

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Biologiques
Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme de Master en Ecologie et Environnement
Spécialité : Protection des Ecosystèmes

Thème :
**Extraction et caractérisation des substances
humiques du compost de déchets ménagers.
Effet de l'apport carboné.**

Réalisé par

M^{elle} RICHE Dahbia

M^{elle} SERKHANE Liza

Devant le jury :

Présidente: M^{me} Sadoudi-Ali Ahmed D.

Professeur

U.M.M.T.O.

Promotrice : M^{me} Ali Ahmed S.

MAA

U.M.M.T.O.

Examinatrice: M^{me} Chibane G.

MAA

U.M.M.T.O.

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

Nos remerciements les plus sincères s'adressent à notre promotrice Mme Ali Ahmed S., pour nous avoir encadrées, nous avons trouvé auprès de vous les conseils précieux qui nous ont permis de réaliser ce travail, merci de nous avoir reçues en toute circonstance avec sympathie, sourire et bienveillance.

Nous tenons à remercier vivement les membres du jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail.

Merci à Mme Sadoudi-Ali Ahmed D. pour nous avoir fait l'honneur de présider les membres du jury.

Nous remercions Mme Chibane G. pour avoir accepté d'examiner notre travail.

Nos vifs remerciements s'adressent également à Madame Metna pour les efforts fournis durant les deux années de master, ainsi qu'à tous les professeurs qui nous ont formées durant notre cursus universitaire.

Nos remerciements s'adressent à Mme Sadoudi-Ali Ahmed responsable du laboratoire pathologie des écosystèmes, ainsi qu'au responsable du laboratoire de Génie Civil de l'UMMTO pour avoir mis à notre disposition les moyens nécessaires pour la réalisation de nos expériences.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mon défunt père, j'aurais tant aimé que tu sois présent, ce travail est le fruit de tes sacrifices et de tes efforts, toi qui attendais ce jour avec impatience, que dieu ait ton âme dans sa sainte miséricorde.

A ma chère mère, que dieu t'accorde santé, bonheur et longue vie et qu'il fasse en sorte que jamais je ne te déçoive.

A mes chères sœurs Hassina et Kamília, mes exemples dans la vie.

A mon frère Boussad, toi qui est un frère et un père, que dieu te garde pour moi.

A ma cousine Linda et ses enfants, tu as toujours été présente pour moi.

A mes nièces Wissam, Zaina et mon neveu Amayas, que j'aime tant.

A mes meilleures amies Zohra, Djohra, Louiza, Katia et Doudouche vous êtes des sœurs pour moi

A ma binôme Dahbia, A tous mes autres amis, et à toutes les personnes chères à mon cœur,

Vous avez toujours été présents, pour vos bons conseils, votre soutien je vous suis énormément reconnaissante

Liza.

Dédicaces

Je rends grâce a Dieu le tout puissant de m'avoir accordé la force et le courage durant toutes ces années et particulièrement cette dernière année afin de mener ce travail a bien et d'arriver au terme de mon cursus universitaire.

Ce projet n'aurait pu être une réussite sans la contribution de plusieurs personnes qui me sont chères :

Mon cher papa, ma chère maman, je vous dédie ce modeste travail en signe d'amour, du respect, de reconnaissance et de profonde gratitude.

Je ne vous remercierai jamais assez, pour tout ce que vous avez fait pour moi. Vous m'avez toujours guidé, encouragé dans la vie. Que vous voyez en moi la fille que vous avez souhaité avoir.

A mon frère et mes très chères sœurs et leurs époux ainsi que à tous mes neveux et nièces que j'aime très fort

A ma chère binôme Liza, avec qui j'ai partagé cette tâche et toute sa famille ;

A mes amies : Lydia et Kenza ;

A toute la promotion protection des écosystèmes (2019-2020).

Dahbia

| | |
|--------------------------|----------|
| Introduction..... | 1 |
|--------------------------|----------|

Chapitre I : Synthèse bibliographique

| | |
|--|----|
| <u>1.</u> Généralités sur le compostage..... | 4 |
| <u>1.1.</u> Définition du compostage | 4 |
| 1.2. Principes du compostage | 4 |
| 1.3. Mécanismes de biodégradation | 6 |
| 1.4. Les types de compostage..... | 6 |
| 1.5. Les buts et avantages du compost | 7 |
| 1.6.Limites de l'utilisation des composts | 7 |
| 1.7. Le compost | 8 |
| 1.8. Les différents composts..... | 8 |
| 2. Les caractéristiques des ajouts organiques | 9 |
| 2.1.La sciure de bois..... | 9 |
| 2.2. Le grignon d'olives | 9 |
| 2.3. Les feuilles mortes | 9 |
| 3. Les caractéristiques de la matière organique du compost au cours du compostage..... | 9 |
| 3.1. Les composés organiques susceptibles d'être présents dans les composts | 9 |
| 3.1.1. Les substances non humiques | 9 |
| 3.1.2. Les substances humiques | 12 |
| 4. Les critères de maturité et de stabilité d'un compost | 15 |

Chapitre II: Matériels et méthodes

| | |
|-------------------------------------|----|
| 1.Le matériel utilisé..... | 18 |
| 1.1.Les échantillons..... | 18 |
| 2.L'échantillonnage..... | 19 |
| 3.Méthodes de caractérisation | 19 |

| | |
|--|----|
| 3.1.Préparation des échantillons | 19 |
| 3.2.Analyses physico-chimiques | 20 |
| 3.2.1.Mesure de l'humidité | 20 |
| 3.2.2.Mesure du pH | 20 |
| 3.3.Caractérisation des substances humiques des composts | 21 |
| 3.3.1.Extraction des substances humiques des composts | 21 |
| 3.3.2.Dosage des substances humiques | 22 |
| 4.Analyse statistique..... | 22 |

Chapitre III: Résultats et discussion

| | |
|--|----|
| 1.Résultats | 24 |
| 1.1.Paramètres physico-chimiques | 24 |
| 1.1.1.Humidité..... | 24 |
| 1.1.2.pH : | 25 |
| 1.2.Acides humiques : | 26 |
| 2.Discussion | 27 |
| 2.1.Caractéristiques physico-chimiques | 27 |
| 2.1.1.Humidité..... | 27 |
| 2.1.2.pH : | 27 |
| 2.2.Acides humiques : | 28 |

Conclusion

Références Bibliographiques

Résumé

Liste des tableaux et des figures

Listes des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1: Principe du compostage | 5 |
| Figure 2 : Etapes de transformation de la matière organique | 5 |
| Figure 3: Courbe théorique d'évolution de la température au cours du compostage | 6 |
| Figure 4: Les différents types de composts urbains. | 8 |
| Figure 5 : Les mécanismes et voies de formation des substances humiques (1 : voie 1 ; 2 : voie 2 ; 3 : voie 3 ; 4 : voie 4) | 13 |
| Figure 6 : Les différents échantillons de compost à base de SB : sciure de bois ; FM : feuilles mortes et GO : grignon d'olive | 18 |
| Figure 7 : Tamisage des composts. | 19 |
| Figure 8 : Le séchage des échantillons de composts à l'étuve | 20 |
| Figure 9 : La mesure du pH. | 21 |
| Figure 10 : L'extraction des Substances humiques (A : agitation, B: centrifugation). | 22 |
| Figure 11 : Les teneurs en eau des trois composts | 24 |
| Figure 12 : Le pH des trois composts. | 25 |
| Figure 13: Les teneurs en acides humiques des trois composts | 26 |

Liste des tableaux et des figures

Liste des Tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1 : Les caractéristiques physico-chimiques des trois types de compost :..... | 19 |
| Tableau 2 : Les résultats de l'analyse de la variance de l'humidité des différents composts..... | 24 |
| Tableau 3 : Les résultats du test de Newman-Keuls pour l'humidité. | 25 |
| Tableau 4 : Les résultats de l'analyse de la variance du pH des différents composts. | 25 |
| Tableau 5 : Les résultats du test de Newman-Keuls pour le pH..... | 26 |
| Tableau 6 : Les résultats de l'analyse de la variance pour les acides humiques des trois composts. | 26 |

Liste des abréviations

FM : compost composé de déchets organiques issus des DMA mélangés à des feuilles mortes du chêne zeen.

GO : compost composé de déchets organiques issus des DMA mélangés à du grignon d'olives.

SB : compost de déchets organiques mélangés avec la sciure de bois

SNH : Substances non Humiques

INTRODUCTION

La production croissante de déchets est étroitement liée à l'évolution des sociétés. En effet, cette dernière a engendré des changements importants dans les modes de production et de consommation (Cirili et Florin., 2015).

Les déchets sont caractérisés par une composition hétérogène de matière, qui fait de leur gestion l'un des problèmes environnementaux les plus alarmants du monde actuel si bien que leur gestion devient une préoccupation collective (Dieng et al ., 2019).

Selon les estimations de l'Agence nationale des déchets (2018-2019), l'Algérie produit environ 11 millions de tonnes de déchets ménagers chaque année, dont 60% sont des déchets organiques. Le schéma de gestion appliqué, consiste en l'enfouissement de ces derniers dans des CET sans préalable tri, ni véritable contrôle sur les impacts engendrés (Djemaci, 2012), ce qui provoque des nuisances tant au niveau environnemental qu'au niveau sociétal (GIZ, 2014). Les déchets représentent d'importants gisements de la matière première, leur valorisation par recyclage ou compostage reste un moyen efficace pour obtenir des matières premières secondaires et réduire les quantités entrant en décharges (Arras, 2008).

La valorisation de la fraction organique par le compostage est une réponse intéressante aux problèmes de gestion des déchets et à celui du maintien du taux de matière organique des sols. Le compostage est un processus de biodégradation aérobie de la matière organique (Albrecht, 2007). Il est conditionné par d'importants paramètres physico-chimiques, biologiques (Monateri, 1999), la diversité des matières premières utilisées, les techniques et les conditions influençant le processus (Pal, 1992). Il permet la stabilisation de la matière organique, l'hygiénisation du déchet initial et la biosynthèse de matières humiques nécessaires à la qualité agronomique des sols (Tremier et al., 2007).

Les substances humiques sont un groupe de polymères de matière organique de différents poids moléculaires formés par l'action des micro-organismes et d'enzymes. Elles sont principalement composés d'acides humiques et d'acides fulviques, qui sont des indicateurs précieux de maturité et de stabilité du compost (Koriko et al ., 2013 ; Tahiri et al., 2013). En effet, les substances humiques du sol se retrouvent amplifiées dans les composts, apportant ainsi des avantages recherchés en agriculture. Elles améliorent la fertilité des sols, leur structure, augmentent leur activité biologique ainsi que la disponibilité des nutriments (Stevenson, 1985) du fait de leur composition, très hétérogène et complexe.

Peu d'études ont été menées sur la caractérisation et la quantification des substances humiques du compost de déchets ménagers (Inbar, 1990 ; El Herradi et al., 2014 ; Adaffer,

2018), ce qui nous a amené à réaliser cette étude, dont le principal objectif est l'extraction et la caractérisation de ces dernières.

Pour bien cerner le sujet et atteindre l'objectif tracé, le présent travail est structuré en trois chapitres complémentaires. Le premier chapitre évoque la synthèse bibliographique comportant des généralités sur le compostage et les substances humiques. Le deuxième chapitre présente le matériel et les méthodes mis en œuvre pour cette étude. Le troisième chapitre est réservé à la présentation des résultats et de leur discussion.

Une conclusion générale clôture cette étude avec la proposition de quelques perspectives.

