

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE 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 d'écologie et environnement

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue d'obtention du diplôme de master académique en

Écologie et environnement

Spécialité : Protection des écosystèmes

THEME

Valorisation des bio-déchets par compostage

Présenté par : HIKEM Chahira.

-

SMAIL Nedjma

Soutenu devant le jury :

Présidente:	Mme SAADOUN N.	Pr	U .M.M.T.O
Promotrice:	Mme METNA F.	M.C.A	U.M.M.T.O
Co-promotrice:	Melle TAOURIRT N.	Doctorante	U.M.M.T.O
Examineur:	Mr OUDJIANE A.	M.A.A	U.M.M.T.O

Année Universitaire : 2023/2024

Remerciements

Tous nos vifs remerciements et notre profonde reconnaissance s'adressent
à

Mme METNA –ALI AHMED F. Maîtres de conférences classe A à
l'U.M.M.T.O. et M^{elle} TAOURIRT N. Doctorante dans laboratoire Ressources
Naturelles pour le temps consacré à nous aider et à nous assister. Merci
d'avoir accepté de nous encadrer et de nous orienter avec un dévouement
dans faille tout au long de ce travail, et pour votre confiance et votre
encouragement.

Nous tenons à remercier aussi : Mme SAADOUN N. Professeur à
L'U.M.M.T.O. de nous avoir fait l'honneur de présider le jury et pour le
temps, l'aide et le soutien que vous nous avez apportés tout au long de ce
travail.

Mr OUDJIANE A. Maître assistant classe A à L'U.M.M.T.O. pour avoir
accepté d'évaluer et d'examiner notre travail.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Mes très chers parents

Un piliers de ma vie, mes guides infatigables, mes parents bien-aimés. Votre amour inconditionnel et votre soutien indéfectible ont illuminé mon chemin à chaque étape. À travers vos enseignements et votre tendresse, vous avez fait de moi celui que je suis aujourd'hui. Avec tout mon amour et ma gratitude éternelle.

Mes chers frères Hamza et Azzedine

A mes précieux frères, compagnons de mes jours d'enfance et gardiens de mes secrets les plus profonds. Votre présence est un phare dans ma vie, illuminant chaque instant de rires, de soutien et de complicité. A travers les hauts et les bas, votre amour indéfectible est un cadeau précieux que je chéris chaque jour. Merci pour toutes les aventures partagées et pour être simplement vous-même. Vous êtes mes héros."

Ma chère sœur Ouardia

À ma précieuse sœur, complice de mes rêves et gardienne de mes souvenirs. Ton sourire illumine mes journées et ta présence chasse mes peines. Par-delà les années, notre lien reste fort, tissé de confiance et de soutien mutuel. Merci d'être la sœur merveilleuse que tu es, toujours là pour partager les joies et surmonter les défis. Avec tout mon amour et ma reconnaissance éternelle."

Mon fiancé Hamza

Tu as été là pour moi durant les meilleurs moments de ma vie, et tu n'as jamais manqué à l'appel dans les moments les plus difficiles. Je te suis reconnaissant de ta constance et de ton soutien sans faille. Ma gratitude envers toi est immense, et je te respecte profondément pour tout ce que tu fais.

Ma copine Feirouz

A ma merveilleuse copine, complice de mes rires et gardienne de mes secrets. Ta présence illumine chaque jour de ma vie, et ton soutien inconditionnel me donne la force d'affronter tous les défis. Merci d'être celle avec qui je partage tant de souvenirs précieux et de moments inoubliables. Je suis tellement reconnaissante de t'avoir dans ma vie.

Mon binome

Chère amie avant d'être binôme, tu as été une source constante de soutien et de motivation. Nous avons partagé ce modeste travail avec un complicité et une harmonie qui refètent notre belle amitié.

NEDJMA

Dédicace

Je dédie ce travail à,

Chère MAMAN; Tu es ma source d'inspiration et de force. Ce travail est le fruit de notre complicité et de ton amour inconditionnel. Merci d'être la meilleure maman du monde.

