5 à 3
Purin	30		3	1	6	2	2
Lisier	120		4	2	5	4	1

I.3.5. Le gazon

Le gazon est une bonne matière végétale utilisé dans le compostage. Il consiste en un apport important d'azote. Mais attention un tas trop important de gazon, fait en sorte que la surface de la plateforme du compost reste imperméable, tout d'un coup une fermentation peut facilement s'y produire le compost va s'étouffer, puis le développement des bactéries aérobies va être ralenti, des bactéries anaérobies, des moisissures se développent et empêchent l'humification normale du tas de compost, une mauvaise odeur se dégage (Damien, 2004).

Chapitre II

Le compostage

Chapitre II : le compostage

II.1. Historique du compostage

Le compostage n'est pas une technique récente mais très ancienne pratiquée dès l'Antiquité. Depuis des millénaires, les Chinois ont rassemblé et composté toutes les matières organiques du jardin, des champs, de la maison y compris les matières fécales

Au Proche-Orient par exemple, une aire de dépôt des déchets urbains était aménagée devant les portes de Jérusalem : certains déchets étaient brûlés et les autres compostés. Aussi le mot 'compost' vient du latin 'Compositus' qui signifie 'composé de plusieurs choses'. Les romains appelaient ainsi les préparations de légumes et de fruits avec des adjonctions d'huiles, de sel et d'autres adjuvants (Mustin, 1987).

II.1.1. Définition du compostage

La définition du compost n'est pas une chose facile car c'est un processus complexe, plusieurs interprétations du compostage peuvent exister selon que les auteurs prennent en compte le caractère naturel des transformations observées et des réactions biochimiques ou la maîtrise de la technique par l'homme. Pour Gotschall et al. (1991), le compostage est la culture de la faune et de la flore naturelle du sol activées par aérations du tas. Mustin (1987) le considère comme étant un procédé biologique assurant la décomposition des constituants organiques des sous-produits. Quant aux suisses Gobat et al. (1998), le compostage est un procédé de traitement intensif des déchets organiques qui met en œuvre, en les optimisant, des processus biologiques aérobies de dégradation et de stabilisation des matières organiques complexes.

La définition la plus précise du processus reste celle de Godden (1986) qui désigne par le compostage un processus de transformation biologique de matériaux organiques divers. C'est un processus oxydatif qui comprend une phase thermophile. Les produits formés sont principalement du CO₂ et un produit stabilisé: le compost mûr. Les déchets organiques de départ sont colonisés, transformés par une succession de différentes populations microbiennes. Chacune de ces populations modifie le milieu puis est remplacée par d'autres mieux adaptées à ces nouvelles conditions, c'est aussi un processus de décomposition biologique contrôlée de la matière organique dans un milieu aérobie (Michaud, 2007).

Le compostage est donc un processus de décomposition et de transformation contrôlée de déchets organiques biodégradables d'origine végétale et/ou animaux sous l'action de

Chapitre II : le compostage

populations microbiennes diversifiées évoluant en milieu aérobie. Le produit ainsi obtenu est appelé compost. Selon Charnay (2005), le compostage est un mode de traitement biologique aérobie des déchets. Son principe peut être schématisé comme le montre la figure suivante :

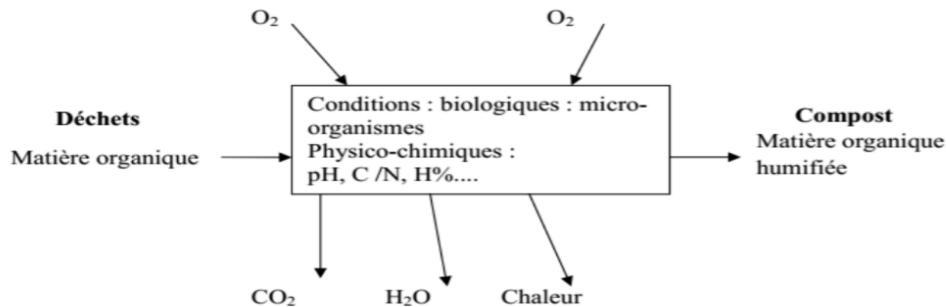


Figure 1 : Représentation schématique de processus de compostage (Charnay.2005)

II.1.2 Le compost

Le compost est un mélange de débris organiques en décomposition et de matières minérales, destiné à nourrir et à alléger le sol qu'il enrichit en humus (Couplan et Marmy, 2009), le compost est une matière brunâtre qui ressemble à du terreau. Il provient de la décomposition contrôlée des matières organiques par des millions d'organismes vivant ; depuis les bactéries microscopiques jusqu'aux vers de terre

Il est le résultat de processus complexe qui impliquent les vers et les insectes, les champignons et les bactéries (Cummings, 2014). Un bon compost provient d'un équilibre entre des matériaux riches en azote et pauvres en carbone (déchets organiques, fumiers), riche en carbone et pauvre en azote (matière végétale sèche, bois broyé) et intermédiaires entre les deux (matière végétale verte) (Couplan et Marmy, 2009).

Il existe deux types de compost:

a) Le compost anaérobie

C'est le compost résultant d'un entassement de débris végétaux qui se décomposent sur place, les inconvénients d'un tel compost sont :

- Odeurs désagréables du au pourrissement

- Evolution plus lente que celle d'un compost aérobique (il lui faut environ un an pour être prêt)

b) Le compost aérobique

Il ne possède pas d'odeur désagréable, sa maturation est beaucoup plus rapide (il peut être prêt en six mois environ). Les graines des mauvaises herbes et les germes pathogènes sont détruits lors de l'élévation de température résultant de la fermentation. Cependant son seul inconvénient est qu'il nécessite une intervention humaine plus importante que le compost anaérobique (Couplan et Marmy, 2009).

II.2. Technologie du compostage :

Les techniques de compostage ont évolué avec l'évolution quantitative et qualitative des gisements à composter et la volonté de réduction des nuisances engendrées, telles la maîtrise des odeurs, la limitation de l'espace et la rapidité de l'opération (Aboulam, 2005).

Différentes technologies de compostage industriel peuvent être utilisées. Ces technologies se classent en quatre catégories :

a. le compostage en andains à l'air libre ou sous bâtiments, avec une aération naturelle ou forcée

b. le compostage en conteneurs ou en tunnel

c. le compostage en box (ouverts ou couverts) ou en silo

d. le compostage en tube rotatif, qui peut servir aussi à un pré-traitement avant la mise en andains.

- Le compostage en andains est le plus simple et le moins mécanisé. Il comporte cependant certains désavantages vis-à-vis du compostage plus mécanisé. Il nécessite une surface plus grande que le compostage en tube rotatif, il est réalisé à l'extérieur et doit composer avec le climat et la production d'odeur. Le compostage en conteneur ou en tunnel, en box ou en silo permet de limiter la surface nécessaire, et se situe à mi-chemin entre le compostage en andain et le compostage en tube rotatif (Kalamdhad et Kazmi, 2008).

II.2.1. Humidification du compost

L'humidité du compost doit être gardée à 60% environ par arrosage régulier de l'andin, un manque d'eau entraîne l'apparition du (blanc) qui traduit un ralentissement de l'activité microbiologique. Il suffit alors d'un simple apport d'eau pour rétablir le processus de décomposition, en revanche un excès d'eau (taux de matière sèche inférieur à 20%) provoque des conditions anaérobiques défavorables (CFC/IOOC/04, 2009).

II.2.2. Retournement du compost

Une bonne aération du compost est nécessaire ainsi qu'une meilleure dissipation de la chaleur produite, ce qui ne doit pas dépasser les 60%, un retournement du compost doit être réalisé de manière régulière une fois tous les quatre à cinq jours, particulièrement pendant les 45 premiers jours de compostage (CFC/IOOC/04, 2009).

II.3. Processus du compostage

Le processus de compostage peut être décomposé en 4 phases (Dinesh, 2014 ; Diaz et al, 2007) Plusieurs paramètres (température, pH, taux d'oxygène...) présentent des variations au cours du compostage. L'évolution de la température, qui exprime l'activité de la succession de populations microbiennes liées aux modifications du milieu, est la manifestation la plus perceptible de la dynamique du compostage. Elle permet de distinguer quatre phases (figure 2)

a. La phase mésophile

Elle est la phase initiale du compostage, Lors de cette phase, les bactéries principalement mésophiles s'attaquent aux composés facilement biodégradables, tels que les glucides les lipides et les protides. La température augmente graduellement jusqu'à 40°C (Michaud, 2007).

b. La phase thermophile

elle peut durer plusieurs jours à plusieurs semaines en fonction essentiellement de la nature des composés organiques dans les matériaux compostés (Dinesh, 2014), c'est la phase la plus chaude du compost la température augmente et peut dépasser 80°C (Diaz et al; 2007). Ces hautes températures ne sont atteintes que dans le centre de tas, les matières situées en bordure de tas doivent être reprises par un ou deux retournements, Cette technique permet de s'assurer

Chapitre II : le compostage

que tous les éléments du tas subissent les différentes phases du compostage afin que le produit final soit homogène et entièrement assaini (Leclerc, 2012).

c. La phase de refroidissement :

À la phase thermophile, succède la phase de refroidissement. La diminution de la quantité de matières organiques facilement dégradables provoque un ralentissement de l'activité microbienne, entraînant l'apparition de nouveaux acteurs (macro-organismes) tels que les lombrics, les cloportes, qui vont dégrader la cellulose. Durant cette phase l'humus commence à être formée grâce à l'incorporation de l'azote dans les molécules du compost, cette phase sera assez lente et pourra durer jusqu'à un mois (Dinesh, 2014).

d. La phase de maturation :

La température décroît durant cette phase jusqu'à atteindre la même température que le sol, selon le climat entre 15 et 25°C (Inkel et al, 2005). C'est surtout la macrofaune qui s'occupe de cette phase, le compost est alors entièrement transformé en humus

Quand le compost est prêt, le tas devient plus homogène et moins actif biologiquement. Le matériau devient de brun foncé à noir. Les particules sont plus petites et homogènes, et la texture ressemble à celle d'un sol (Misra et al, 2005).