CHAPITRE I

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1 Généralités sur le compostage

1.1 Définition du compostage

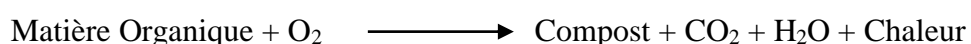
Le compostage est un processus biologique contrôlé de dégradation aérobie et de réorganisation de la matière organique en présence de nutriments. Il permet de convertir la matière organique en substance organique stable et humifiée, qui est le compost (Théobald, 1994 ; Morand, 1999). C'est aussi un mode de traitement biologique des déchets (Charnay, 2005).

Ce processus est caractérisé par plusieurs critères comme l'élévation naturelle de la température, les dégradations aérobies et une perte de masse importante (Théobald, 1994).

1.2 Principes du compostage

Le compostage est un traitement biologique aérobie des déchets organiques sous forme solide ou semi-solide.

Selon Gourdon (2002), l'équation globale de **bio-oxydation** de la matière organique est la suivante :



C'est une technique permettant le retour de la matière organique dans le sol lorsqu'on l'utilise comme amendement organique des sols agricoles ou urbains. Il s'agit de la réintégration de la matière organique dans les cycles biogéochimiques de notre environnement (Gourdon, 2002).

De façon générale, au cours du compostage, il y a évolution d'un mélange hétérogène de matières organiques, contenant des bactéries et des champignons, qui se décomposent en conditions aérobies quand les concentrations en humidité et en oxygène sont favorables. La croissance microbienne est rapide, utilisant une partie du carbone, de l'azote et d'autres éléments nutritifs. La température commence alors à s'élever en raison de la chaleur qui se dégage pendant l'oxydation biologique. Les variations de températures induisent différents phénomènes dans le tas de matière organique (changement de population microbienne, élimination d'eau, d'acides gras volatils, d'ammoniac, modification de la matière organique,...). Le volume du mélange diminue considérablement. Le pH baisse, puis augmente (figure1) (Poincelot, 1972).

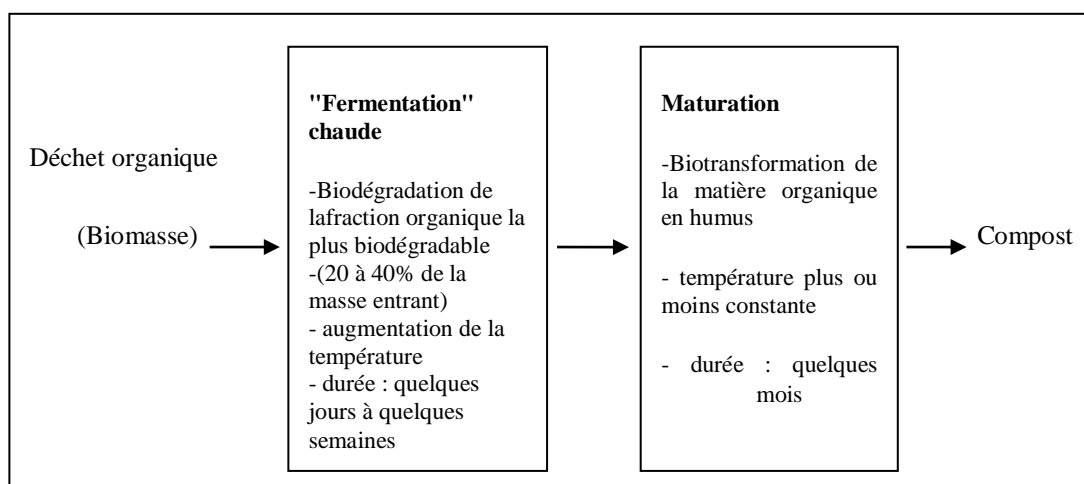


Figure 1 : Principe du compostage (Gourdon, 2002).

Les procédés de compostage sont traditionnellement décrits selon deux grandes étapes. La phase de fermentation (Mustin, 1987) ou phase active (Epstein, 1997) constitue une étape, dont l'effet majoritaire est la dégradation rapide de la matière organique. La seconde, dite phase de maturation, met en œuvre majoritairement des réactions de biosynthèse de macromolécules organiques : les molécules humiques (figure 2) (Gourdon, 2002 ; Moletta, 2009).

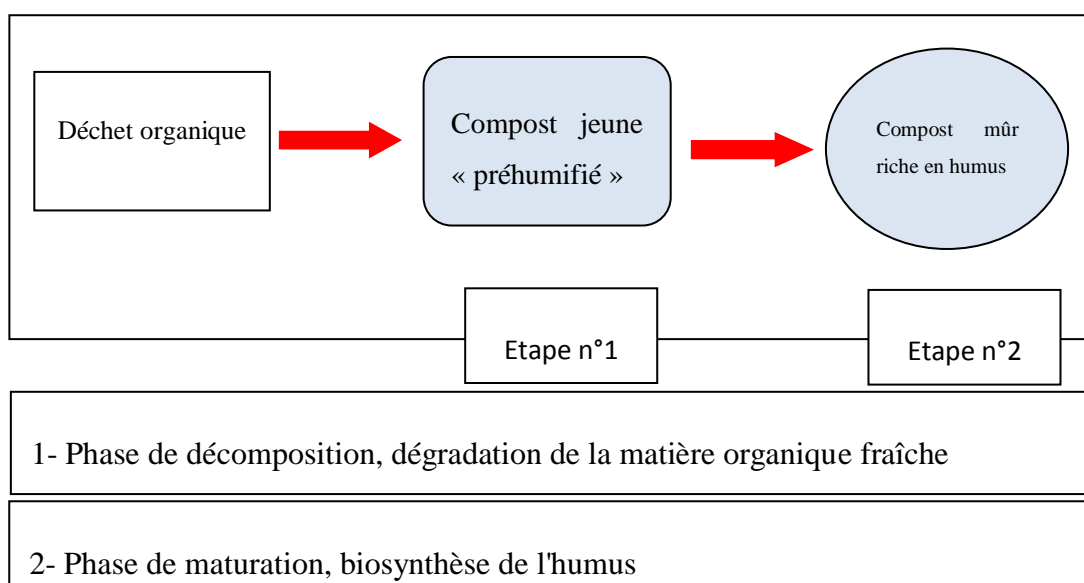


Figure 2 : Etapes de transformation de la matière organique (Gourdon, 2002)

1.3 Mécanismes de biodégradation

De façon plus détaillée, en fonction de l'évolution de la température, on distingue quatre phases dans le processus de compostage (Leclerc, 2001) : la phase mésophile, thermophile, de refroidissement et de maturation (Mustin, 1987). A savoir que la phase mésophile qui représente la phase initiale du procédé est marquée par une importante colonisation du milieu par les microorganismes et une forte activité métabolique qui engendre des hausses de températures de 15°C à 40°C (Poincelot, 1972 ; Albrect, 2007), la phase thermophile est néanmoins celle qui enregistre les valeurs les plus élevées, en effet elles atteignent les 75°C, ces dernières chutent durant la phase de refroidissement, notamment à cause de la baisse de l'activité microbienne (Francou, 2003). La dernière phase (de maturation) s'effectue à température ambiante (Yulipriyanto, 2001), elle est prédominée par les processus d'humification (Francou, 2003).

La figure 3 résume les quatre phases du compostage suivant les températures.

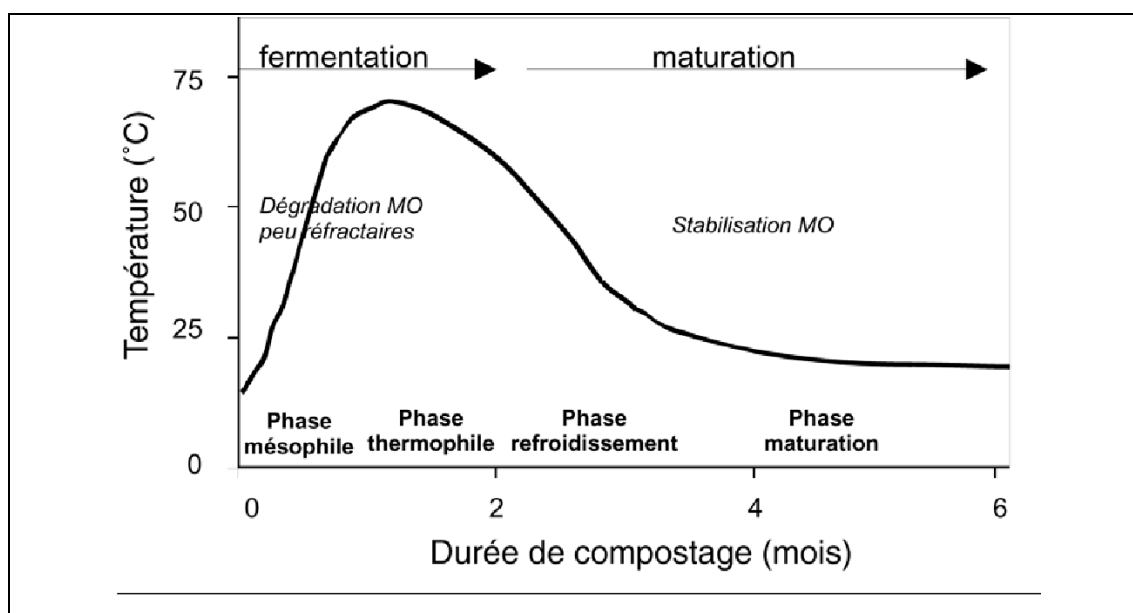


Figure 3 : Courbe théorique d'évolution de la température au cours du compostage (Francou, 2003).

1.4 Les types de compostage

Il existe quatre techniques de compostage, le compostage en andain qui consiste à placer un mélange de matières premières dans de longs tas étroits appelés andains, ces derniers sont aérés par un mouvement passif ou naturel (Koledzi, 2011). Le compostage en récipients clos

fait référence à un ensemble de méthodes qui confinent les matières à composter dans un bâtiment, un container ou récipient, elles sont basées sur l'aération forcée et des techniques de retournement mécaniques qui visent à accélérer le processus de compostage (Rytz, 2001). Le lombricompostage ou bien le vermicompostage consiste à placer dans une compostière des vers de fumier (*Eiseniafoetida*) qui se nourrissent des déchets qu'on leur apporte (Mustin, 1987). Enfin le co-compostage est réalisé avec un mélange de déchets d'origine et de structures différentes (boues de station d'épuration avec des déchets verts par exemple) (Charnay, 2005).

1.5 Les buts et avantages du compost

Le compostage est une technique très ancienne visant à valoriser les déchets organiques pour les réutiliser sous forme d'humus. Cette valorisation permet de boucler les cycles naturels et d'améliorer la productivité du sol. L'épandage d'un amendement organique laisse espérer des effets positifs sur le sol (Charnay, 2005).

Le compostage est donc un traitement biologique des déchets organiques permettant :

- La stabilisation du déchet pour réduire les pollutions ou nuisances associées à son évolution biologique, dues principalement à la présence de matières organiques biodégradables ;
- L'obtention d'un amendement relativement assaini (Huber et Schaub, 2011) ;
- Réduction du gisement par diminution de la masse de déchet (Gourdon, 2002) ;
- La destruction de certains germes pathogènes et de certaines graines d'adventices ; un avantage très important pour l'agriculture biologique (Huber et Schaub, 2011).