Cher PERE ; mon pilier qui me soutient en tout ce que je fais, qui me pousse toujours vers le haut qui a sacrifié sa vie rien que pour nous voir ce que nous sommes aujourd'hui.

Ma sœur, Amira et sa famille ; Ton soutien indéfectible, ta patience et ton encouragement ont été une source de force et d'inspiration tout au long de ce parcours. Tes conseils avisés et ta capacité à me remonter le moral lors des moments difficiles ont été inestimables.

Mes frères Abdenour, Marzouk; Votre soutien et votre amour m'ont porté tout au long de ce parcours. Merci pour vos encouragements, vos conseils, et pour toujours croire en moi. Ce mémoire vous est dédié avec toute mon affection.

Aylan, Mon bébé d'amour que J'aime trop.

Mes grand-parent, sans oublier leurs soutiens matérielle et morale.

Mon meilleur ami, Mouhamad, Merci pour toutes les fois où tu as cru en moi, même quand je doutais de mes propres capacités. Merci pour les rires partagés, les discussions profondes, et les souvenirs inoubliables.

Mon amie Feirouz, Les mots ne peuvent exprimer toute ma gratitude pour ton soutien inébranlable, tes encouragements constants et ta présence réconfortante tout au long de ce parcours académique.

Mon binôme, Merci d'avoir été non seulement une collègue, mais aussi une amie fidèle. Ensemble, nous avons surmonté les obstacles et célébré nos succès. Ta générosité et ta bienveillance ont rendu cette aventure bien plus agréable et mémorable.

Liste des figures

Figure 1: Les phases du compostage (Maystre et al., 1994), modifiée.	8
Figure 2: Situation géographique de la zone d'étude (maps, 2024).	13
Figure 3: La plateforme de compostage.	15
Figure 4: Les déchets verts et grignon d'olives	15
Figure 5: Les fientes de volaille.	16
Figure 6: Mesure du pH	17
Figure 7: Prise de température (thermo-compost).....	17
Figure 8: Test de poignée.	18
Figure 9: Homogénéisation des déchets par retournement	19
Figure 10: Prélèvement d'un échantillon à l'aide d'un quadra	20
Figure 11: Extraction de la macrofaune.	21
Figure 12: Extraction de la pédofaune.	22
Figure 13: La loupe	23
Figure 14: Matériaux utilisés.	24
Figure 15: Mise en culture.	25
Figure 16: Haricot Cornilles et céleri.....	26
Figure 17: Les alvéoles	26
Figure 18: Résultats du compostage du premier tas.....	28
Figure 19: Résultats du compostage du deuxième tas.....	28
Figure 20: Résultats du compostage du troisième tas	29
Figure 21: Evolution des températures ambiantes et des températures des tas.....	30
Figure 22: Evolution du pH dans les différents tas	31
Figure 23: Tas 2 trop humide	32
Figure 24: Tas 1 sec	33
Figure 25: Nombre d'individus recensés dans les différents échantillons du tas 1	34
Figure 26: Nombre d'individus recensés dans des différents échantillons du tas 2	35
Figure 27: Nombre d'individus recensés dans les différents échantillon du tas 3.....	36
Figure 28: Observation microscopique (A) ; Observation à l'œil nu (B) du genre Penicillium(x400).....	39

Figure 29: Observation microscopique (A) ; Observation à l’œil nu (B) du genre <i>Aspergillus</i> (x400)	40
Figure 30: Observation microscopique (A) ; Observation à l’œil nu (B) du genre <i>Geotrichum</i> (X400)	40
Figure 31: Observation microscopique (A) ; Observation à l’œil nu (B) du genre <i>Cladosporium</i> (X400)	41
Figure 32: L'abondance des genres des champignons recensés dans les différents échantillons du tas 1	42
Figure 33: L'abondance des genres des champignons recensés dans les différents échantillons du tas 2	43
Figure 34: L'abondance des genres des champignons recensés dans les différents échantillons du tas 3	44
Figure 35: Analyse en composante principale ACP	48
Figure 36: Taux de germination des tas	50