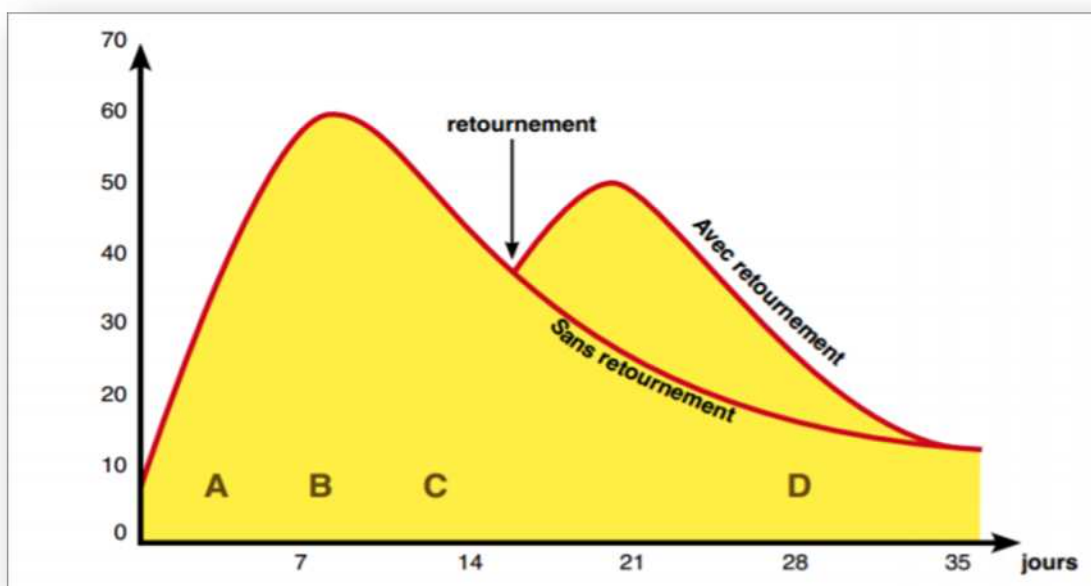


Figure 2 : les 4 phases de compostage : la phase mésophile (A), la phase thermophile (B), la phase de refroidissement (C), la phase de maturation (D) (Leclerc, 2012).

II.4. Les paramètres influençant le compostage

Les conditions pour un bon développement des activités micro- biologiques doivent être optimisées et leur suivi est indispensable pour évaluer la bonne conduite du compostage et l'obtention d'un produit final (compost) de bonne qualité. Ces paramètres majeurs notamment de nature physique, chimique et biologique interviennent en même temps au cours du compostage et non pas séparément (Bernal et al, 1996).

II.4.1 Paramètres Physiques

a) Odeur et couleur

Pendant le compostage des déchets organiques, un assombrissement progressif ou mélanisation des matériaux a lieu. Le produit final, après une assez longue période de maturation, est brun foncé ou presque noir, le compost mûr doit aussi sentir bon. Une technique simple pour déterminer la maturité de compost en mesurant le degré d'obscurité des matières de compostage (Dinesh, 2014).

b) La température

La température est un facteur important du compostage. C'est un paramètre de suivi facile à mesurer (figure 3), qui permet d'évaluer l'équilibre biochimique (Aboulam, 2005). C'est aussi le résultat de l'activité microbiologique, Elle renseigne sur la qualité du processus de dégradation (Bustamant et al, 2008). Un suivi régulier de la température dans le tas de compost est nécessaire pour assurer la bonne décomposition de la matière organique. La température peut atteindre 70 à 80°C au centre du tas. Cependant, des températures supérieures à 70°C sont déconseillées car elles peuvent provoquer un dessèchement excessif, une perte de matière trop importante, voire un arrêt du processus (destruction des organismes vivants) et donc une dégradation de la qualité du compost (combustion au lieu de transformation des matières organiques). Un épuisement en oxygène peut ainsi être décelé puis corrigé par des apports complémentaires (retournement). La production de chaleur par les micro-organismes au cours du compostage est proportionnelle à la masse du tas, alors que les pertes de chaleur dépendent de la surface (Dinesh, 2014).

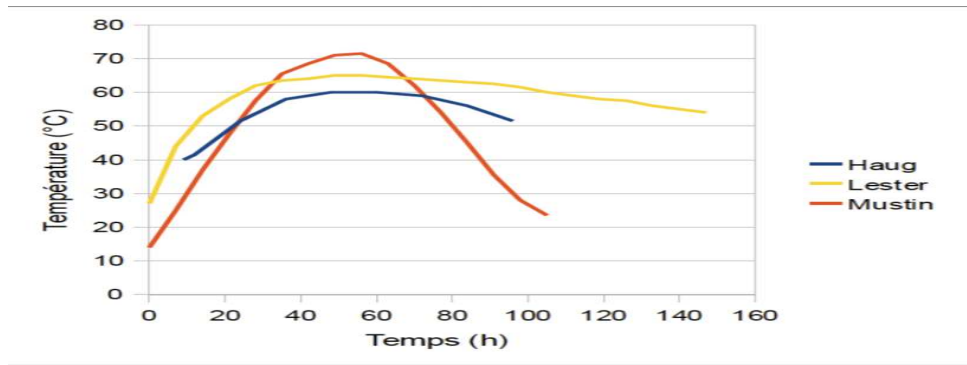


Figure 3 : profil de température idéalisé pour un compostage par phase. Adaptée de Haug (1993), Lester et Birkett (1999) et Mustin (1987)

c) Teneur en eau

Pendant le compostage, la teneur en eau varie inversement pour deux raisons distinctes (Mustin, 1987). Elle augmente puisque les micro-organismes produisent de l'eau en dégradant la matière organique, mais simultanément une évaporation se produit sous l'action conjuguée de la chaleur produite par les micro-organismes et de l'aération fournie lors du processus.

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'oxygène, provoquant des conditions favorables à l'anaérobiose (Haug, 1993 ; Mustin, 1987). Par contre si le tas de compost est trop sec, il se décomposera très lentement. Il est donc nécessaire d'ajouter un peu d'eau au compost pour aider à accélérer le processus pendant les périodes de sécheresse (Cummings, 2014)

d) Apport d'oxygène

La disponibilité de l'oxygène pendant le processus est d'une importance primordiale. L'oxygène est utilisé par les micro-organismes comme un récepteur terminal d'électrons lors de la respiration aérobie et de l'oxydation des substances organiques (Waas, 1996). La présence d'oxygène est indispensable au bon déroulement du compostage pour maintenir les conditions aérobies nécessaires à une décomposition rapide et inodore. Au fur et à mesure de la dégradation du substrat, le besoin en oxygène diminue (Mustin, 1987 ; Haug, 1993). Si la teneur en oxygène est trop faible ou la masse à composter trop compacte, les conditions favorables à l'anaérobiose se manifestent (figure 4).

Chapitre II : le compostage

Les systèmes d'aération sont divers et variés : retournements mécaniques, aération forcée ou pilotée, avec ou sans recirculation (Bari, 2001 ; Illmer et Schinner, 1996). L'apport d'oxygène réduit l'humidité initiale (si elle est trop forte), améliore l'homogénéité du substrat et diminue une possible élévation de température.

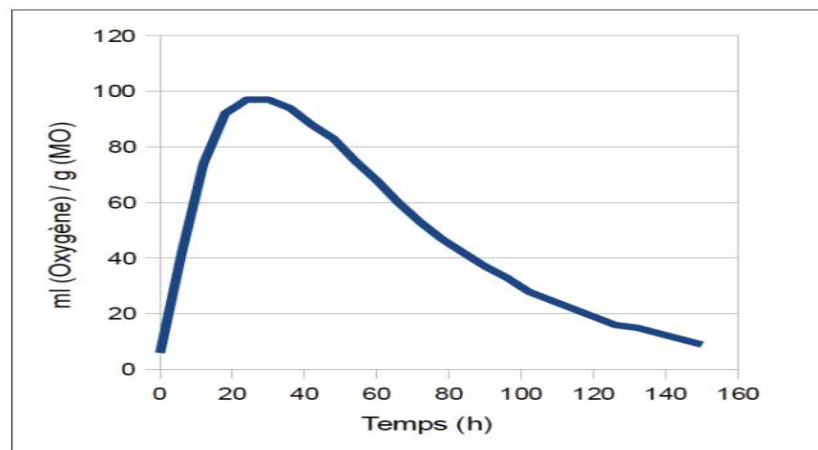


Figure 4 : Besoin en oxygène selon la durée de la dégradation (Mustin 1987)

II.4.2. Paramètres chimiques

a) Le pH

Le pH oriente les réactions du compostage en favorisant certaines espèces de micro-organismes. Un pH acide est propice au développement des bactéries et champignons en début de compostage, alors qu'en pH basique favorise plutôt les actinomycètes et les bactéries alcalines. Le pH diminue légèrement au début du processus de compostage en raison de la production d'acides organiques. Peu de temps après, avec l'utilisation de ces acides comme substrats par les autres microbes aérobies, le pH augmente au cours des étapes de refroidissement et de maturation (figure 5). Ainsi, la mesure du pH est indispensable au cours du compostage, elle permet de suivre un processus fermentaire, ou même de l'orienter favorablement en le contrôlant (Mustin, 1987).