1.6 Limites de l'utilisation des composts

Les composts peuvent être pollués par certains parasites et organismes pathogènes qui peuvent ne pas être détruits, des éléments traces métalliques (Cu, Mn, Pb, Zn, Ni, Cd) et des polluants organiques (HAP) dont les impacts sur les plantes sont : un ralentissement de la croissance et une diminution du rendement (Jacomijn 1996).

Selon Chaney 1983, l'application de grandes quantités de compost contenant des niveaux élevés de métaux lourds, provoque des phénomènes phytotoxiques dans les plantes et affecte certains processus biochimiques qui régulent la disponibilité des nutriments et nuit ainsi à la production (Toundou 2016).

1.7 Le compost

Le compost est un produit organique stable, hygiénique semblable à un terreau, riche en composés humiques et fulviques (Mustin, 1987), constitue un excellent produit d'amendement des sols. Il permet à la fois d'améliorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol et de fournir par voie de minéralisation des éléments nutritifs assimilables par les plantes cultivées (Souidi, 2001).

1.8 Les différents composts

Francou (2003) a distingué cinq types de compost d'origine urbaine, le compost d'ordures ménagères ; d'ordures ménagères résiduelles ; de bio-déchet ; de déchets verts ; co-compost de déchets verts et de boues de stations d'épuration urbaines (figure 4). Ainsi que d'autres composts à savoir les composts d'effluent d'élevage et celui de déchets industriels et agricoles.

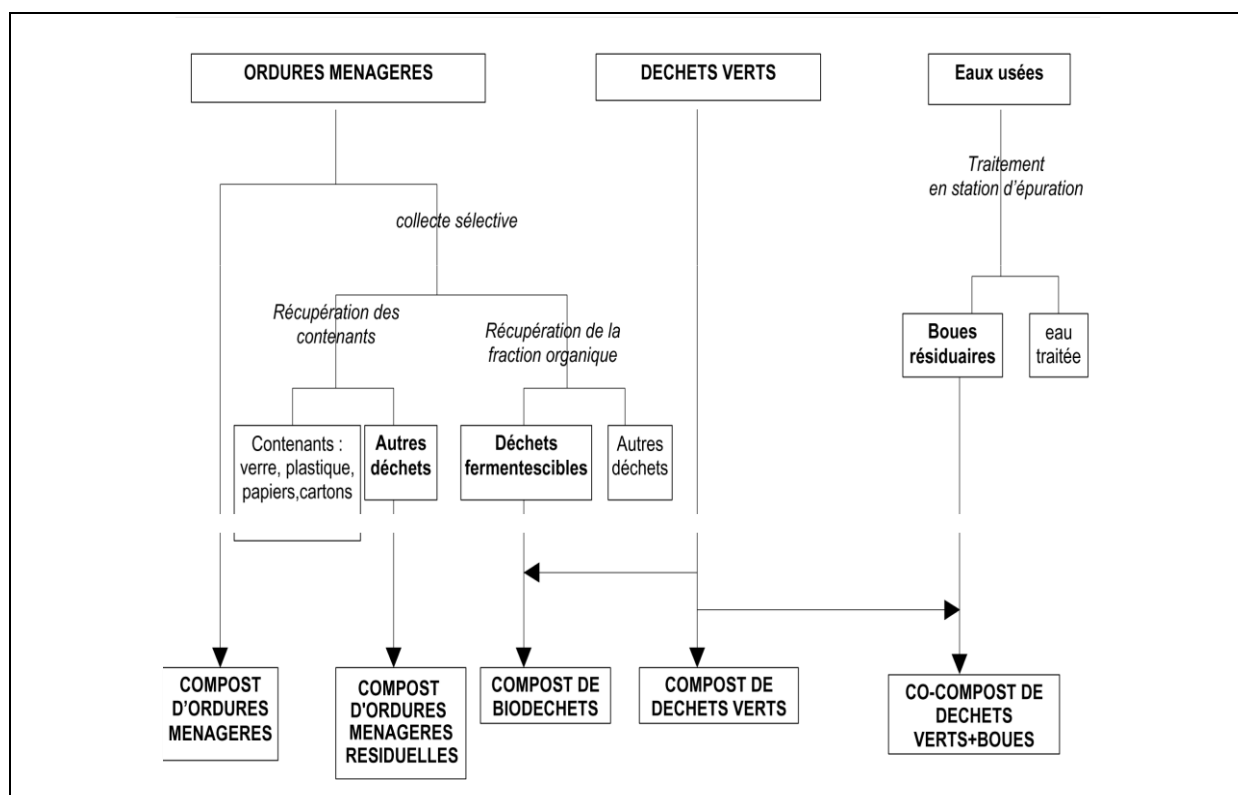


Figure 4 : Les différents types de composts urbains (Francou, 2003).

2 Les caractéristiques des ajouts organiques

2.1 La sciure de bois

La sciure de bois est composée d'atomes de carbone (environ 48.15%), d'oxygène (43%), d'hydrogène (6%) et d'azote (0.18%) (Oliveira et *al.*, 2020). Du point de vue moléculaire, le bois est essentiellement constitué de cellulose (55.3%), d'hémicelluloses (14.1%), de la lignine (25%) et éventuellement d'autres composants (résine, tannins, etc.) (Eyheraguibel., 2004).

2.2 Le grignon d'olives

Le grignon d'olive est constitué de la coque du noyau, de peaux et de la pulpe broyée de l'olive, une certaine quantité de matière grasse, et une importante quantité d'eau, (Meziane., 2013), ainsi qu'en cellulose brute (32 à 47%), en lignine (22%), en hémicellulose (15%) et 1% de matière sèche en composés phénoliques (Neffzaoui, 1991).

2.3 Les feuilles mortes

Les feuilles du chêne zéen sont riches en éléments minéraux dont N, P, K, Ca (qui augmente avec le vieillissement de la feuille) et de Mg (Deroy, 1968); ainsi qu'en composés phénoliques, principalement les tanins (Trémolières et Carbiener, 1985) très réactif aux pH basiques et dont l'activité est nulle lorsqu'il est acide (Trémolières et Carbiener., 1985).

3 Les caractéristiques de la matière organique du compost au cours du compostage

3.1 Les composés organiques susceptibles d'être présents dans les composts

La MO des sols est constituée par des molécules de tailles très diverses, plus ou moins associées entre elles et produites par la transformation chimique de substances d'origine biologique (débris végétaux divers et déchets animaux) (Aiken et *al.*, 1985 ; Saiz-Jimenez, 1996). On distingue généralement les substances non humiques et les substances humiques (Ndira, 2006).

3.1.1 Les substances non humiques

Les substances non humiques sont des molécules aux caractéristiques chimiques reconnaissables dont la majorité provient soit de la dégradation des constituants cellulaires, soit de synthèses microbiennes (Calvet, 2003). Parmi ces composés on trouve les glucides,

principalement la cellulose et l'hémicellulose, ainsi que la lignine, les protéines, les lipides, les tannins, etc.

3.1.1.1 Les Glucides

Les glucides ou polysaccharides, sont des polymères naturels synthétisés par les êtres vivants végétaux, animaux et micro-organismes (Fels, 2014). Ils sont constitués de monomères osidiques (sucres simples). Ils jouent un rôle fondamental dans la stabilisation des sols, en formant un ciment labile entre les microagrégats (Krull *et al.*, 2003).

3.1.1.1.1. La Cellulose

La cellulose constitue la paroi des cellules végétales et l'un des principaux constituants du bois (Francou, 2003). Elle existe sous forme amorphe, ou sous forme cristalline plus résistante à la dégradation enzymatique et microbienne (Stevenson, 1994).

3.1.1.1.2 Les hémicelluloses

Les hémicelluloses sont des constituants végétaux qui accompagnent la cellulose dans la constitution du bois mais contrairement à la cellulose, les hémicelluloses sont des hétéropolysaccharides (Lynch, 1992). Elles peuvent être linéaires ou ramifiées et constituées de 2 à 6 monomères suivants : xylose, galactose, glucose et mannose (Francou, 2003).

3.1.1.2 La Lignine et le complexe ligninocellulosique

Après la cellulose, la lignine est le deuxième composé organique le plus abondant dans la biosphère (Eleazer *et al.*, 1997). La lignine est une macromolécule complexe composée d'unités de type Phénylpropanoïde (Albrecht, 2007), elle crée une barrière morphologique à la pénétration et à la progression des agents pathogènes et elle est peu sensible à la dégradation biologique (Fengel *et Wegner*, 1989).

La ligninocellulose est un complexe formé de polymères de lignine, de cellulose et d'hémicellulose (Kogelknabner, 2002).

3.1.1.3 Les Protéines

Les protéines sont des composés azotés d'origine animale ou végétale. Elles peuvent avoir des rôles très divers (structure, transport, hormone, enzyme, etc.) dans le monde vivant c'est pourquoi elles sont retrouvées dans les bio-déchets. Elles jouent également un grand rôle dans

la théorie ligno-protéique de formation des substances humiques (Stevenson, 1994 cité par Ramdani, 2015).

3.1.1.4 Les lipides

Les lipides jouent un rôle important dans la nature, tant chez les animaux que chez les végétaux, ils se retrouvent dans les bio-déchets et également dans les boues résiduaire (Dignac, 1998). Les composés lipidiques neutres comme les cériques (cires) et glycérides (huile, graisse) servent à la protection des surfaces des plantes et au stockage de l'énergie (Francou, 2003).

3.1.1.5 Autres composés naturels

• Terpènes

Les terpènes sont des polymères de l'isoprène de formule brute C_5H_8 , ils proviennent généralement de la matière végétale. Deux groupes de terpènes peuvent être distingués : les monoterpènes ($C_{10}H_{16}$) qui sont principalement les constituants odorants des essences végétales (pinène, menthol, limonène,...) et les diterpènes ($C_{20}H_{32}$) qui contiennent notamment l'acide abiétique (colophane) constituant principal de la résine du pin et utilisé pour l'encollage de papier (Francou, 2003).

• Tannins

Les tannins ont des structures polyphénoliques. Ils regroupent des composés de structures et de masses molaires variables. Ils sont dégradés majoritairement par les champignons (Duchaufour, 1997), mais globalement les tannins sont supposés être une source importante de composés résistants à la dégradation microbienne (Derenne et Largeau, 2001).

• Cutines

Les cutines sont des structures considérées plutôt aliphatiques, même si certaines études ont montré la présence notable de composés aromatiques (Derenne et Largeau, 2001). Elles se trouvent dans les cuticules des plantes (Baldock et Nelson, 2000).

3.1.2 Les substances humiques

Les substances humiques (SH) sont des macromolécules organiques (Tremier et *al.*, 2007), formées de noyaux aromatiques interliés par des groupements carboxyliques, de polypeptides ou de saccharides (Duchaufour, 1991 cité par Gachet, 2005). Les substances humiques sont dérivées principalement de la lignine, de polysaccharides, et de composés azotés (Zhang et Sun, 2016) résultant de la décomposition des résidus animaux et végétaux. La forte hétérogénéité moléculaire des SH les rend fortement réfractaires face à la biodégradation (McCarty, 2001) .

Les substances humiques dont le poids moléculaire varie entre 1 000 et 300 000 daltons (Wolf et *al.*, 2001) sont subdivisées généralement en trois fractions suivant leur solubilité dans l'eau ajustée à différentes conditions acido-basiques :

-Acides fulviques (AF) : Ce sont des polymères de taille plus petite (1000 à 10.000 da) (Amir, 2005), solubles dans un milieu alcalin (Calace et *al.*, 2007) et sont caractérisés par une couleur jaune (MacCarthy et *al.*, 1990). Ils possèdent un taux de carbone relativement faible et un taux élevé d'oxygène, ce dernier se présente sous forme de groupes carboxyliques libres (Chien et *al.*, 2003). Ils sont formés de composés phénoliques à faible poids moléculaire, liés à des polysaccharides (Duchaufour, 1991 cité par Gachet, 2005 ; Gonzalez-Vila et *al.*, 2001).