Liste des tableaux

Tableau 1: Typologie des déchets ménagers et assimilés en Algérie AND (2014).....	5
Tableau 2: Différents matériaux susceptibles d'être compostés (Michaud, 2007).....	7
Tableau 3: Test d'ANOVA de comparaison de l'abondance de la faune entre les tas de compost	37
Tableau 4: Classification des genres de flore fongique recensés.....	38
Tableau 5: Test de L'ANOVA de comparaison entre les tas de compost.....	45
Tableau 6 : test de comparaison des moyennes des abondances de genres <i>Penicillium</i>	46
Tableau7: test de comparaison des moyennes des abondances de genres <i>Cladosporium</i>	46
Tableau 8 : Récapitulatif des interactions significatives entre les genres fongiques des composts	47
Tableau 9 : Nombre de graines Haricot cornilles et de céleri germé dans les différents substrats	49

Tables des matières

1	Chapitre I : Synthèse bibliographique	3
1.1	Définition d'un déchet	3
1.1.1	Classification des déchets	3
1.1.1.1	Déchets ménagers et assimilés (DMA)	3
1.1.1.2	Déchets inertes (DI)	4
1.1.1.3	Déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux	4
1.1.1.3.1	Déchets spéciaux (DS)	4
1.1.1.3.2	Déchets spéciaux dangereux (DSD)	4
1.2	Cadre réglementaire	4
1.3	Déchets ménagers et assimilés	5
1.3.1	Typologie des déchets ménagers et assimilés	5
1.3.2	Les biodéchets	5
1.3.2.1	Définition	5
1.4	Compostage	6
1.4.1	Définition	6
1.4.2	Déchets compostables	6
1.4.3	Différentes phases du processus du compostage	8
1.4.4	Paramètre du compostage	9
1.4.4.1	Paramètres biologiques	9
1.4.4.1.1	Macro-organismes	10
1.4.4.1.2	Micro-organismes	10
1.4.4.1.2.1	Les champignons	10
1.4.4.1.2.2	Bactéries	11
1.4.4.2	Paramètres physico-chimiques	11
1.4.4.2.1	Humidité (H en %)	11
1.4.4.2.2	Temperature	11
1.4.4.2.3	pH	11
1.4.4.2.4	Le rapport Carbon/azote	12
1.4.4.2.5	Apport d'oxygène :	12
2	Chapitre II : Matériels et méthodes	13
2.1	Présentation du site d'étude	13

2.1.1	Localisation géographique :	13
2.2	Matériels et méthodes	14
2.2.1	Protocole expérimental.....	14
2.2.1.1	Essaie de valorisation des Bio- déchets par compostage.....	14
2.2.1.1.1	Préparation de la plateforme	14
2.2.1.1.2	Réception des déchets	15
2.2.1.1.3	Mise en tas	16
2.2.1.2	Suivie des paramètres du compost.....	16
2.2.1.2.1	pH.....	17
2.2.1.2.2	Température	17
2.2.1.2.3	Humidité	18
2.2.1.2.4	Aération.....	18
2.2.2	Echantillonnage.....	19
2.2.2.1	Méthodes de prélèvement de la faune	19
2.2.2.1.1	Méthodes d’extractions de la faune	20
2.2.2.1.2	Méthode d’échantillonnage de la flore	23
2.2.2.1.2.1	Identification et Dénombrement de la microflore fongique	23
2.2.3	Test de germination	26
3	Chapitre III : Résultats et discussions	28
3.1	Résultats du compostage	28
3.2	Evolution des paramètres des composts	29
3.2.1	Evolution de la température	29
3.2.2	pH.....	31
3.2.3	Evolution de l’humidité.....	32
3.2.4	Abondance de la faune du compost dans les échantillons étudiés	33
3.2.4.1	Analyse de la variance (ANOVA) de la faune du compost.....	37
3.2.5	Abondance de la flore fongique dans les échantillons du compost étudié.....	38
3.2.5.1	Identification des genres recensés	38
3.2.5.2	Quelques genres recensés	39
3.2.5.3	Abondance de la flore fongique dans les différents tas	42
3.2.5.4	Analyse de la variance (ANOVA) de la flore fongique du compost.....	44
3.2.5.5	Analyses en Composantes principales des genres fongiques	46