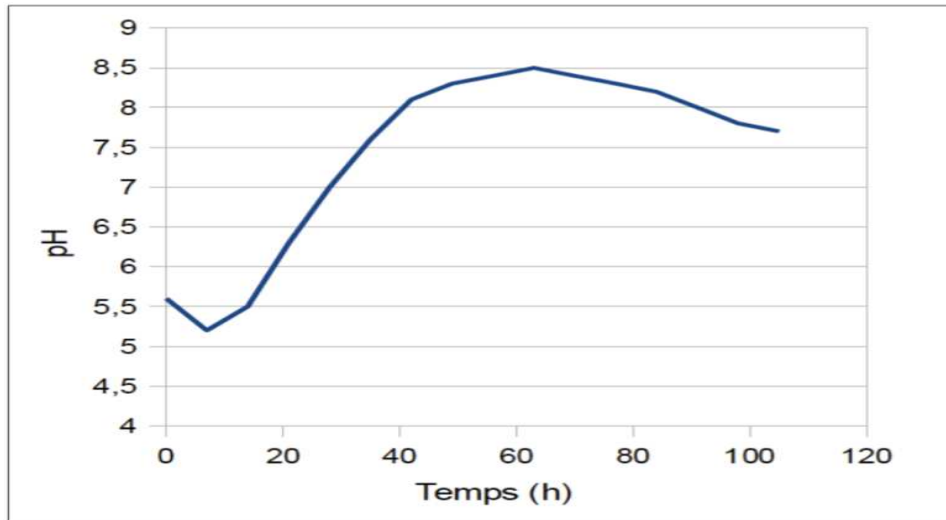


Figure 5 : courbe du pH idéalisée pour un compostage par phase (Mustin 1987)

b) Le rapport C/N

Les micro-organismes responsables de la dégradation de la matière organique ont besoin d'éléments nutritifs (azote, phosphore, potassium et oligo-éléments). Le rapport C/N, qui exprime la proportion des quantités respectivement disponibles en carbone et en azote, (figure 6) constitue un facteur important de la décomposition aérobie des produits organiques. Le rapport C/N est utilisé comme un des paramètres de suivi de la qualité du mécanisme de biodégradation. La valeur optimale pour atteindre un bon démarrage et un bon déroulement du compostage des déchets ménagers se situe entre 25 et 30 (Mustin, 1987).

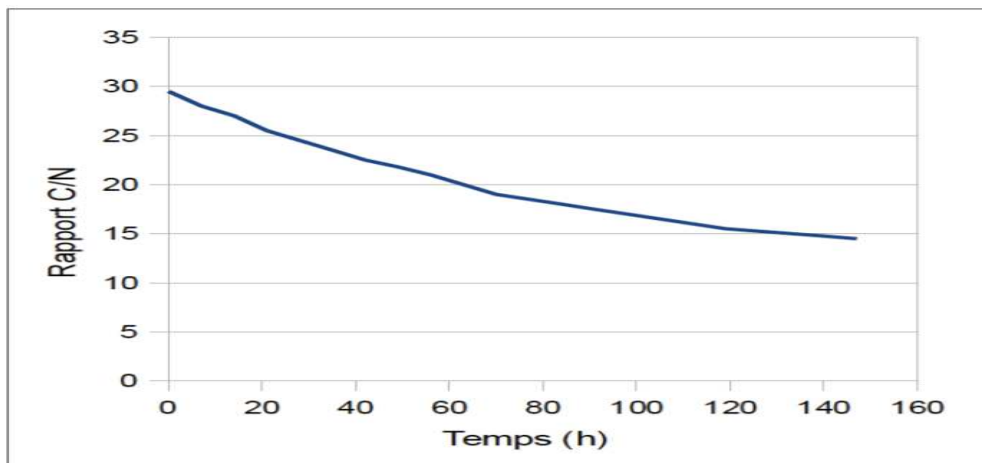


Figure 6 : Rapport C/N selon la durée de la dégradation (Lester et Birkett, 1999)

II.5. Maturité du compost

La maturité : un produit mûr est un produit qui a atteint son développement complet. La maturité d'un compost est la transformation d'une matière organique très instable, c'est-à-dire fortement biodégradable, en une matière organique stable, sa biodégradabilité est similaire à celle de la matière organique d'un sol. Selon cette approche, un compost est mûr si sa matière organique est stable, cette condition étant nécessaire et suffisante. Donc tout compost stable est un compost mûr. Le degré de maturité du compost est alors estimé par l'étude de la biodégradabilité de sa matière organique (Nicolardot et al., 1982)

II.5.1. La dégradation de la matière organique

La dégradation de la MO se traduit par une diminution de la fraction soluble de la MO de plus de 50% du contenu initial. Les polysaccharides, les protéines, les peptides et sucres aminés extraits de cette fraction correspondent à une source de C et de N facilement disponibles. La dégradation progressive des fractions hémicelluloses et celluloses en composés simples peut alimenter à nouveau la fraction soluble de la MO, expliquant sa diminution relativement faible au cours du compostage. La lignine est le composé le plus récalcitrant des parois cellulaires végétales, plus sa proportion est élevée moins la biodisponibilité du substrat est grande. Une faible dégradation de lignine et cellulose indique que les fractions cellulose et lignine sont fortement liées rendant la fraction de MO plus difficile à dégrader. Ainsi la lignine n'étant pas totalement minéralisée durant le compostage, la quantité de lignine tend à diminuer au cours du compostage avec des taux de dégradation variant de 15% à 70%. Durant la maturation la teneur en lignine demeure constante, car les micro-organismes, responsables de ce processus ont besoin de sources de carbones différentes de la lignine, ce sont les carbohydrates résultant de la dégradation de la cellulose et de l'hémicellulose (Pullicino et al., 2007).

II.5.2. Le carbone

La teneur en carbone organique subit une perte nette (tableau 3) étant consommée par les microorganismes pour leur métabolisme. Près de 40% du contenu initial en carbone est généralement perdu lors du compostage (Francou et al., 2008). Ainsi, la perte de carbone reflète l'intensité de dégradation de la MO (Changa et al, 2003).

Chapitre II : le compostage

Tableau 3 : maturité des composts à partir de la production du carbone organique total après trois mois de compostage (Annabi, 2005)

Niveau de stabilité du compost	Taux de carbone organique après 3 mois (% brut)	Degré de maturité de Compost
Compost très stable	[0 ; 10]	Maturité très élevée
Compost stable	[10 ; 15]	Maturité élevée
Compost moyennement Stable	[15 ; 20]	Maturité moyenne
Compost instable	[20 ; 30]	Maturité faible
Compost très instable	>30	Maturité très faible

II.5.3.L'azote

Contrairement au carbone qui lui subit une perte nette, l'azote subit moins de pertes du fait de la réorganisation partielle de l'azote minéralisé. L'azote subit au cours du compostage de multiples transformations. Produit de l'activité microbologique, l'azote est progressivement intégré à travers les structures aromatiques des substances humiques. Après une augmentation de l'ammonium au démarrage, il commence à diminuer par oxydation, et/ou volatilisation, la quantité d'azote ammoniacal extractible décroît progressivement en fonction de l'âge du compost alors que la quantité de nitrate augmente. Au début du compostage, le passage de l'azote ammoniacal à l'azote nitrique s'effectue par la minéralisation des composés azotés complexes en ammoniac et en acides aminés. La diffusion de l'ammoniac au sein du tas conditionne sa perte, ainsi des retournements fréquents peuvent favoriser la volatilisation de l'ammoniac, dans ce cas un compost mûr étant pauvre en ammonium et riche en nitrate (Fourti 2013). La production de compost de qualité ayant des concentrations élevées de nutriments repose d'une part sur le contrôle et la réduction des pertes de nutriments et d'autre part sur un degré d'humification satisfaisant grâce à une phase de maturation adéquate (Bernal et al., 2009), la composition finale en nutriments est avant tout liée à la composition du matériau initial et indirectement au degré de décomposition qu'il subit (Crawford, 1973).

II.6. Evaluation de la maturité du compost

La maturité du compost définit un produit prêt à l'usage, tant du point de vue du degré de décomposition, elle englobe donc la notion de stabilité et d'autres techniques d'évolution de la maturité du compost.