- Acides humiques (AH): contrairement aux AF, les AH sont des polymères à haut poids moléculaire (10.000 à 300.000 da), très hétérogènes, chargés négativement (Amir, 2005), de couleur brun ou noir (Carthy et *al.*, 1990), résultant d'un processus de condensation oxydative des composés phénoliques (Stevenson, 1994).

Ils sont liés à des acides aminés, des peptides et des polysaccharides (Martin et Haider, 1971). Ils sont plus riches en carbone qu'en oxygène (Senesi et *al.*, 1996 ; Gonzalez-Vila et *al.*, 2001). Cette fraction est soluble dans une solution alcaline mais elle précipite par acidification de l'extrait alcalin ($\text{pH} < 2$) (Calace et *al.*, 2007).

- Humine : c'est la fraction la plus abondante dans le compost (Tahiri et *al.*, 2014). Ce sont des composés organiques insolubles dans une solution alcaline (Calace et *al.*, 2007), ils ont une couleur noire (MacCarthy et *al.*, 1990). Les humines correspondent donc à la partie non extractible de la fraction humifiée (Duchaufour, 1997). Elle se compose de macrostructures

organiques très grandes et très complexes intimement liées à la fraction minérale (Almendros et *al.*, 1996).

3.1.2.1. Mécanismes et voie de formation des substances humiques :

La synthèse des substances humiques du compost résulte de divers mécanismes : physiques, chimiques, biochimiques et microbiologiques (Calvet 2003). Les processus de formation sont influencés par divers facteurs tels que l'origine et la nature de la matière organique, les micro-organismes qui en assurent la dégradation, ainsi que le pH, la température, l'humidité et l'aération (Tahiri et *al.*, 2014). Plusieurs théories ont été développées afin d'expliquer le processus de formation des SH.

Il existe 4 voies proposées de formation des substances humiques (Figure 5). Ces voies peuvent être purement biologiques, purement chimiques, ou biologiques suivies de processus chimiques (Stevenson, 1994 cité par Francou, 2003).

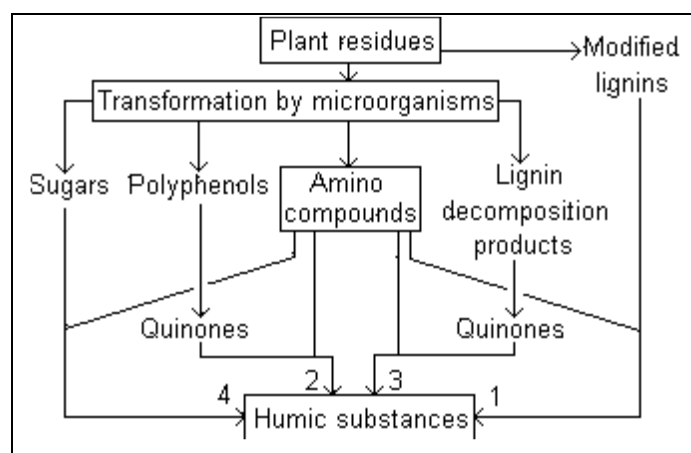


Figure 5 : Les mécanismes et voies de formation des substances humiques (Stevenson, 1982). (1 : voie 1 ; 2 : voie 2 ; 3 : voie 3 ; 4 : voie 4)

Théorie de la lignine (voie 1)

C'est la théorie classique de Waksman (1932), basée sur la formation des substances humiques à partir de la lignine modifiée (NDIRA, 2006). Cette théorie consiste en une association de composés aminés synthétisés par les microorganismes avec la lignine modifiée pour former des SH (Stevenson, 1994).

Théorie des polyphénols (Voies 2 et 3)

Voie 2 : privilégie la formation de polyphénols à partir de cellulose ou d'autres composés non ligneux (NDIRA, 2006). L'oxydation des polyphénols en quinones est suivie d'une polymérisation donnant les substances humiques (Tahiri *et al.*, 2014).

Voie 3 : les acides et les aldéhydes phénoliques issus de la lignine pendant l'attaque microbienne sont convertis en quinones par des enzymes spécifiques (polyphénoloxydases) (Chefetez *et al.*, 1998). Les quinones sont ensuite auto polymérisées ou associées à des composés azotés pour former des substances humiques (Pal *et al.*, 1994 ; Huang, 2000).

Théorie de la condensation amino-saccharidique (voie 4)

La voie 4 est chimique et est connue sous le nom de la réaction de Maillard. Il s'agit de la condensation de sucres et de composés acides aminés, pouvant conduire au final à des mélanoides de couleur brune Anderson *et al.*, 1989 ; Ikan *et al.*, 1996 ; Jokic *et al.*, 2001).

Théorie des supramolécules

Il existe d'autres théories comme celles des supramolécules. Cette théorie innovatrice suggère que les SH sont des supramolécules issues de l'assemblage de petites molécules par des liaisons de Van der Waals, de liaisons π - π , à pH neutre (Achour, 2008). Ces associations conduisent à la formation de véritables polymères pour donner les substances humiques (Piccolo, 2002).

3.2. Stabilisation de la matière organique au cours du compostage

La stabilisation de la matière organique est décrite par Cooper (2004) comme le degré de biodégradation au-delà duquel l'activité biologique est fortement ralentie et ne redémarre pas, même en présence de conditions favorables à cette activité. Cependant, le ralentissement de l'activité biologique au cours du compostage n'est considérée comme indicateur de stabilisation de la matière organique que si un ensemble de paramètres concordent : absence d'émissions nauséabondes, humidité du milieu et aération non limitantes, cinétique de consommation d'oxygène ralentie et température en diminution (Tremier *et al.*, 2007).

Cette stabilisation résulte de la diminution de la part de composés facilement biodégradables ; de l'augmentation de la part de biomolécules résistantes ; de la synthèse microbienne de composés simples résistants, et de l'humification de la matière organique. Elle est régie par la

nature des déchets organiques, de la durée et du procédé de compostage (Francou et *al.*, 2004).

4 Les critères de maturité et de stabilité d'un compost

4.1 La maturité du compost

Il est difficile de connaître avec une extrême précision la maturité des composts car le processus se produit même après son application au champ (Mustin, 1987).

La maturité du compost est le stade ultime dans le processus de compostage dont la matière organique est stabilisée sur le plan physique, chimique et biologique (Sawadogo, 2015) et auquel le compost n'aura pas d'effets négatifs sur la croissance des plantes après son application sur le champ (Bokobana et al., 2017).

4.2 Les critères d'évaluation de la stabilité et de la maturité d'un compost

4.2.1 L'évaluation physique

Un compost est considéré mature lorsque sa **température** reste plus au moins stable et ne varie pas avec les retournements de la matière (Stickelberger, 1975 ; Harada et *al.*, 1981 ; Kapetanios., 1993).

L'absence **d'odeurs** déplaisantes générées par l'émission de composés organiques volatils lors de la phase de dégradation intensive peut également être utilisée comme critère de maturation (Jimenez et Garcia, 1989). Du point de vue de **la couleur**, un compost est dit "mature" lorsqu'il est de couleur brune ou noire, cette couleur provient des substances humiques synthétisées au cours de la phase de maturation (Jimenez et Garcia, 1989). Enfin, une **granulométrie** fine (Anid, 1982) peut être considérée comme un indicateur fiable.

4.2.2 L'évaluation chimique

La maturité et la stabilité du compost peuvent également être évaluées en déterminant certains paramètres chimiques (Nirmalya et *al.*, 2013). En effet, le rapport **C/N** est un critère traditionnel pour l'évaluation de cette dernière. Saharinen (1998) rapporte que la **CEC** ne peut être utilisée comme indicateur de maturité des produits d'origine et de composition variés. Un compost avec un **pH** stable, alcalin ou neutre est considéré comme mature (Jimenez et Garcia,

1989 ; Avnimelech et *al.*,1996). Cependant, un pH acide indique le manque de maturité, ce qui entraîne des impacts agronomiques négatifs lors du retour au (Faverial, 2016). Ainsi le **rapport d'humification (CAH/CAF)** a souvent été proposé comme indicateur de maturité du compost (Sanchez-Monedero et *al.*,1999 ; Tomati et *al.*,2000) . A maturité, une augmentation de ce rapport est observée (Saviozzi et *al.*,1988 ; Tiquia, 2005).

4.2.3 L'évaluation biologique et phytotoxiques

Les tests biologiques d'évaluation de l'état de maturité du compost sont divers. Certains sont basés sur l'activité microbienne tels que le test de **resperometrie**, qui se base sur la mesure et l'interprétation du taux de consommation biologique d'oxygène ou de production de dioxyde de carbone (Tremier et *al.*, 2007). Le test **d'auto-échauffement** qui détermine le degré de décomposition de la matière organique d'un compost par une mesure de l'élévation de la température après ré-humidification, son indice de maturité est en fonction de la plus haute température atteinte lors du test (Albrecht, 2007). Le **test colorimétrique** qui repose sur le virage d'indicateurs colorés, en effet il y a comparaison de l'échantillon de compost soumis au protocole du test avec une échelle colorimétrique de maturité allant de 1 à 8 (Francou, 2003).

D'autres tests mesurent les effets pathogènes et toxiques sur les plantes : les tests de phytotoxicité et de germination. En effet, le test de **phytotoxicité** permet d'étudier l'effet du compost sur le développement de la plante. Il mesure la toxicité immédiate du compost (inhibition de la germination) ou sa toxicité latente (inhibition de la croissance racinaire) (Tremier et *al.*, 2007) ; la maturité des composts est évaluée suivant le pourcentage de germination par rapport au témoin (Toundou, 2016).

CHAPITRE II

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Introduction

Cette partie du travail a pour objectif d'analyser, en laboratoire, quelques paramètres physico-chimiques de différents composts de déchets ménagers et de quantifier les substances humiques qu'ils contiennent.

Les analyses ont été effectuées au laboratoire Pathologie des écosystèmes de la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'UMMTO.

1 Le matériel utilisé

1.1 Les échantillons

Nous avons prélevé nos échantillons 5 mois après la maturation des composts.

Les composts utilisés dans cette étude ont été obtenus par Boutagho et Chabane (travail en cours). Le compostage a été réalisé durant la période allant du 04/11/2019 au 06/03/2020. Trois composts, différents par l'apport carboné, ont été utilisés (figure 6). Les apports carbonés consistent en feuilles mortes du chêne zéen (*Quercus canariensis*) provenant de la forêt de Yakouren, grignon d'olives brut récupéré au niveau des huileries de la commune d'Azazga et en sciure de bois récupérée dans une menuiserie située à Azazga dans des sacs en plastique (voir leurs caractéristiques dans le chapitre synthèse bibliographique page 13).



Figure 6 : Les différents échantillons de compost à base de SB : sciure de bois ; FM : feuilles mortes et GO : grignon d'olive

Notons que la fraction azotée utilisée pour les trois composts est la même. C'est un bio-déchets qui consiste en épluchures des légumes et fruits issues de la cantine scolaire de l'établissement primaire Hafhaf Rachid de la commune d'Azazga. Elle a constituée 75% du volume du tas.