3.2.5.5.1	Matrice de correlations.....	46
3.2.5.5.2	Analyse en composantes principales (ACP).....	48
3.3	Test de germination	49
3.3.1	Taux de germination.....	50
3.4	Discussion.....	51

Introduction

Introduction

La société de consommation où nous vivons est responsable de nombreuses pollutions, en particulier des déchets. En raison de la diversité de ses caractéristiques, de ses sources de production, des environnements avec lesquels ils interagissent et des contextes économiques, juridiques et technologiques, le secteur des déchets est devenu un sujet de recherche et de préoccupation à l'échelle mondiale. Ces diverses sources de réflexion ont également un impact sur la manière de gérer et de traiter, qui sont très variés (Béguin, 2013).

Alors que pendant longtemps, les déchets ont été perçus comme des résidus sans valeur, les activités de production et de consommation industrielles et les consommateurs sont conscients que le traitement des déchets représente l'enjeu écologique de cette fin de siècle, et qu'il est nécessaire de créer une véritable filière économique du traitement des déchets (Scriban, 1993).

Dans notre pays (en Algérie), la gestion des déchets est confrontée à de nombreux défis, tant sur le plan technique, économique que méthodologique et organisationnel. Il est bien connu que ces problèmes sont causés par l'exode rural et la métropolisation des villes, avec des conséquences sur l'habitat, l'éducation, la santé et l'environnement, et par une mauvaise gestion (Bessenasse, 2012).

Selon le rapport de l'agence nationale de déchet (AND) publié en 2022, les quantités de déchets ménagers et assimilés (DMA), produites annuellement en Algérie sont estimées à 13 millions de tonnes dont 30% seulement sont recyclables et un algérien en zone urbanisée génère quotidiennement environ 0,7 kg de déchets. Ils sont constitués de 60 % de déchets organiques biodégradables. Dans les grandes villes, cette production est proche de 0,9 kg/habitant /jour. Ces chiffres sont alarmants en l'absence d'un plan national de gestion des DMA efficace et où le seul mode de traitement est la mise en décharge.

Le compostage des ordures ménagères est le plus répandu car il conduit à leur valorisation et à la gestion de la matière organique ; surtout en Algérie sachant que 60 % des déchets sont de nature organique (A.N.D, 2022).

L'objectif de notre étude consiste à des essais de valorisation des biodéchets par le compostage faisant suite à d'autres travaux et études réalisées chaque année dans ce domaine, citons les travaux de Chelah et Dehissi "Essais de compostage et formation théorique et pratique de personnes en situation de handicap mental à la technique".(2018), Boufferach, "Valorisation des déchets organiques (fraction fermentescible des déchets ménagers et assimilés et le grignon d'olives) dans la commune de Ait Yahia Moussa "(2019), Slimani, "valorisation par compostage des déchets organiques dans la wilaya de Tizi-Ouzou " (2022), Ait Kaci et Bourahla, "Essai de valorisation des biodéchets par compostage au niveau de la résidence universitaire Hasnaoua 2, et analyse microbiologique du compost" 2022,...etc

Notre travail consiste à réaliser :

- Un essai de valorisation des biodéchets par compostage à l'aide de deux apports carbonés grignons d'olive et les fientes de volailles (source de carbone et d'azote).
- Suivi des paramètres physico-chimique, (pH, température, humidité) et les paramètres biologiques (la faune du sol et la flore fongique)

Ce travail rentre dans le cadre des thèmes de recherche développés en la gestion des déchets ,la partie pratique d'identifications de la faune et la flore des composts est réalisé au niveau de laboratoire Ressources Naturelles .