II.6.1. Test de respirométrie

Il est basé sur l'activité respiratoire de la population endogène du compost. Il consiste à incuber du compost seul, ajusté à une humidité optimale pour l'activité microbienne, et à suivre durant 3 à 10 jours la minéralisation du carbone ou la consommation de l'oxygène (Nicolardot et al., 1986). Du fait de leur estimation directe de l'activité microbienne, cette méthode est considérée comme étant la méthode d'évaluation de la maturité la plus fiable (FAO, 2005).

II.6.2. Test d'auto-échauffement

L'intense activité microbienne au cours du compostage produit de la chaleur. Le degré de décomposition de la matière organique d'un compost peut donc se traduire par son aptitude à l'auto-échauffement. Le test d'auto-échauffement est actuellement utilisé comme indicateur de maturité. Il estime le niveau de stabilité de la matière organique d'un compost à partir de la température maximale obtenue par auto-échauffement d'un compost placé dans un vase isotherme DEWAR de 1.5L. Le test est réalisé sur du compost dont l'humidité est ajustée à un niveau correspondant à l'activité microbienne optimale. Un indice supérieur ou égal à quatre sur une échelle de cinq révèle un compost mû. Ce test peut être considéré aussi comme un test respirométriques (FAO, 2005).

II.6.3. Test Solvita

Basé sur la minéralisation du carbone et la volatilisation de l'ammoniac, il existe un test de maturité commercialisé sous le nom de test Solvita® (Woods Research® Management, USA). Ce test est réalisé sur du compost dont l'humidité est ajustée à un niveau correspondant à l'activité microbienne optimale. Il combine une estimation de la minéralisation du carbone et une estimation de la volatilisation de l'ammoniac du compost placé dans un flacon hermétiquement fermé de 200 ml, grâce à deux indicateurs colorés, qui renvoient à un indice

global. Un indice supérieur à 6, sur une échelle de 1 à 8, caractérise un compost mûr (Changa et al., 2003).

II.6.4. Rapport d'humification (AH /AF)

Le procédé de compostage étant un processus d'humification, des travaux se sont logiquement orientés vers l'étude de cette matière organique humifiée. Le fractionnement chimique de la matière organique (en acides fulviques, humiques et humine) a conduit certains auteurs à calculer des indicateurs de maturité à partir des différentes fractions. Le plus courant est le rapport de la fraction humique sur la fraction fulvique (AH/AF). Les études montrent une augmentation significative de ce rapport au cours du compostage (Saviozzi et al., 1988).

II.6.5. Test de phytotoxicité

La phytotoxicité est un des derniers phénomènes qui permet de distinguer facilement un compost mûr d'un compost immature (Mustin, 1987). Pour évaluer la maturité des composts obtenus, on détermine l'effet de l'extrait aqueux du compost sur la germination des graines (exemple les graines de cresson (*Lepidium sativum*)). Le test de cresson est un test rapide qui donne une réponse en 5 jours, en raison de la sensibilité de cette espèce (Dinesh, 2014). La maturité est évaluée suivant le pourcentage de germination.

L'indice de germination IG (Zucconi, 1983) est défini comme étant le rapport :

$$IG = \frac{\text{Nombre moyen de graines germées} \times \text{Longueur de la racine}}{\text{Nombre moyen de graines germées} \times \text{Longueur de la racine}} \text{ (du témoin)}$$

II.6.6. Tests physico-chimiques

pH /CEC et le C/N

- Les pH acides sont caractéristiques des composts immatures alors que les composts mûrs sont caractérisés par des pH compris entre 7 et 8 l'alcalinisation du milieu liée à l'ammoniac (base) produit par l'hydrolyse bactérienne de l'azote protéique et organique. Au cours de la maturation, le pH reste basique puis diminue progressivement en fonction du temps pour atteindre la neutralisation. La stabilité du pH est due aux réactions lentes de maturation et au pouvoir tampon de l'humus (Fauci et al., 1999).

Chapitre II : le compostage

- La conductivité électrique (**CE**) reflète le degré de salinité, influencée par la CEC de matériel de départ, lessivage des éléments minéraux suite aux arrosages et la décomposition de la matière organique (Bernal. et al., 2008) La CEC de compost augmente avec le temps de compostage, les matières organique du compost deviennent plus humifiées. Une **CEC** supérieure à 60 meq/100g de matière organique est nécessaire pour considérer un compost comme mûr (Albrecht, 2007).
- . Le **C/N** est un indicateur très utilisé dans l'étude des composts. Le **C/N** diminue au cours du compostage traduisant une décomposition soutenue de la matière organique et considèrent qu'une valeur inférieure à 25 caractérise un compost mûr, Iglesias Jimenez et Perez Garcia(1992) ont estimé un rapport C/N inférieur à 12 pour désigner un compost mûr.

II.7.Intérêt de compostage

Le compostage présente des différents objectifs :

II.7.1.Agricole

Produire un amendement organique stable, appliqué au sol sans impact négatif sur les cultures, permet donc de combler le déficit des sols surexploités en éléments nutritifs et d'améliorer la fertilité à long terme (FAO, 2005).

II.7.2.Environmental

L'effet est de réduire les nuisances des déchets en contribuant au maintien de la qualité de l'environnement (FAO, 2005).

II.7.3.Effets sur le sol

Le compostage permet de rendre au sol ses nutriments, prolongeant ainsi leur présence dans le sol pour nourrir les végétaux pendant une plus longue période (Ademe, 2001), d'améliorer sa capacité de rétention en eau ; la matière organique contenue dans le compost peut absorber l'eau et améliorer ainsi la capacité de rétention d'eau du sol, l'apport du compost au sol augmente l'activité microbienne. Les micro-organismes décomposent les matières organiques pour rendre les nutriments accessibles aux végétaux (Ademe, 2001).

Chapitre II : le compostage

L'amélioration de la porosité entraîne également une meilleure aération du sol et ainsi le développement de l'activité biologique, l'amélioration de la structure du sol par augmentation des agrégats (pénétration des racines facilitée et exploitation du sol favorisée) une meilleure perméabilité à l'air et à l'eau. Le compost de couleur foncée, augmente l'absorption des rayons solaires (FAO, 2005).

II.7.5. Effets phytosanitaires

Le compost élimine des maladies chez les végétaux, il a été démontré que certains composts améliorent la résistance des végétaux vis-à-vis de certaines maladies. L'effet phytosanitaire décrit la faculté fongicide. D'une manière générale le compost contient des substances, donnant plus de vigueur aux végétaux et augmentant ainsi leur résistance vis-à-vis de certains organismes pathogène (FAO, 2005).

Chapitre III

La faune du compost

III.1. Définition de la faune

Il est indispensable, en effet, lorsqu'on évoque la protection de l'environnement édaphique et de sa faune, de rappeler ce que l'on protège et surtout pourquoi il faut le protéger. En d'autres termes, se posent ici deux questions fondamentales : tout d'abord qu'est-ce que la faune, son importance, sa diversité, et ensuite quelle est son utilité, quel est son rôle dans le processus du compostage ?

III.1.1. faune du sol

Le sol est un énorme réservoir de biodiversité. On y retrouve des organismes appartenant à tous les règnes: animaux, végétaux, champignons, protistes, bactéries et archées. Ainsi le sol abriterait plus d'un quart des espèces animales et végétales décrites (Decaens et al., 2006) et ce malgré le fait que la biodiversité du sol soit mal connue au point que le sol soit régulièrement qualifiée de « troisième frontière biotique » après les profondeurs océaniques et la canopée des forêts tropicales (Benito et al., 2010). Les communautés d'organismes qui se développent dans le sol présentent une diversité et une abondance telles qu'elles constituent une part élevée de la biomasse terrestre et de la biodiversité. La faune du sol recouvre de nombreux taxons, comprenant eux-mêmes des centaines voire des milliers d'espèces pas toujours bien connues (Gobat et al., 2010)

III.1.2. Abondance de la faune du sol

Les estimations d'abondance trouvées dans la littérature varient considérablement selon les sols étudiés (tableau 4), il y'a en moyenne 150g d'animaux dans 1m² de sol prairial représentant en moyenne 260 millions d'individus. Cela signifie que la majorité de cette faune est de très petite taille, mais ces estimations varient énormément dans l'espace et dans le temps. (Gobat et al., 2010).

Chapitre III : la faune du compost

Tableau 4 : Abondance et biomasse de la faune du sol en régions tempérées (Gobat et al., 2010).