Le tableau 1 ci-dessous résume les caractéristiques physico-chimiques des trois types de compost.

Tableau 1 : Les caractéristiques physico-chimiques des trois types de compost :

| Type de compost (C) | G.O | F.M | S.B |
|--|-----|------|-----|
| Paramètres | | | |
| pH | 7.5 | 7.5 | 7.5 |
| Température | 21 | 19 | 19 |
| Humidité | 65 | 65 | 68 |
| Taux de germination de graine de cresson alénois (<i>Lepidium sativum</i>) | 94% | 100% | 97% |

2 L'échantillonnage

Pour cette étude, nous avons utilisé la méthode d'échantillonnage aléatoire simple. Une quantité d'environ 2 kg a été prélevée pour chaque compost.

3 Méthodes de caractérisation

3.1 Préparation des échantillons

Avant d'effectuer les analyses, les composts sont tamisés à 1 mm à l'aide d'un tamis en inox (figure 7). De chaque compost, nous avons prélevé trois échantillons qui ont servi de répétitions.



Figure 7 : Tamisage des composts.

3.2 Analyses physico-chimiques

Dans ce travail, nous nous sommes intéressées aux paramètres pour lesquels le matériel et les produits sont disponibles au niveau du laboratoire.

3.2.1 Mesure de l'humidité

Le taux d'humidité est déterminé selon la norme Afnor NFU 44-171 d'octobre 1982. Une pesée de 10 g de chaque échantillon est mise à sécher à l'étuve (figure 8) à 105 °C pendant 24 heures.

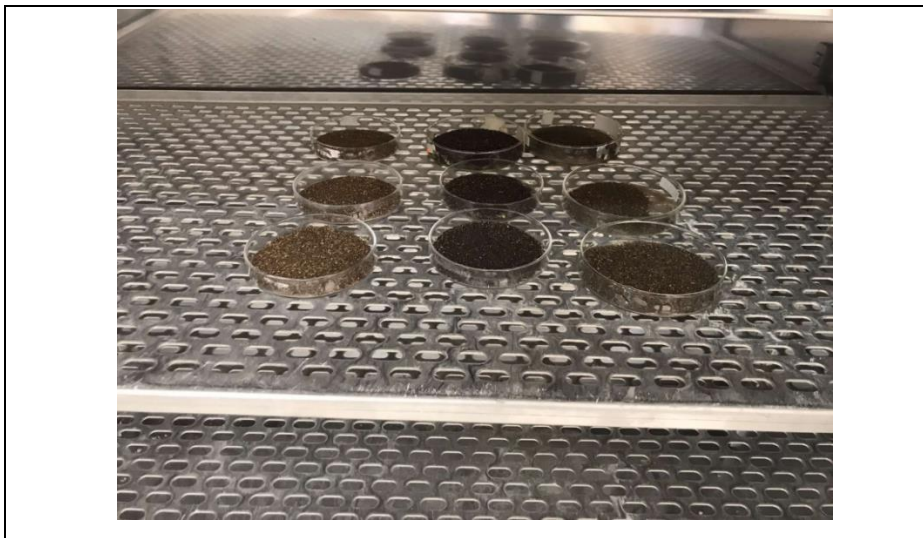


Figure 8 : Le séchage des échantillons de composts à l'étuve.

L'humidité du compost est calculée par la formule :

$$H\% = (M_0 - M_1) * 100 / M_0$$

H% : Pourcentage d'eau contenue dans l'échantillon.

M₀ : masse de l'échantillon avant séchage (g).

M₁ : masse de l'échantillon après séchage à l'étuve (g).

3.2.2 Mesure du pH

Le potentiel hydrogène (pH) est mesuré sur une suspension de compost dans l'eau selon la norme AFNOR NF ISO 10-390 de novembre 1994, avec quelques modification mineures. La suspension a été préparée en mélangeant une masse de 2 g d'échantillon de chaque type de compost avec 5 ml d'eau distillée (selon un rapport de 1/2.5). La suspension est agitée pendant 15 min à l'aide d'un agitateur magnétique. Après homogénéisation, la solution est laissée au repos pendant 2h ; le pH a été ensuite déterminé à l'aide d'un pH mètre HI 2210 (Figure 9) préalablement étalonné par des solutions tampons (pH=4 et pH=7).



Figure 9 : La mesure du pH.

3.3 Caractérisation des substances humiques des composts

Dans cette étude, nous avons choisi de quantifier les acides humiques, car ils sont plus stables que les acides fulviques et plus faciles à minéraliser que l'humine.

3.3.1 Extraction des substances humiques des composts

Toutes les méthodes d'extraction sont basées sur le principe de la solubilité des substances humiques en milieu basique. La méthode utilisée au laboratoire est adaptée à celle recommandée par la Société Internationale des Substances Humiques (IHSS).

Les acides humiques (AH) et fulviques (AF) sont extraits par agitation, à l'aide d'un agitateur rotatif durant 2 heures, de 10 g de compost additionnés de 100 ml de NaOH 0,1 M.

Afin de récupérer la fraction soluble en milieu alcalin (AH +AF), nous avons prélevé 1/10 de la solution soit 10ml et l'avons ensuite centrifugé à 2500 trs/mn durant 25 min (figure 10). La solution est alors acidifiée à pH 1 par ajout d'acide chlorhydrique HCl 6M. Après une nuit à 4°C, la fraction soluble en milieu acide (AF) est séparée de la fraction insoluble (AH) par centrifugation à 1000trs/mn durant 10 min. Les deux fractions sont séchées à l'air libre.

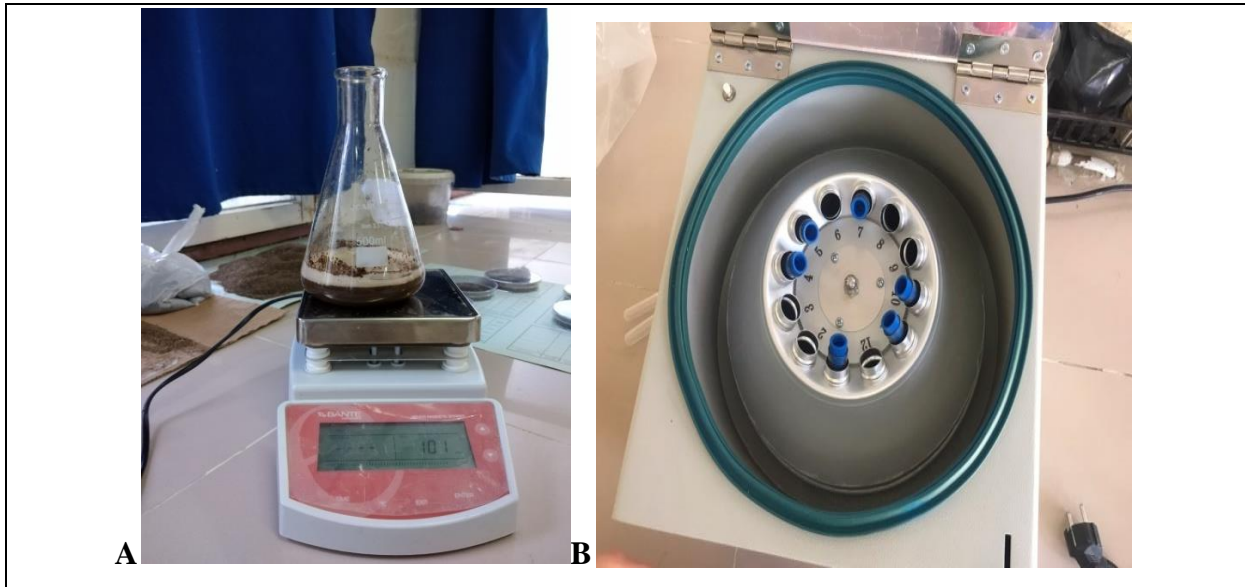


Figure 10 : L'extraction des Substances humiques (A : agitation, B: centrifugation).

3.3.2 Dosage des substances humiques

Après séchage, nous avons procédé à la pesée des acides humiques.

4 Analyse statistique

Pour le traitement statistique des résultats, nous avons utilisé le logiciel R pour effectuer l'anova à 1 facteur (type de compost). Le test de Newman-Keuls a permis de classer les traitements en groupes homogènes dans le cas où les différences sont significatives.

CHAPITRE III

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Dans ce chapitre nous allons présenter et discuter les résultats de l'analyse physico-chimique, de l'extraction et du dosage des substances humiques des différents composts de déchet ménagers.

1 Résultats

1.1 Paramètres physico-chimiques

1.1.1 Humidité

L'humidité des trois composts est trop faible. Elle varie entre 5 et 8 % (figure 11).

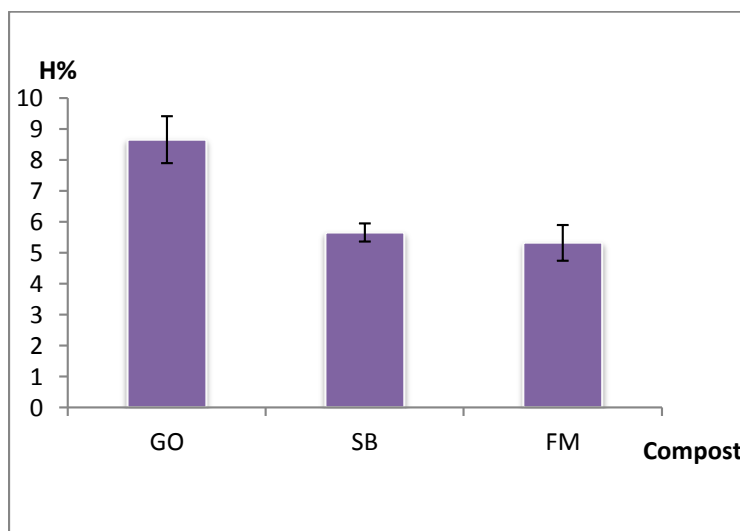


Figure 11 : Les teneurs en eau des trois composts

Les résultats de l'analyse statistique sont présentés dans le tableau 2. L'analyse de la variance montre qu'il y a une différence significative ($P=0,02$) entre les taux d'humidité des différents composts.

Tableau 2 : Les résultats de l'analyse de la variance de l'humidité des différents composts.

| Source de variation | DDL | S.C.E | C.M | Test F | P value |
|---------------------|-----|--------|---------|--------|----------|
| Compost | 2 | 20,222 | 10,1111 | 7,5833 | 0,02278* |
| Residuals | 6 | 8,000 | 1,3333 | | |

Elle nous a révélé également que le taux d'humidité le moins faible a été obtenu pour le GO suivi de FM et de SB.

Le test de Newman et keuls a permis de classer les composts en deux groupes homogènes à savoir le groupe A contenant GO et le groupe B dans lequel figurent SB et FM (tableau 3).

Tableau 3 : Les résultats du test de Newman-Keuls pour l'humidité.

| Compost | Moyenne de l'humidité | Groupe |
|---------|-----------------------|--------|
| GO | 8.66 | A |
| SB | 5.66 | B |
| FM | 5.33 | B |

1.1.2 pH :

Pour le pH, tous les composts ont présenté des valeurs supérieures à 7 (figure12). Le pH des composts GO et FM est neutre avec des valeurs de 7,45 et 7,74 respectivement. Le compost SB quant à lui, a un pH alcalin (8.36).

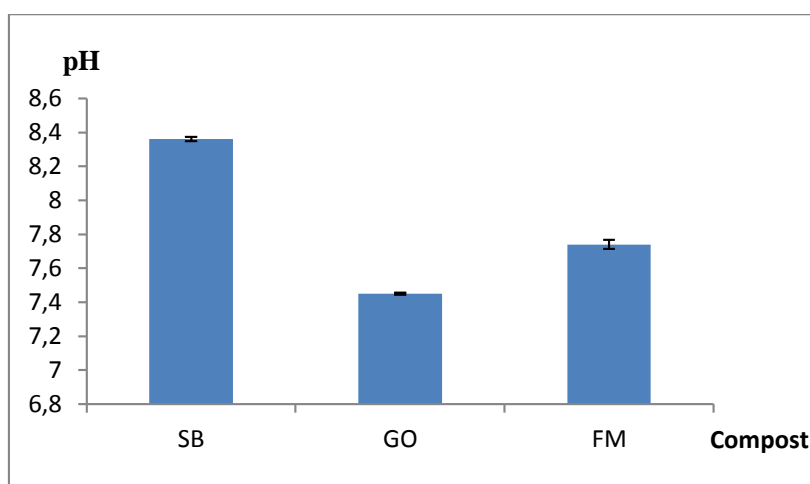


Figure 12 : Le pH des trois composts.

L'analyse de la variance (tableau 4) montre que les différences observées entre les trois composts est très hautement significative ($P=1,684e^{-7}$).

Tableau 4 : Les résultats de l'analyse de la variance du pH des différents composts.

| Source de variation | DDL | S.C.E | C.M | Test F | P value |
|---------------------|-----|--------|--------|--------|--------------------------|
| Compost | 2 | 1,2966 | 0,6483 | 540,25 | 1,684e ⁻⁷ *** |
| Residuals | 6 | 0,0072 | 0,0012 | | |

Le test de Newman et keuls nous a permis de classer les composts en trois groupes comme suit : SB dans le groupe A, FM dans le groupe B et GO dans le groupe C (tableau 5).

Tableau 5 : Les résultats du test de Newman-Keuls pour le pH.

| Compost | Moyenne de pH | Groupe |
|---------|---------------|--------|
| SB | 8.36 | A |
| FM | 7.74 | B |
| GO | 7.45 | C |

1.2 Acides humiques :

Les résultats du dosage des acides humiques montrent que les composts SB et GO contiennent des quantités similaires d'acides humiques (97 mg d'AH/g de compost). Le compost FM contient une quantité plus faible, soit 82mg d'AH/g de compost (figure13).

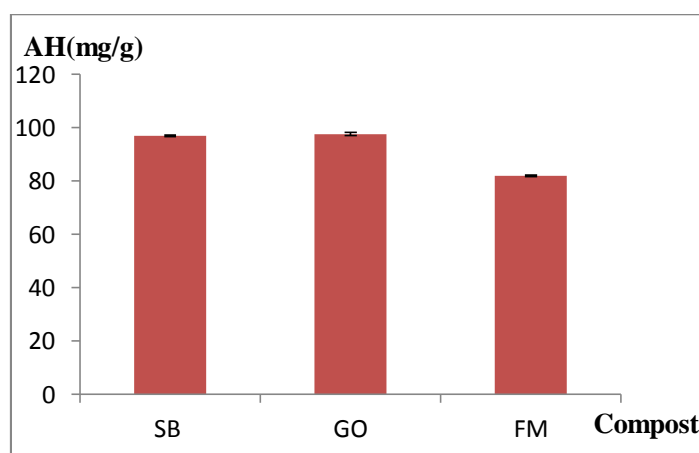


Figure 13: Les teneurs en acides humiques des trois composts.

L'analyse de la variance (tableau 6) montre que la différence observée entre les quantités des AH des trois composts n'est pas significative ($P=0.731$).

Tableau 6 : Les résultats de l'analyse de la variance pour les acides humiques des trois composts.

| Source de variation | DDL | S.C.E | C.M | Test F | P value |
|---------------------|-----|--------|---------|--------|---------|
| Compost | 2 | 0.4206 | 0.21028 | 0.3303 | 0.731 |
| Residuals | 6 | 3.8200 | 0.63667 | | |

2 Discussion

2.1 Caractéristiques physico-chimiques

2.1.1 Humidité

L'humidité mesurée pour les trois composts GO, SB et FM après 5 mois de maturation est de 8.6%, 5.6 % ,5.3% respectivement alors que les valeurs rapportées dans la bibliographie sont plus élevée. D'après Mustin (1987), le compost de déchets ménagers se caractérise par un taux d'humidité compris entre 40% à 60%.

Ces faibles teneurs en humidité par rapport aux normes peuvent être expliquées par l'influence de deux facteurs : d'une part ,l'effet climatique, incluant l'élévation de la température pendant la saison estivale car au cours de cette saison, les températures peuvent aller jusqu'à 45°C ce qui engendre, selon Mustin (1987), Francou (2003), Aboulam (2005), Amir (2005) et Bromblet et Somaroo (2015), des pertes excessives en eau conduisant ainsi à l'assèchement du compost.

D'autre part, les conditions de stockage de ces composts peuvent être responsables de leur assèchement. En effet, les composts ont été placés dans des composteurs sans couvert et exposés aux conditions climatiques pendant une période assez longue (5 mois). Ceci est confirmé par Stoffella et Kahn (2001).

Le compost GO présente une teneur en humidité la moins faible (8%) par rapport aux deux autres composts SB et FM (autours de 5%). Ces résultats s'expliquent par le fait que le grignon d'olive soit caractérisé par une structure un peu lourde et compacte empêchant la circulation de l'air et donc retient une certaine quantité d'eau tandis que celle des feuilles mortes de chêne et de la sciure de bois est un peu plus légère qui laisse pénétrer l'air au milieu du tas conduisant ainsi à une perte d'eau plus importante.

Globalement, la composition des matériaux initiaux mis à composter joue un rôle primordial dans les variations du taux d'humidité. Le grignon d'olive renferme une humidité de 27% (Sansoucy, 1984) et une quantité considérable de matières grasses (Ducom, 2019) qui sont hydrophobes, ce qui réduit l'évaporation de l'eau.

2.1.2 pH :

Les résultats du pH des trois échantillons sont neutres à alcalins. Le pH du compost de SB est légèrement alcalin, tandis que celui des composts GO et FM est neutre. Des études antérieures ont prouvé qu'un pH stable, neutre ou alcalin, est préconisé pour valider la stabilisation de la matière organique des composts (Jimenez et Garcia, 1989). Nos résultats sont conformes à

ceux des autres auteurs. En effet, selon Dieng *et al.* (2019), un pH compris entre 7 et 9 atteste de la maturité d'un compost. Aussi, Attrassi *et al.* (2005) qui ont étudié les déchets solides urbains, ont montré que leurs composts ont atteint un pH de 8,8 à la maturité. D'après Sundberg *et al.* (2004), le pH augmente jusqu'à des valeurs de 8 dans un processus complet et réussi de compostage de bio déchets.

L'alcalinisation des composts a été expliquée par Tang *et al.* (2004) qui ont avancé l'hypothèse que les ions ammonium NH_4^+ libérés pendant le processus contribueraient à l'augmentation du pH.

Par ailleurs, Fauci *et al.* (1999) notent que la stabilité du pH peut être due aux réactions lentes de maturation et au pouvoir tampon de l'humus. Elle peut également être due, selon Atolaye et Aremu (2007) cités par Compaoré et Nanéma (2010), à l'oxydation de l'ammonium par les bactéries et la précipitation du carbonate de calcium.

2.2 Acides humiques :

Les résultats obtenus montrent que les trois composts ont produit des quantités similaires d'AH, cela pourrait s'expliquer d'une part, par leur composition chimique car les trois apports carbonés présentent des teneurs relativement égales en substances responsables de la formation des acides humiques, comme cité dans le chapitre II. Dans la littérature, les acides humiques proviennent de composés phénoliques (Stevenson, 1994), lignines (Waksman, 1932 ; Eyheraguibel, 2004), hémicellulose (Eyheraguibel, 2004). Ces composés étant présents dans les restes animaux et végétaux, ou synthétisés par des micro-organismes (Nasir *et al.*, 2011 cités par Soumahoro Gueu, 2019) on les retrouve dans les sols et dans les composts. Le grignon d'olive et la sciure de bois présentent un pourcentage équivalent en lignine et en hémicellulose. Selon Eyheraguibel (2004), la lignine et l'hémicellulose engendrent la formation de composés de haut poids moléculaire 99% et 82.5 % respectivement, ce qui lui a permis de conclure que les acides humiques comportent une majorité de molécules dérivées de la lignine (62%) et de l'hémicellulose. Concernant les feuilles mortes de chêne zéen, elles sont riches en tanins et selon Bailly *et al.* (1975), les micro-organismes peuvent synthétiser des substances humiques semblables à celles des sols à partir d'acides phénoliques simples. En effet, suivant le concept de Flaig (1964), qui représente la voie 2 de formation des SH, c'est la synthèse des quinones quelque soit leur voie, dégradation de la lignine ou synthèse de polyphénols à partir des composés non ligneux, qui est l'étape primordiale dans la formation des substances humiques. La richesse des feuilles mortes en produits phénoliques pourrait expliquer le fait que la quantité d'AH produite à partir de ces dernières soit proche de celle

Chapitre III : Résultats et discussion

produite à partir de la lignine et des hémicelluloses contenues dans les grignons d'olive et la sciure de bois. En revanche, Eyheraguibel (2004) qui a travaillé sur l'apport de la SB, a constaté que sa richesse en cellulose diminuait la quantité d'AH formés. Cette divergence pourrait être due à la différence des conditions de compostage. En effet, Selon Koriko et *al.* (2013), la formation des substances humiques, leurs structures et leurs caractéristiques diffèrent en fonction des conditions physico-chimiques et de la composition.

CONCLUSION

L'objectif de notre étude était de valoriser la fraction organique des déchets ménagers en un engrais biologique (le compost) et d'extraire les substances humiques afin de quantifier les acides humiques contenus dans ce dernier. Les composts utilisés sont obtenus par Boutagho et Chabane, en variant les apports carbonés: feuilles mortes, grignon d'olive et sciure de bois. L'évaluation des caractéristiques physico-chimique (pH et humidité) ainsi que l'extraction et le dosage des acides humiques a été réalisé sur les trois échantillons après cinq mois de maturation.

Nos résultats, montrent que les teneurs en eau étaient en dessous des normes (les trois composts GO, SB et FM ont présenté des teneurs respectives de 8.6%, 5.6 %, 5.3%), Ces résultats sont expliqués par l'influence des conditions climatiques et de stockage, tandis que le potentiel hydrogène était conforme aux résultats de la littérature, en effet, les trois composts en présenté des teneurs de 7,45 ; 8.36 ; 7,74 respectivement, ces valeurs ont été expliqué suivant les hypothèses de la littérature : celle des ions ammonium, les réactions lentes de maturation et du pouvoir tampon de l'humus.

Le fractionnement de la solution d'extraction (SH) nous a permis de mettre en évidence les deux fractions de ces dernières : les acides humiques et les acides fulviques.