Groupe	Individus/m ²	Biomasse (g)/m ²
Protozoaires	10 ⁷ - 10 ¹¹	6 à >30
Nématodes	1 à 30 millions	1 à 30
Vers de terre	50 à 400	20 à 400
Acariens	20 000 à 400 000	0.2 à 4
Collemboles	20 000 à 400 000	0.2 à 4
Larves d'insectes	Jusqu'à 500	4.5
Myriapodes		
• Diplopedes	20 à 700	0.5 à 12.5
• Chilopodes	100 à 400	1 à 10
Isopodes	Jusqu'à 1 800	Jusqu'à 4

III.2.1. Classement de la faune selon la taille :

La faune du sol est répartie habituellement en fonction de la taille (diamètre) des organismes qui la composent en quatre groupes distincts : la microfaune, mésofaune, macrofaune et mégafaune (Gobat et al. 2010). Le regroupement des invertébrés du sol par catégorie de taille est pertinent car il permet de renseigner sur l'échelle spatiale de vie et l'habitat occupé par les organismes au sein du sol. De plus, ce classement permet de donner une information clé sur les différents rôles joués par les organismes, animaux et microbiens, sur le fonctionnement du sol (figure 7)

III.2.1.1. La microfaune

Elle est constituée d'animaux d'une longueur < 0.2 mm (diamètre < 0.1 mm) et regroupe tous les protozoaires, organismes unicellulaires : Bactéries, Amibes, Flagellés (euglènes), Ciliés (colpodes) comprend aussi les Rotifères, les Tardigrades et les plus petits des Nématodes

La microfaune visible seulement au microscope, les plus petits organismes sont les plus nombreux et les plus diversifiés (plus de 2 millions d'espèces dont seulement 1% aurait été identifié) agissent à l'échelle de l'agrégat. En tant qu'ingénieurs « chimiques », leurs

Chapitre III : la faune du compost

fonctions principales sont de décomposer la matière organique, recycler les éléments nutritifs ou encore fixer l'azote nécessaire à la croissance des plantes (Gobat et al., 2010)

III.2.1.2. La mésofaune

La longueur varie entre 0.2 et 4 mm (diamètre de 0.1 à 2mm), comprend la majorité des Nématodes, les Acariens (gamases, oribates) les Collemboles, les Protoures et les Diploures les jeunes larves des macroarthropodes entrent généralement dans cette catégorie.

La mésofaune vit quant à elle à différentes échelles d'agrégats et représente plusieurs dizaines de milliers d'individus par mètre carré, les organismes vivants de la mésofaune sont responsables du broyage et de la fragmentation de la matière organique (ex : feuilles) et de l'établissement d'une microporosité, la rétention de l'eau (Gobat et al., 2010)

III.2.1.3. La macrofaune

Elle se rapporte à des animaux d'une longueur de 4 à 80mm environ (diamètre de 2 à 20mm). Ses représentants principaux sont :

- a) Les Annélides Oligochètes (enchytrées, lombrics)
- b) Les Mollusques Gastropodes (Limaces, escargots)
- c) Les arthropodes autres que les Hexapodes, Isopodes (cloportes), Diplopodes, (Glomérédés et Iulidés), Chilopodes, Arachnides (pseudoscorpions, araignées)
- d) Les Insectes : Isoptères (termites), Orthoptères (courtilières) Coléoptères (carabes, staphylins), Diptères (chironomes), Hyménoptères (fourmis)

Ses principales fonctions sont la fragmentation et l'intégration de la matière organique au sol, ainsi que la formation et le maintien de la structure du sol à travers l'activité de bioturbation. La porosité créée regroupe les micro-, méso- et macroporosité tubulaires, permettant de faciliter l'infiltration ou le stockage de l'eau, les échanges gazeux mais aussi de fournir un habitat favorable au développement d'autres organismes plus petits comme les microorganismes (Bernard et al., 2012).

III.2.1.4. La mégafaune :

Dépassant 80mm de longueur, comprend des vertébrés, qui agissent sur le sol par le creusement de leurs galeries: reptiles, mammifères fouisseurs tels que les campagnols, les chiens de prairie, les marmottes, les spalax ou les taupes. On y inclut aussi les Gymnophiones,

Chapitre III : la faune du compost

amphibiens ressemblent à des vers de terre, et les Typhlopoides, des reptiles apodes et fousseurs. Il faut mentionner également ici les espèces de vers de terre.

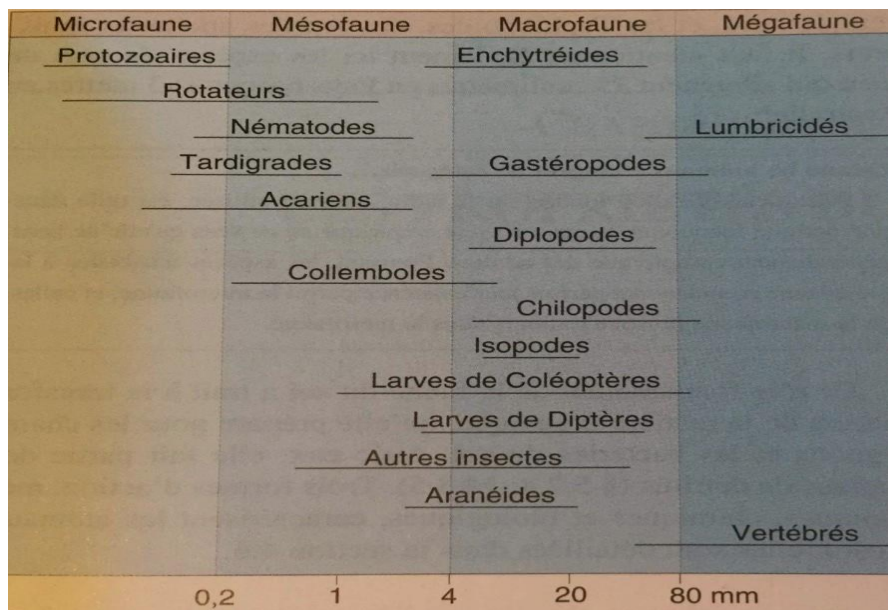


Figure 7 : tailles respectives des animaux de la microfaune, mésofaune et de la macrofaune et la mégafaune (Gobat et al., 2010).

III.3.1. Rôle de la faune du sol

De très nombreux organismes vivent dans le sol et y exercent des fonctions écologiques variées. Cette faune du sol est particulièrement étudiée dans le cas des agrosystèmes car elle a un impact sur la production primaire. Elle intervient en effet dans le recyclage des nutriments, dans la structure du sol, dans le contrôle des bioagresseurs et peut modifier les interactions entre espèces végétales (Wolters, 2001).

III.3.1.1. Rôle physique de la faune du sol

Comme tous les processus dépendant de la pédofaune, le brassage, le creusement de galeries ou la fragmentation se déroulent à plusieurs échelles, simultanément ou successivement selon la taille, le régime alimentaire, et le comportement des organismes impliquant (Gobat et al., 2010).

Selon les effets mécaniques on trouve :

Chapitre III : la faune du compost

a) Le macrobrassage : mélange des horizons

Les fourmis, les termites, les vers de terre, les scarabées remuent de grandes quantités de terre, ramenant en surface les horizons riches en matière minérale et enfouissant les horizons organiques superficiels, les litières et les fumiers.

b) La formation de galeries : aération et drainage

La formation de galeries est importante pour l'aération du sol et son régime hydrique, les vers de terre, les rongeurs forment des réseaux permanents de longueur parfois considérable augmentant ainsi la macroporosité de 20 à 50% (Edwards et Bohlen, 1996). La capacité hydrique peut augmenter de 80% et la pénétration de l'eau va être de 4 à 10 fois plus rapide.

c) Fragmentation et microbrassage

D'autres macroinvertébrés (isopodes, mollusques...) et larves d'insectes ainsi que les microarthropodes (collembolles, oribatides) influencent la structure du sol d'une manière moins spectaculaire, mais plus en détail, leur activité se déroule en grande partie dans l'épisolum humifère.

d) Fragmentation d'agrégats

Une fois la litière fragmentée, la matière organique devient apte à l'humification, puis à la formation d'agrégats. Les vers de terre et les macroarthropodes (termites surtout, mais aussi diplopodes, isopodes, chilopodes, et larves de tipulidés) qui intègrent des particules de terre avec leur nourriture contribuent à cette formation en mélangeant matières organiques et matières minérales dans leur tube digestif. D'après Edwards & Bohlen (1996), les invertébrés du sol et la microflore stabilisent les agrégats :

Par les sécrétions intestinales des invertébrés et les colloïdes bactériens du tube digestif, qui jouent le rôle de ciment.

Par le réseau d'hyphes de champignons et de fibres végétales issues des feuilles consommées.

Par la fragmentation, car il y a alors possibilité de formation de liaisons organo-minérales, selon la taille et la qualité des particules organiques.

III.3.1.2. Rôle chimique de la faune du sol

Les organismes qui se nourrissent des débris végétaux réalisent un travail de fragmentation de la matière organique facilitant l'action des bactéries et des champignons, qui achèvent le processus de dégradation : ils sont des maillons de la chaîne alimentaire et contribuent à l'équilibre de "l'écosystème sol" (Wolters, 2001).

a) Effets chimiques directs

L'effet le plus net est la modification de la qualité de la nourriture durant son passage à travers la chaîne alimentaire, en particulier dans la minéralisation de la matière organique et la libération consécutive des ions nutritifs, la décomposition des cadavres restitue au sol les bioéléments stockés. La faune agit aussi sur la composition chimique du sol également par ses excréta produisant un flux d'azote très implorant (exemple : les déjections d'environ 1t/ha de vers se situe entre 18 et 50kg N/ha.an) (Wolters, 2001).

b) Effets chimiques indirects

Parmi les effets chimiques indirects de la faune du sol, celui des protozoaires est important. Ils sont capables de minéraliser l'azote, le phosphore et le soufre à partir de leur nourriture, c'est-à-dire des bactéries qu'ils consomment en quantités considérables. En association avec les bactéries nitrifiantes, les amibes prédatrices augmentent ainsi la quantité de nitrate directement utilisable par la plante dans la rhizosphère (Wolters, 2001)

III.3.1.3. Rôle biologique de la faune du sol

Les êtres vivants entre eux règnent un équilibre complexe et dynamique entre les différents compartiments du réseau alimentaire. Cet équilibre est régi d'une part par les conditions physico-chimiques du milieu, de l'autre par les facteurs biotiques (interactions entre les êtres vivants) par exemple :

- Prédation : les effets de la prédation sur la population de la faune du sol sont importants car elle met ou moins rapidement ces dernières en équilibre avec les ressources disponibles comme la nourriture les abris etc. En diminuant la compétition

Chapitre III : la faune du compost

entre les individus et sauvegarde en quelque sorte l'avenir de la qualité d'action elle est très diversifiée dans le sol.