Lors du dosage des acides humiques, aucune différence distincte entre les trois composts n'a été observée, ce qui signifie que les trois apports carbonés présentent des teneurs relativement égales en substances responsables de la formation des acides humiques,

Notre travail était limité par le temps, nous empêchant ainsi d'approfondir notre étude, et d'avoir toutes les réponses de notre problématique. Afin de l'approfondir il serait nécessaire de :

- Effectuer les analyses physico-chimiques qui n'ont pas été mesuré (T, C/N, CE, CEC...) afin de définir la qualité du compost.
- Ensuite, il serait bon de suivre l'évolution de la formation des SH au cours du compostage, afin de comprendre les mécanismes de leur synthèse.
- Effectuer un fractionnement biochimique et humique afin de Séparer les SNH des SH et distinguer les différentes fractions des substances humiques.
- Doser les acides fulviques et déterminer le rapport d'humification dans le but de déterminer la maturité du compost.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

Aboulam, S. (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. 213p.

Achour, F. (2008). Caractérisation De La Matière Organique Dans Les Ordures Ménagères. Recherche D'indicateurs De Stabilité. Thèse De Doctorat . L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon . 175p.

Adafer, K. (2018). Caractérisation physico chimique des acides humiques et acides fulviques de co-compost de sous produit oléicole. Mémoire du master . Ummto. 43p.

Aiken, G., Mcknight, D., Wershaw, R et Mccarthy, P. (1985). Introductory Remarks. In Humic Substances In Soil, Sediment, And Water. Aiken G. R., McKnight D. M., Wershaw R. L., and MacCarthy. P. (eds.). Wiley, New York. pp 1-12.

Albrect, 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 Cezanne Aix-Marseille III. 190p.

Almendros, G., Guadalix M.E., Gonzalez-Vila F.J. et Martin F. (1996). Preservation of aliphatic macromolecules in soil humins. *Org. Geochem.*, 24 : 651-659.

Amir, S. (2005). Contribution A La Valorisation De Boues De Stations D'épuration Par Compostage : Devenir Des Micropolluants Métalliques Et Organiques Et Bilan Humique Du Compost. Thèse De Doctorat . Institut National Polytechnique De Toulouse. 341p.

Anderson, H.A., Bick, W., Hepburn, A et Stewart, M. (1989). Nitrogen In Humic Substances. In: Hayes, M.H.B., Maccarthy, P., Malcolm, R.L., Swift, R.S. (Eds.), Humic Substances II. In Search Of Structure. Wiley-Interscience, Chichester. pp 223-253.

Anid P.J. (1982). Caractérisation de l'état de maturation du compost. *Annales de Gembloux.*, 88: 119-131.

Arras, D. (2008). Les déchets, sur la voie de l'économie circulaire. *ESKa Annales des Mines-Réalité industrielles.* pp 42-44.

Attrassi, B., Mrabet, L., Douira, A., Ounine, K. et El Haloui, L. (2005). Etude de la valorisation des déchets ménagers. *Revue de Biotechnologie et environnement.* 6p.

Avnimelech, Y., Bruner, M., Ezrony, I., Sela, R. et Kochba, M. (1996). Stability indexes formunicipal solid waste compost. *Compost Science & Utilization* 4 : 13-20.

Baldock, J.A. et Nelson, P.N. (2000). Soil Organic Matter. In *Hand Book Of Soil Science*, Malcolm E. Summer Ed. (Crd Press). pp 26-84.

Bailly, J.R. et Nkundikije-Desseaux, V. (1975). Sur la formation de substances noires A partir de phenols simples par des Microorganismes du sol. *Plant and Soil* ., 43 : 235-257.

Références bibliographiques

Beck-Friis, B., Smars, S., Jonsson, H., Eklind, Y et Kirchmann, H. (2003). Composting of source-separated household organics at different oxygenlevels: gaining and understanding of the emission dynamics. *Compost. Sci. Util.*, 1 : 41-50.

Biekre, T., Hermann, A., Tie-Bi, T. et Dogbo, D. (2018). Caractéristiques Physico-Chimiques Des Composts A Base De Sous-Produits De Ferme De Songon En Côte D'ivoire. 607p.

Bokobana, A., Toundou, O., Kolani, L.A.K., Amouzouvi, A., Koledzi, E. et Al. (2017). Traitement De Déchets Ménagers Par Co-Compostage Avec La Légumineuse *Cassia Occidentalis* L. Et Quelques Adjuvants De Proximité Pour Améliorer La Qualité Agronomique De Composts. *Déchets Sciences et Techniques* .,73: 3551-3573.

Bromblet, H., et Somaroo, G. (2015). Les Techniques De Compostage De Déchets D'origine Naturelle En Afrique Et Dans Les Caraïbes ; Présentation Synthétique De L'état Des Lieux Et Des Retours D'expériences. *Déchets Sciences et Techniques* .,70 : 20-29 .

Calace, N., Petronio, B.M., Persia, S., Pietroletti, M. et Pacioni, D. (2007). A new analytical approach for humin determination in sediments and soils.,71 : 1444-1448.

Calvet, R. (2003). *Le Sol. Propriétés Et Fonctions (Tome1)*. Eds France Agricole. 456p.

Charnay, F. (2005). *Compostage Des Déchets Urbains Dans Les Pays En Développement : Elaboration D'une Démarche Méthodologique Pour Une Production Pérenne De Compost*. Thèse De Doctorat, Université De Limoges. 277p.

Chefetz, B., Hatcher, P.G., Hadar, Y. et Chen, Y. (1998). Characterization of dissolved organicmatter extracted from composted municipal solid waste *Soil Sci. Soc . Am. J.*, 62 : 326- 332.

Cirili, C. et Florin, B. (2015). Introduction. Vivre des déchets In : *Sociétés urbaines et déchets : Eclairages internationaux*. Tour : Presses universitaires François-Rabelais.452p.

Compaoré, E., Nanema, L., Bonkougou, S et Sedogo,MP. (2010). Evaluation De La Qualité De Composts De Déchets Urbains Solides De La Ville De Bobo-Dioulasso, Burkina Faso Pour Une Utilisation Efficiente En Agriculture. *Journal of Applied Biosciences.*, 33 : 2076 - 2083.

Cooper B. (2004). *Stability (biodegradability) . Project Horizontal 7 WP4 Final Draft*. 41p.

Derenne, S. et Largeau., C. (2001). A Review Of Some Important Families Of Refractory Macromolecules: Composition, Origin, And Fate In Soils And Sediments. *Soil Sci.*, 166 (11) : 833-847.

Dieng, M., Diedhiou, A. et Sambe, F. (2019). Valorisation par compostage des déchets solides fermentescibles collectés à l'Ecole Supérieure Polytechnique de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar : Etude de l'effet phytotoxique sur des plants de maïs et d'arachide. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 13(3) : 1693-1704.

Références bibliographiques

Dignac, M.F. (1998). Caractérisation Chimique De La Matière Organique Au Cours Du Traitement Des Eaux Usées Par boues activées. Thèse de doctorat - Paris VI. 303p.

Djemaci, B. (2012). La gestion des déchets municipaux en Algérie : Analyse prospective et éléments d'efficacité. Sciences de l'environnement. Thèse de doctorat. Université de Rouen. Français. 398p.

Ducom, G., Gautier, M., Pietraccini, M., Tagutchou, J.F., Lebouil, D., Dumont, N. et Gourdon, R. (2019). Caractérisation de grignons d'olives en vue d'une valorisation thermochimique par gazéification. Déchets Sciences et Techniques - N°82 : 4227 -7289.

El Fels, L. (2014). Suivi Physico-Chimique, Microbiologique Et Ecotoxicologique Du Compostage De Boues De Step Mélangées A Des Déchets De Palmier: Validation De Nouveaux Indices De Maturité. These De Doctorat. Université De Toulouse. 295p.

Eleazer, W.E., Odle, W.S., Wang, Y Et Barlaz, M.A.(1997). Biodegradability of Municipal Solid Waste Components in Laboratory-Scale Landfills, Environmental Science & Technology., 31(3): 911-917.

El Herradi, E., Souidi, B et Naman, F. (2014). Valorisation des déchets ménagers par extraction des substances humiques. J. Mater. Environ. Sci., 5:1382-1389.

Epstein, E. (1997). The Science Of Composting. Technomic Publishing Company, Lancaster, 504p.

Eyheraguibel, B. (2004). Caractérisation Des Substances Humiques Biomimétiques : Effet Sur Les Végétaux. Thèse De Doctorat : Institut National Polytechnique De Toulouse (France).231p.

Fauci, M.F., Berdicek, F., Caldwell, D et Finch, R. (1999). End product quality and agronomic performance of compost. Compost Science and Utilization., 7 (2): 17-29.

Faverial, J. (2016). Compostage Et Vermicompostage Des Effluents D'élevage. Une Alternative Durable Pour Le Recyclage Des Déchets D'origine Animale.these de doctorat. Université des Antilles.136p.

Fengel, D et Wegner, G. (1989). In: Wood : Chemistry, Ultra Structure, Reactions; De Gruyter W. ed), New York. pp613.

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.

Francou, C., Houot, S., Poitrenaud, M et Leclerc, B. (2004). Stabilisation De La Matière Organique Au Cours Du Compostage De Déchets Urbains : Influence De La Nature Des Déchets Et Du Procédé De Compostage. Echo-MO n° 50: 3-6.

Références bibliographiques

- Gachet, C. (2005). Evolution Bio-Physico-Chimique Des Déchets Enfouis Au Centre De Stockage De Déchets Ultimes Du Sydom Du Jura Sous L'effet De La Recirculation Des Lixiviats. Thèse de doctorat, INSA Lyon 2005.145p.
- Garcia, C., Hernandez, T., Costa, F et Pascual, J.A. (1992). Phytotoxicity Due To The Agricultural Use Of Urban Wastes. *J Sci Food Agric.* pp59.
- GIZ ,(2014).Rapport sur la gestion des déchets solides en Algérie.46p.
- Gonzalez-Vila, F.J., Lankes, U., Ludemann, H.D.(2001). Comparison of the information gained by pyrolytic techniques and NMR spectroscopy on the structural features of aquatic humic substances. *J. Anal. Appl. Pyrol.*, 59: 349–359.
- Gourdon. (2002). Aide à la Definition des Dechets Dits Biodegradables, Fermentescibles, Methanisables, Compostables. Rapport Final, Laepsi (Insa De Lyon).146p.
- Huber, G et Schaub, C. (2011). La Fertilité Des Sols : L'importance De La Matière Organique. *S. Environnement-Innovation, Éd.*pp 67-74.
- Huang, P.M. (2000). Abiotic Catalysis. In: Sumner, M.E. (Ed.), *Handbook Of Soil Science.* Crc Press, Boca Raton, Fl.,6 (6):303–332.
- Ikan, R., Rubinsztain, Y., Nissenbaum, A et Kaplan, I.R. (1996). Geochemical Aspects Of TheMaillard Reaction. In: Ikan, R. (Ed.), *The Maillard Reaction: Consequences For The Chemical And Life Sciences.* John Wiley And Sons, Chichester, Uk.pp1–25.
- Inbar, Y., Chen, Y et Hadar, Y. (1990). Humic Substances Formed During The Composting Of Organic Matter. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 54 : 1316-1323.
- Jimenez, E. I. et Garcia, V. P. (1989). Evaluation of city refuse compost maturity: a review.*Biological Wastes .*, 27: 115-142.
- Jokic, A., Frenkel, A.I., Vairavamurthy, M et Huang, P.M. (2001). Birnessite Catalysis Of TheMaillard Reaction: Its Significance In Natural Humification. *Geophysical Research Letters .*, 28:3899–3902.
- Kapetanios, E., Loizidou, M. et Valkanas., G. (1993). Compost Production From Greek Domeustic Refuse.*Bioresource Technology* (44):13 - 16.
- Kogel-Knabner,I. (2002). The Macromolecular Organic Composition Of Plant And MicrobialResidues As Inputs To Soil Organic Matter. *Soil Biology And Biochemistry* (34):139-162.
- Koledzi, K. E. (2011). Valorisation Des Déchets Solides Urbains Dans Les Quartiers De Lomé (Togo): Approche Méthodologique Pour Une Production Durable De Compost. Thèse De Doctorat, Universite De Limoges.244 p.
- Koriko, M., Tchegueni, S., Koledzi, E., Bafai, D., Zonvidey,E., Tchangbedji, G.,Kili.A. et Hafidi, M. (2003). Extractions Et Caractérisations Physico-Chimiques Des Substances Humiques Naturelles Des Sols Et Du Compost.*International. Journal. Biological And .Chemical Science.*, 7 : 1405-1415.

Références bibliographiques

Krull, E.S., Baldock, J.A. et Skjemstad, J. O. (2002): Importance of mechanisms and processes of the stabilisation of soil organic matter for modelling carbon turnover. *Functional Plant Biology.*, 30 : 207– 222.

Leclerc. (2001). *Guide Des Matières Organiques*. Institut Technique Agriculture Biologique, tomes (1et 2): 91-238.

Lynch, J. M. (1992). Substrate Availability In The Production Of Composts., In *Science And Engineering Of Composting: Design, Environmental, Microbiological And Utilization Aspects*, The Ohio State University Press Eds. 24-35pp.

McCarthy, P., Malcom, R.L., Clapp, C.E., Bloom, P. (1990). Humic Substances In soil And Crop Sciences : An Overview. *Access publications*. pp.161–186.

Mccarty, P. (2001). *The Principles Of Humic Substances.*, 11 : 738-751.

Meziane, S. (2013). Modélisation de la cinétique du séchage convectif du grignon d'olive *Revue des Energies Renouvelables.*, 16 (2) : 379 - 387.

Moletta, R. (2009). *Le Traitement Des Déchets*. Paris, France: Lavoisier. 684p.

Monateri, M. (1999). *Le Compostage: Données Actuelles Sur Les Aspects Techniques, Economiques Et Reglementaire*. 21p.

Morand, P.B. (1999). Détermination De La Nature Et Quantification Des Gaz Emis Lors Du Compostage De Mélanges d'effluents d'élevage Et Déchets Lignocellulosique, En Relation Avec Les Populations Et Les Activités Microbiennes De Ces Mélanges. *Rapport Final*.224p.

Mustin, M. (1987). *Le Compost, Gestion de la Matière Organique*, F. Dubusc eds, Paris. 957p.

Ndira, V. (2006). *Substances Humiques Du Sol Et Du Compost Analyse Elémentaire Et Groupements Atomiques Fictifs :Vers Une Approche Thermodynamique*.these de doctorat. L'institut national polytechnique de toulouse. 217p.

Nefzaoui, A. (1991). *Valorisation Des Sous Produits De L'olivier*. Option Méditerranéennes. Série N° 16 : 101-108.

Nirmalya,C.,Markus,C.,Curtis,H et Craig,G.C. (2013).*Chemical And Physical Characteristics Of Compost Leachates.A Review*.Washington State University 2606 W Pioneer, Puyallup, WA., 983 :52-71.

Oliveira, M., Belli Filho, M., Coldebella. et Oliveira, P . (2020).Évaluation Des Paramètres Physico-Chimiques Du Processus De Compostage Accéléré De Carcasses De Porcs Morts, Dans Des Réacteurs A Cylindre Rotatif. *Journées Recherche Porcine.*, 52 :349-350.

Références bibliographiques

Pal, S. (1992). Nature And Properties Of Soil Humic Acid As Influenced By Incorporation Of Different Plant Materials. *Plant And Soil.*, 16: 11-15.

Pal, S., Bollag, J.-M. et Huang, P.M. (1994). Role Of Abiotic And Biotic Catalysts In The Transformation Of Phenolic Compounds Through Oxidative Coupling Reactions. *Soil Biol.Biochem.*, 26 : 813–820

Piccolo, A. (2002). The Supramolecular Structure Of Humic Substances: A Novel Understanding Of Humus Chemistry And Implications In Soil Science. *Adv. Agron.*, 75: 57-134.

Poincelot, R. P. (1972). Biochemistry And Methodology Of Composting. Connecticut Experiment. Biochemistry and methodology of composting. Connecticut Experiment Station Bull., 727: 1 - 38.

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. université d'Oran 1 Ahmed Ben Bella. 248.

Rytz, I. (2001). Assessment Of A Decentralised Composting Scheme In Dhaka, Bangladesh. Sandec. Sandec/Eawag, Waste Concern. 88 p.

Saharinen, M. H. (1998). Evaluation Of Changes In C_{ec} During Composting. *Compost Science & Utilization*, Autumn., 6(4):29-37

Saiz-Jimenez, C. (1996). The Chemical Structure Of Humic Substances: Recent Advances. In *Humic Substances In Terrestrial Ecosystems* : 44 p.

Sanchez-Monedero, M.A., Roig, A., Cegarra, J. et Bernal, M.P. (1999). Relationships between water-soluble carbohydrate and phenol fractions and the humification indices of different organic wastes during composting. *Bioresource Technology.*, 70:193-201.

Sancoucy R. (1984). Utilisation Des Sous-Produits De L'olivier En Alimentation Animale Dans Le Bassin Méditerranéen. Étude Fao Production Et Santé Animale Synthèse No. 43 Fao Pub Rome. 121p.

Saviozzi, A., Levi-Minzi, R., Riffaldi, R. (1988). Maturity Evaluation Of Organic Waste. *Biocycle.*, 29 : 33-72.

Sawadogo, M. (2015). Caractérisation Des Déchets Solides En Vue D'une Valorisation Par Compostage. mémoire pour l'obtention du master d'ingénierie de l'eau et de l'environnement. 66p.

Senesi, N., Miano, T.M., Brunetti, G. (1996). Humic-like Substances in Organic Amendments and Effects on Native Soil Humic Substances. *Humic Substances in Terrestrial Ecosystems.*, 63: 531-593.

Références bibliographiques

Soumahoro, G., (2019). Elimination des acides humiques présents dans les eaux par adsorption et/ou photocatalyse. Chimie. Université de Lorraine; Institut National Polytechnique Félix Houphouët- Boigny.136p.

Soudi B., (2001).Compostage des déchets ménagers et valorisation du compost: cas des petites et moyennes communes au Maroc , ed Actes. 104p .

Stevenson, F.J. (1985). Geochemistry Of Soil Humic Substances.In Humic Substances In Soil, Sediment And Water. D. M. M. K. Aiken, R.L. Wershaw And P. Mac Carthy. New York, Wiley- Interscience.pp13-52.

Stevenson, J. (1994). Humus Chemistry. Genesis, Composition, Reactions. Second Edition. NewYork : Eds. John Wiley and Sons. 350p.

Stoffella P. J. et Kahn B. A. (2001). Compost Utilization In Horticultural CroppingSystems. Ed. Crc Press; 1 Edition. 431p.

Sundberg, C, Smars, S. et Jonsson, H. (2004). Low Ph As An Inhibiting Factor In The TransitionFrom Mesophilic To Thermophilic Phase In Composting. Bioresource Technol., 95: 145–150.

Tang, J-C., Kanamori, T., Inoue, Y., Yasuta, T., Yoshida, S et Katayama, A. (2004). Changes In The Microbial Community Structure During Thermophilic Composting Of Manure AsDetected By The Quinone Profile Method. Process Biochemistry., 39 :1999-2006.

Tahiri, A., Destain, J., Druart, P et Thonart, P. (2014). Propriétés Physico-Chimiques Et Biologiques Des Substances Humiques En Relation Avec Le Développement Végétal (Synthèse Bibliographique).Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 3: 436-445

Théobald, O. (1994). L'élevage de porcs sur litière: Compte rendu du colloque de Rosmalen 21-22 septembre 1992, Techni-porc., (16) 193: 39-42.

Tiquia, S. (2005). Microbiological Parameters As Indicators Of Compost Maturity.Journal of Applied Microbiology., 99: 816 - 828.

Tomati, U., Madejon, E. et Galli, E. (2000). Evolution of humic acid molecular weight as anindex of compost stability. Compost Science & Utilization .,8:108-115.

Toundou, O. (2016). Evaluation Des Caractéristiques Chimiques Et Agronomiques De Cinq Composts De Déchets Et Etude De Leurs Effets Sur Les Propriétés Chimiques Du Sol, La Physiologie Et Le Rendement Du Maïs (Zea Mays L. Var. Ikenne) Et De La Tomate (Lycopersicum Esculentum).These de doctorat. Université de Limoge.213p.

Tremier, A., Guardia, A. et Mallard, P. (2007). Indicateurs De Stabilisation De La Matière Organique Au Cours Du Compostage Et Indicateurs De Stabilité Des Composts : Analyse Critique Et Perspectives D'usage.TSM numéro., 10: 105-129.

Trémolières, M. et Carbiener, R. (1985). Quelques aspects des interactions entre litières forestières et écosystèmes aquatiques ou terrestres. Laboratoire de botanique, faculté de pharmacie, B.P. 1 0, F 67048 Strasbourg Cedex. Rev. Eco/. (Terre Vie),40 :436-449.

Références bibliographiques

Wolf, M., Buckau, G., Gekeis, H., Thang, N.M., Hoque, E., Szynczak, W. et Kim, J.I. (2001) .Aspect Of Measurment Of The Hydronamic Size And Molecular Mass Distribution Of Humic And Fulvic Acids. In Ghabour E.A. Davies G. (Eds.) Humic Substances: Structures, Models And Functions. Royal Society Of Chemistry. Uk .pp51-61.

Yulipriyanto, H. (2001). Emission D'effluents Gazeux Lors Du Compostage De Substrats Organiques En Relation Avec L'activité Microbiologique (Nitrification/Dénitrification). Thèse De Doctorat , Université Rennes 1.214p.

Zhang, L et Sun, X. Y. (2016). Influence Of Bulking Agents On Physical, Chemical, And Microbiological Properties During The Two-Stage Composting Of Green Waste.Waste Management .48pp .

Résumé

L'extraction et la caractérisation des substances humiques sont effectuées à partir de trois composts de déchets ménagers, différents par l'apport carboné (grignon d'olive, feuilles mortes et sciure de bois) après cinq mois de maturation, a permis de distinguer deux fractions des substances humiques (acides humiques et acides fulviques).

Les teneurs en eau des trois composts étaient inférieures à celles trouvées par les auteurs dans la littérature, contrairement aux résultats du pH qui correspondaient aux valeurs de composts mûrs.

Les résultats du dosage des acides humiques soulignent la similarité des quantités d'acide humiques obtenues. Cela est dû à la composition chimique des apports carbonés utilisés, qui a influencé la formation des substances humiques.

Mots clés : déchets ménagers, compost, substances humiques, acide humique.

Abstract

The extraction and characterization of humic substances are carried out from three composts of household waste, different by the carbonaceous contribution (olive pomace, dead leaves and sawdust) after five months of maturation, allowed to distinguish two fractions of humic substances (humic acids and fulvic acids).

The water contents of the three composts were lower than those found by the authors in the literature, contrary to the pH results which corresponded to the values of mature composts.

The results of the humic acid assay highlight the similarity of the amounts of humic acid obtained. This is due to the chemical composition of the carbonaceous inputs used, which influenced the formation of humic substances.

Key words: household waste, compost, humic substances, humic acid.