- Compétition : s'exerce soit entre les individus d'une même espèce, soit entre deux espèces différentes, dans les deux cas c'est la lutte pour assurer un accès suffisant aux ressources du milieu donc c'est un mécanisme biologique de régulation des populations, qui tend à maintenir les effectives en équilibre avec la capacité du milieu qui veut c'est-à-dire quantité de ressources disponibles (nourriture, abris...) (Gobat et al., 2010).

III.4. La faune du compost

III.4.1. Définition

C'est la fraction vivante qu'on retrouve dans le compost (figure 8). Ils se divisent en deux groupes : les micro-organismes et les macro-organismes : ils interagissent ensemble ou successivement selon leur fonction. Les organismes vivants ne sont ni des parasites ni des germes pathogènes, se sont des agents naturels qui décomposent des substances organiques et des déchets végétaux et animaux (Michaud, 2007).



Figure 8 : la faune (la microfaune, mésofaune, la macrofaune et la mégafaune) du compost (Teddy 2017).

III.4.2. Les microorganismes

Chapitre III : la faune du compost

Les principaux qui interviennent dans la décomposition de la matière organique sont les bactéries, les champignons et les actinomycètes (Michaud, 2007). Ils sont responsables de l'accroissement de la température en phase mésophile, alors que les actinomycètes interviennent davantage en phase thermophile. Les bactéries, présentes dans la matière première, dominent en quantité et en diversité (Godden, 1986).

III.4.2.1. Le rôle des microorganismes dans le processus du compostage

a) Les bactéries

C'est donc les premières arrivées dans le tas de compost et font le plus gros du travail (Duplessis, 2006). Selon (Mustin, 1987) les bactéries seraient responsables de 80 à 90% de l'activité microbienne lors du compostage actif (tableau 5).

b) Les champignons

Ils ont la possibilité de consommer les éléments non transformés par les bactéries, ils sont inactifs au-delà d'une température de 55°C et se trouvent donc principalement en périphérie du tas ou en phase de basses températures. Les champignons et les moisissures supportent mal les hautes températures et une teneur élevée en eau. Ils sont essentiellement actifs pendant la phase de maturation (Dix et Webster, 1995).

c) Les actinomycètes

Ils s'attaquent aux structures très résistantes cellulose, lignine (constituants de bois). Ils sont actifs dans les derniers stades du compostage.

d) Les algues, les protozoaires et les animaux pluricellulaires

On retrouve également dans le compost, des algues, des protozoaires et des animaux pluricellulaires. Les algues se développent en surface en présence de lumière (Mustin 1987) leur importance dans l'évolution de la matière organique en milieu aérobie est sans doute faible. Les protozoaires bactériophages sont connus pour une action importante sur le nombre de bactéries dans le compost (Mustin, 1987).

Tableau 5 : Quantité d'êtres vivants intervenant à un moment ou à un autre pendant le compostage (Zeglels et Masscho, 1999).

Type d'organisme vivant	Nombre par kilogramme de compost
Bactérie	De 1 milliard à 10 milliards
Actinomycètes	De 1 million à 100 millions
champignons	De 10.000 à 1 million
Algues	10 millions
Virus	Indéterminés
Protozoaires	Jusqu'à 5 milliards
Lombrics	Jusqu'à 1000
Collemboles	10.000
Autres insectes et larves	2.000
Acariens	10.000
Crustacés (cloportes)	Jusqu'à 1.000
Gastéropodes (escargots, limaces)	20

III.4.2.2. Les macro-organismes

Ce sont des organismes visibles à l'œil nu qui ont un rôle central dans la fragmentation des déchets qui permet aux micro-organismes, tels que les champignons et les bactéries, de faire leur travail. Les macro-organismes interviennent lorsque la température est inférieure à 40°C (Zeglels et Masscho, 1999).

III.4.3. L'extraction de la faune du compost

L'extraction de la faune du compost se fait à différentes profondeurs, généralement de 0-20cm et 20-40 cm en utilisant l'appareil de Berlèse au laboratoire (Figure 9)

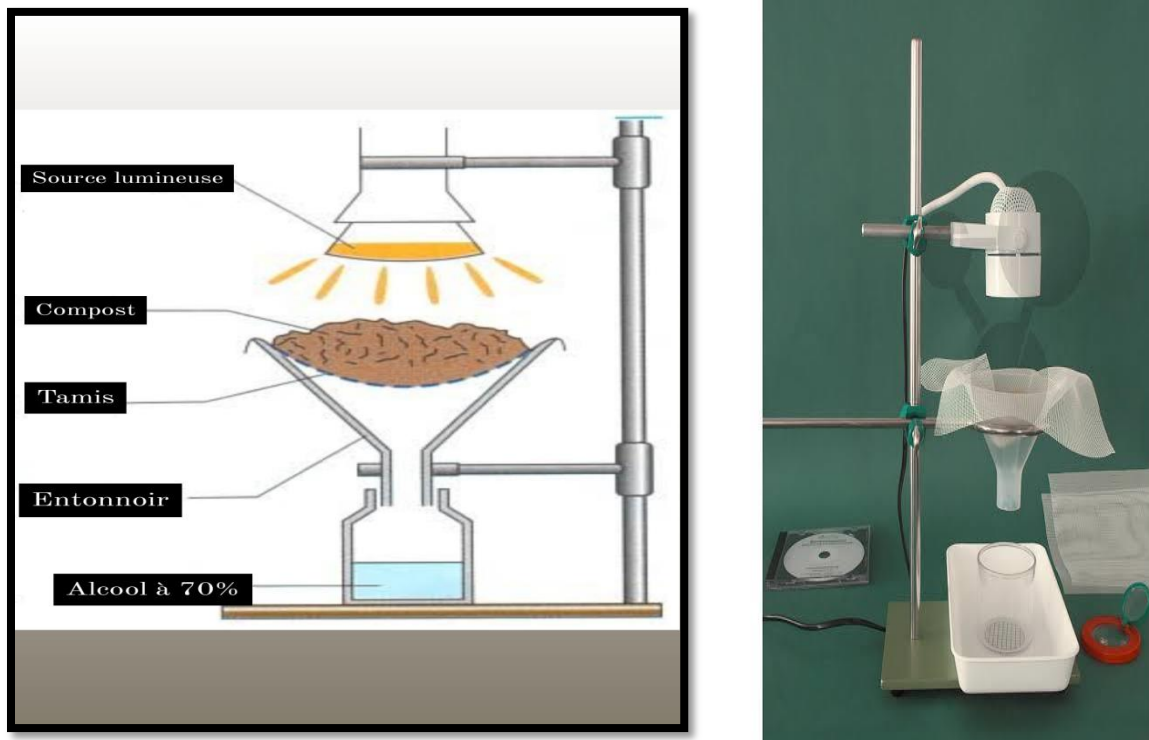


Figure 9 : appareil de Berlèse représenté en schéma et en photo (Anonyme, 2019).

III.4.3.1.Principe d'utilisation de l'appareil de Berlèse :

L'utilisation de l'appareil de Berlèse permet l'extraction des êtres vivants du compost. Il permet de récolter des insectes, araignées...etc., la technique est simple. L'éclairage de la lampe et la chaleur dégagée par celle-ci font fuir les êtres vivants du compost.

La faune finit par s'enfoncer et tombe dans l'entonnoir, puis dans le flacon contenant une solution d'alcool à 70%. L'observation de la faune se fait donc sous une loupe binoculaire (Anonyme, 2019).

III.4.3.2.Fabrication d'un appareil de Berlèse

On peut facilement réaliser un appareil de Berlèse avec le matériel suivant : une bouteille d'eau coupée en deux (support et entonnoir), un cache noir, un tamis, un petit pot, de l'alcool à 70%, une lampe, du compost (Anonyme, 2019).



Figure 10 : étapes de fabrication d'un appareil de Berlèse (Anonyme, 2019).

1. Commencer par préparer le matériel
2. Enrouler le cache noir autour de l'entonnoir
3. Verser de l'alcool dans le petit pot
4. Recouvrir le petit pot du support en plastique
5. Poser le tamis sur le support en plastique
6. Disposer l'entonnoir sur le support
7. L'appareil de Berlèse est prêt à l'emploi
8. Disposer une quantité de compost dans l'entonnoir
9. Placer une lampe au dessus de l'entonnoir et l'allumer

Résultats : en observant à l'œil nu, on trouve différentes espèces (cloportes, araignées, vers de terre, myriapodes), en observant à la loupe binoculaire on trouve davantage d'animaux (acariens, insectes).

Chapitre III : la faune du compost

Dans l'étude du rôle de la faune (macrofaune et mésofaune), on a utilisé divers références pour compter et identifier la faune du compost :

(FAO, (2005) ; (Zucconi et al., (1981) ; (Teddy, (2007) on retrouve donc :

a) Les collemboles

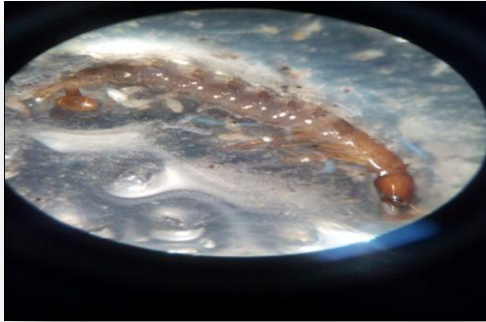


Photo 1 : les collemboles observés sous une loupe binoculaire

Les collemboles sont de petits insectes qui se distinguent par leur capacité à effectuer des sauts considérables (au regard de leur taille) lorsqu'ils sont dérangés. Ils se nourrissent principalement de champignons, bien qu'ils dévorent aussi des nématodes et des acariens et mangent des plantes en décomposition. Ils préfèrent un milieu humifère riche en MO. Ils se nourrissent de MO fraîche ; ils participent à la dynamique de décomposition par microfragmentation et brassage.

Leur rôle dans le compost

Ils sont nombreux dans le compost de feuilles et d'éléments ligneux (bois). Ils fragmentent les déchets organiques et ingèrent aussi le mycélium des champignons. Ils joueraient un rôle en protection biologique contre les nématodes parasites. Ils présentent une diversification périodique selon les saisons, leur quantité et qualité est signe de bon état du compost. L'hiver entraîne souvent une baisse de leur activité du fait de leur sensibilité aux faibles températures.

b) Les cloportes



Photo2 : les cloportes du compost

Les espèces de cloportes possèdent un corps ovale et aplati formée de segments distincts et dix paires de pattes. Ce sont des consommateurs de premier niveau qui se nourrissent de matériaux ligneux pourris et d'autres tissus végétatifs coriaces comme les nervures des feuilles.

Leur rôle dans le compost

En première ligne les cloportes s'attaquent aux matériaux ligneux tels les bouts de bois et les écorces et assurent ainsi les premiers stades de leur décomposition. Ils sont souvent très nombreux dans les composts secs.

c) Les acariens



Photo3 : les acariens observés sous une loupe binoculaire

Ils font partie de la famille des araignées mesurant moins de 2 mm, sont très utiles au processus du compostage. Ces acariens ont un corps transparent et se nourrissent des levures

Chapitre III : la faune du compost

produites par les matières organiques en fermentation. Ils sont capables de supporter des conditions anaérobies pendant des laps de temps plus ou moins longs.

Leur rôle dans le compost

Ils peuvent de ce fait donner des indications sur l'évolution du compost, permettant une bonne aération du compost. Ils se nourrissent aussi de matières végétales telles que les tissus fragiles des feuilles. Les acariens déchiquettent les feuilles, les morceaux de bois morts, Intervenant dans les processus de fermentation.

d) Les coléoptères



Photo 4 : les coléoptères observés sous une loupe binoculaire

L'ordre des Coléoptères est le groupe le plus vaste de la classe des Insectes, mais aussi de tout le règne animal. De taille variable de 0,5 mm à 25 mm, ils comprennent probablement plus d'un million d'espèces dans le monde, On trouve des larves de Coléoptères dans tous les écosystèmes terrestres, ils peuvent aller jusqu'à 1 m de profondeur pour hiberner

Leur rôle dans le compost

Les coléoptères n'ont pas de frontière dans le compost, ils sont ce qu'on appelle complètement compostivores, se nourrissant de toutes matières qui se trouve sans distinction de dureté ou d'humidité. La plupart vivent dans les litières et dans la matière végétale où ils jouent le rôle de décomposeurs. Ils se nourrissent des racines, des morceaux de feuilles, du bois ou des animaux vivants (limaces- insectes).

e) Les larves d'insectes



Photo 5 : différents types de larves observées sous une loupe binoculaire

De nombreux insectes viennent pondre dans le compost. Les principales larves que vous pourrez trouver dans votre compost sont :

- Les larves de diptères (mouches et moucheron) reconnaissables par leur petite taille et leur couleur blanche (quelques millimètres). Elles sont souvent très nombreuses.
- Les larves de cétoines dorées beaucoup plus grosses que les larves de diptères (plusieurs centimètres), reconnaissables par leur couleur blanchâtre, leurs petites pattes et un postérieur plus gros que leur tête (à la différence des larves de hannetons).

Leur rôle dans le compost

Les larves sont très voraces et vont permettre une fragmentation rapide des déchets.

f) Les milles pattes



Photo 6 : milles pattes du compost

Chapitre III : la faune du compost

Ce sont des êtres à peau épaisse, constitués de segments rouge sombre. Ils possèdent un grand nombre de segments, chacun avec deux paires de pattes, mais certainement pas mille comme le suggère leur nom. Ils se nourrissent de végétaux fins

Leur rôle dans le compost

A force de piétiner tout le compost, les mille pattes finissent par le morceler, le rendant plus accessible pour leur congénères (coléoptères, champignons, vers de terre) leur capacité digestive impressionnante est d'ailleurs indispensable à la symbiose de la faune du compost.

g) Les fourmis



Photo 7 : les fourmis rouges et les fourmis blanches du compost

Ce sont des insectes possédant six pattes, une tête, un thorax et un abdomen. Les fourmis se nourrissent d'une grande variété de matières qu'elles trouvent dans le compost.

Leur rôle dans le compost

Les fourmis se nourrissent d'une grande variété de matières qu'elles trouvent dans le compost. Ils se nourrissent de déchets végétaux et contribuent à une décomposition facilitée de tous les déchets du compost.

h) Les araignées



Photo 8 : Araignée lycoside du compost

Les araignées ou Aranéides sont des Arthropodes, avec huit pattes sans ailes ni entête, des yeux simples. Ce sont des prédateurs qui se nourrissent exclusivement de proies vivantes. La grande sensibilité des Araignées aux changements de structure en fait des indicatrices fines de l'évolution du processus du compostage.

i) Les nématodes



Photo 9 : les nématodes

Ce sont les invertébrés les plus abondants du compost. Certains d'entre eux se nourrissent de matière organique en décomposition.

Leur rôle dans le compost

Les nématodes sont les prédateurs du compost, elles se nourrissent d'autres nématodes, de bactéries, d'algues, de protozoaires et de spores de champignons.

j) Les vers de terre



Photo 10 : les vers de terre du compost

Les vers de terre sont les véritables taupes miniatures du compost, ils permettent une aération un mélange et une décomposition facilitée de tous les déchets du compost

k) Les lombrics

Ils sont l'espèce la plus importante des macros organismes décomposeurs intervenant dans les processus de compostage. Ils se nourrissent de bactéries, de champignons, de protozoaires et de matières organiques. Au fur et à mesure qu'ils digèrent les matières organiques en se déplaçant, ils déposent des déchets riches en nutriments. A la différence des autres micro-organismes décomposeurs, ils transforment les matériaux à la fois chimiquement et physiquement. Vous trouverez aussi les vers de terre parmi les nombreuses espèces de lombrics pouvant se trouver dans votre compost. Exemple, de la quantité d'êtres vivants que l'on peut trouver dans un kilo de compost en activité.

- **Le ver rouge** se nourrit essentiellement de déchets, et si vous avez la chance d'en avoir dans votre compost, vous vous apercevrez qu'ils font un travail de décomposition impressionnant.
- **Les vers blancs** Ces vers terricoles (Enchytreidae) d'environ 2 cm de long complètent le cycle de maturation du compost en réduisant encore les particules de matières. **accélèrent** le processus de compostage (Girard et al., 2005).

Conclusion

La synthèse bibliographique que nous avons travaillée a montré qu'un grand nombre d'études préconisent la valorisation des déchets organiques : déchets verts et déchets ménagers, par la technique du compostage permettant de produire un amendement organiques riche en matière organique stable et humifié.

La faune présente dans les composts appartient à différentes catégories. Par ordre de taille cas de la macrofaune et la mésofaune : les microarthropodes (collemboles, acariens et myriapodes) et les nématodes (vers ronds) entre 0,2 et 4 mm, les larves d'insectes (autres que les collemboles) et les annélides (vers de terre) entre 4 et 80 mm et enfin les animaux supérieurs à 80 mm comme les mollusques (limaces, escargots...) et les crustacés notamment représentés par les cloportes. Beaucoup de ces animaux pluricellulaires se nourrissent de débris végétaux et peuvent avoir un rôle important dans l'homogénéisation des composts.

La diminution de ces espèces dans la phase de maturité signifie que le compost est mûr et la matière organique est stable.

Références bibliographiques

- Addou A, 2009.** « développement durable traitement des déchets valorisations, élimination »
- Aboulam, 2005.** Recherche d'une méthode d'analyse du fonctionnement des usines de tri-compostage des déchets ménagers. Fiabilité des bilans matière .thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse.123p
- Ademe, 2001.** "Déchets organiques - Essai agronomique de plein champ d'un compost des Déchets verts (résultats 8e année d'expérimentation)." Paris, France.
- Aissam H. (2003).** Etude de la biodégradation des effluents des huileries (marginés) et leur valorisation par production de l'enzyme tannase. Thèse de doctorat. Université Sidi Mohamed ben abdellah (Maroc).
- 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.
- Anonyme, 2019.**Travaux pratiques et activités, fabrication d'un appareil de Berlèse. Université de Bourgogne .Académie de Dijon.
- Anonyme, 2012.** L'aide-mémoire du guide composteur, les déchets verts.
- Bayard. R, Gourdon.R., 2007-** Traitement biologique des déchets. Edition : Techniques de l'ingénieur.
- Boudissa F., 2012.** Influence des radiations micro-ondes sur l'extraction de l'huile de grignons d'olives imprègne de marginés. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou ; Faculté des Sciences ; Département de chimie ; pp1-20
- Bouhired F., 2009.** Pour la modernisation de l'oléiculture, en Algérie. FILAHAINNOV N°4 avril-mai 2009.
- Bustamante M. A., Paredes C., Marhuenda-Egea F. C., Perez-Espinosa A., Bernal M. P.et Moral R., 2008.** Co-composting of distillery wastes with animal manures: Carbon and nitrogen transformations in the evaluation of compost stability. Chemosphere, 72 : 551–557.
- Changa, C.M.W., P.; Watson, M. E.; Hoitink, H. A. J.; Michel, Jr F.C., 2003.** Assessment of the reliability of a commercial maturity test kit for composted manure. Compost Science and Utilization. 11, 125-143.
- Crawford, J.H., 1973.** Composting of agricultural wastes - a review. Process Biochemistry 18, 14-18
- Cummings D. 2014.** The Organic Composting Handbook: Techniques for a Healthy, Abundant Garden. New York. Ed. Skyhorse Publishing. p52,59, 60.
- Damien A., 2004.** "Guide du traitement des déchets, 3ème édition." Paris, France.431.

Références bibliographiques

Diaz L.F. , De Bertoldi M., Bidlingmaier W. et Stentiford E. 2007. Compost Science and Technology, Volume 8 (Waste Management), Amsterdam – Boston – Heidelberg – London – New York – Oxford - Paris – San Diego – San Francisco – Singapore – Sydney – Tokyo, Med. ELSEVIER. 381p

Dinesh K. Maheshwari. 2014. Composting for Sustainable Agriculture, India, ed.SPRINGER, 295p

Elbrahli A., O. El Gharras, N. El Hantaoui, 2009. Le système semis direct Nouveau mode de production et modèle d'agrégation pour une agriculture pluviale durable au Maroc Transfert de Technologie en Agriculture N° 182/Novembre 2009.

FAO UNESCO, 2006. World reference base for soil resources. World Soil Resources Reports 103.

FAO, 2005. Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole, in: R. V.; Roy Misra, R. N.; Hiraoka, H. (Eds.), Documents de travail sur la Terre et les Eaux. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, 36.

FAO, 2003. On farm composting methods. Land and Water discussion paper. Available at: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y5104e/y5104e00.pdf> (accessed February 2014)

Florence Charnay, 2005. Compostage des déchets urbains dans les pays en développement : élaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost .thèse de doctorat Université de Limoges. Ecole Doctorale Science Technique. 448 p.

Fourti, O., Jedidi, N., Hassen, A., 2013. Physico-chemical aspects during the composting of municipal solid wastes and sewage sludge in a semi-industrial composting plant. Afr. J. Microbiol. Res. 7, 1055-1068.

Francou C., 2003. Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets Urbains : Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage – recherche d'indicateurs pertinents, Thèse de Doctorat, Institut national agronomique Paris-Grignon, 289p.

Frederickson, J. H., Graham; Hobson, Andrew M., 2007. "Effect of pre-composting and vermicomposting on compost characteristics." European Journal of Soil Biology 43

Gobat J.M., Aragono M. et Mattyhe W., 2010. Le sol vivant. Bases de pédologie-biologie des sols.3^{ème} éditions revue et augmentée.817p

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.

Haug, R. T., 1993. The practical handbook of composting engineering. CRC Press LLC, États-Unis, 1^{re} édition

Références bibliographiques

Hoitink H.A.J. (1995). The Composting Process. Cité par ITAB (2001). Guide des matières organiques. Tome 1. Deuxième édition 2001 .

ITAB (2001). Guide des matières organiques. Tome 1. Deuxième édition 2001 p 22-23.

ITAB (2001). Guide des matières organiques. Tome 1. Deuxième édition 2001p 124-132.

Kalamdhad, A. S. et A. A. Kazmi, 2008. Mixed organic waste composting using rotary drumcomposter. International Journal of Environnement and Waste Management, 2(1/2) :24–36.

Inkel M., De Smet P., Tersmette T. et Veldkampt T. 2005. La fabrication et l'utilisation de composte. Ed. Agronomisa. 73p

Larbi M., 2006. Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des Plantes contre les maladies fongiques. Thèse, Institut de recherche de l'agriculture biologique FiBL, CH-Frick; l'Université de Neuchâtel. <http://orgprints.org/8935/>

Leclerc B, 2012. Compostage : Les Principes <http://www.scribd.com/doc/184237540/4-Compostage-Principes-pdf>

Lester,J.etJ.W.Birkett,1999. Microbiology and Chemistry for Environmental Scientists and Engineers (Chapitre 16). Taylor and Francis Group, second edition

Liang, C., Das, K.C., Mc Clendon, R.W., 2003. "The influence of temperature and moisture Contents regimes on the aerobic microbial activity of a solids composting blend." Bioresource Technology.

Maxime Christen ,2008. Valorisation des sous produits de vigne : restitution au sol des sarments, par broyage ou après compostage.

Michaud L. 2007. Tout sur le compost : le connaître, le faire, l'acheter et l'utiliser Éd Multi Mondes.

Michel-Claude Girard ; Chritian Walter ; Jean-Claude Remy ; Jean-Louis Morel., sols et environnement 2éme éditions cours de master en écoles d'ingénieurs (agronomie, sciences de la terre), 2005

Misra R.V., Roy R.N. et Hiraoka H. 2005. Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole, Rome, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. 51p

Mustin M. 1987. Le Compost, gestion de la matière organique. Ed Francois Dubusc.954p.

Said-Pullicino, D.E., Flora G.; Gigliotti, Giovanni, 2007. Changes in the chemical characteristics of water-extractable organic matter during composting and their influence on compost stability and maturity. Bioresource Technology. 98, 1822-1831.

Références bibliographiques

Soltner D., 2006. Aujourd'hui les composts pour un autre jardinage, Edition Scienco et thechnique Agricoles, p.10.

Vermande P, 2012. « Compostage des déchets ménagers dans les pays en développements : modalité de mise en place et suivi d'installation centralisation pérennes »

Wolters V., 2001. Biodiversity of soil animals and its function. *European Journal of Soil Biology*, 37 (4), 221-227.

Wurst S., Allema B., Duyts H., Van Der Putten W.H., 2008. Earthworms counterbalance the negative effect of microorganisms on plant diversity and enhance the tolerance of grasses to nematodes. *Oikos*, 117 (5), 711-718

Zaghouane O., Z. Abdellaoui, D. Houassine, 2006. Quelles perspectives pour l'agriculture de conservation dans les zones céréalières en conditions algériennes? *Options Méditerranéennes, Série A, Numéro 69*.pp 183-187.

Zucconi, F., de Bertoldi, M., 1987. Compost specification for the production and characterisation of compost from municipal solid waste, in: M. de Bertoldi, M. Ferranti, P. L'HermiteF. Zucconi (Eds.), *Compost, Production, Quality and Use*. Elsevier, London, pp. 30-50.

WEBOGRAPHIE

Le compost : Comment ça marche ?, www.info@compostage.info.

Teddy, 2017, le compostage, c'est facile

www.ademe.fr/etreprise/dechets/dechets/dechets

www.infocomposte.com

www.composthumus.com

Référence réglementaire

La loi N 01-19 du 12/12/2001, journal officiel de la république algérienne.

Résumé

L'objectif de notre travail est d'étudier le processus de compostage, qui est un processus de décomposition et de transformation contrôlé des déchets organiques sous l'action de populations microbiennes aérobies variées afin d'obtenir un produit stabilisé, hygiénisé appelé « le compost ». Tout au long du processus, diverses communautés de micro-organismes, macro-organismes se succèdent. Ces communautés se composent essentiellement de bactéries, d'actinomycètes, de champignons, de protozoaires qui représentent la microfaune, notamment des acariens, collemboles, araignées, vers de terre... qui représentent la mésofaune et la macrofaune. La faune est présente naturellement dans les composts, et de ce fait le processus de compostage démarre sans aide extérieure.

Mots clés : compostage, compost, la faune, microfaune, mésofaune, macrofaune

Summary

The objective of our work is to study the process of composting, which is a process of decomposition and controlled transformation of organic waste under the action of various aerobic microbial populations in order to obtain a stabilized, hygienized product called "compost. Throughout the process, various communities of micro-organisms and macro-organisms follow one another. These communities are essentially composed of bacteria, actinomycetes, fungi, protozoa which represent the microfauna, in particular acarids, springtails, spiders, earthworms... which represent the mesofauna and macrofauna. Fauna is naturally present in the composts, and therefore the composting process starts without outside help.

Keywords: composting, compost, fauna, microfauna, mesofauna, macrofauna