Ce travail est structuré en trois chapitres :

Dans le premier chapitre, qui est consacré aux notions de base liées au domaine de la gestion des déchets, le deuxième chapitre étant la présentation du site d'étude et on trouve la méthodologie suivie ainsi par le matériel utilisé lors de la réalisation de notre travail. Dans le troisième chapitre, nous avons présenté, traité et discuté les résultats obtenus et enfin nous terminons par une conclusion.

Chapitre 1

Synthèse bibliographique

1 Chapitre I : Synthèse bibliographique

1.1 Définition d'un déchet

Un déchet peut être défini de différentes manières selon le domaine et l'intérêt d'étude, et parfois l'origine et l'état des déchets. La loi N° 01-19 du 12/12/ 2001 dans l'article 3 du journal officiel de la république algérienne N° 77 en 2001, définit le déchet comme : Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, et plus généralement toute substance ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer.

1.1.1 Classification des déchets

Les déchets peuvent être classés selon plusieurs critères :

- Selon leur origine, à savoir, les déchets urbains, les déchets d'activités de soins, les déchets d'activités agricoles, les déchets industriels, et les déchets ultimes.
- Selon leur nature physique, à savoir, les déchets solides, les déchets liquides ou pâteux, gazeux et les boues.
- Selon leur nature chimique, à savoir, les déchets organiques, minéraux, métalliques, acides, basiques, polymériques et sels résiduaux.
- Ou en fonction de leur potentiel polluant et leur toxicité, à savoir, les déchets dangereux, non dangereux et inertes.

Selon l'article 5 de la loi 01-019 publié au journal officiel du 12 décembre 2001, les déchets sont classés comme suit :

1.1.1.1 Déchets ménagers et assimilés (DMA)

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

1.1.1.2 Déchets inertes (DI)

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

1.1.1.3 Déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux**1.1.1.3.1 Déchets spéciaux (DS)**

Tous les déchets issus des activités industrielles, agricoles, de soins, de services et toutes autres activités qui en raison de leur nature et de la composition des matières qu'ils contiennent ne peuvent être collectés, transportés et traités dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes.

1.1.1.3.2 Déchets spéciaux dangereux (DSD)

Tous déchets spéciaux qui par leurs constituants ou par les caractéristiques des matières nocives qu'ils contiennent sont susceptibles de nuire à la santé publique et/ou à l'environnement.

1.2 Cadre réglementaire

La politique de la gestion des déchets s'inscrit dans la Stratégie Nationale Environnementale (SNE), ainsi que dans le Plan National d'Actions Environnementales et du Développement Durable (PNAE-DD) qui s'est concrétisée par la promulgation de :

- ❖ **Loi N 01-19 du 12 Décembre 2001**, relative à la gestion, au contrôle et l'élimination des déchets.
- ❖ **Loi N 03-10 du 19 juillet 2003**, relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.
- ❖ **Décret N 02-372 du 11 novembre 2002**, relatif aux déchets d'emballages.
- ❖ **Décret N 02-175 du 20 mai 2002**, portant création, organisation et fonctionnement de l'Agence Nationale des Déchets.

- ❖ **Décret N 04-199 du 19 juillet 2004**, fixant les modalités de création, organisation, fonctionnement et de financement du système public de reprise et de valorisation des déchets d'emballages Eco-Jem.

1.3 Déchets ménagers et assimilés

1.3.1 Typologie des déchets ménagers et assimilés

La typologie des déchets ménagers et assimilés en Algérie est présentée dans le tableau suivant, suite aux travaux effectués par l'AND (2014).

Tableau 1: Typologie des déchets ménagers et assimilés en Algérie AND (2014).

CLASSE	CATEGORIE	TYPES
Déchets Ménagers et Assimilés (DMA)	Déchets Organiques (DO) :60%	DO: 60%
	Déchets Recyclables (DR) :20%	Plastique:10%
		Papier/carton :7%
		Métaux : 2%
		Verre:1%
Déchets Ultimes (DU) :20%	Exemple (couche bébé, mouchoir usagé ...)	

1.3.2 Les biodéchets

1.3.2.1 Définition

Selon Gillet (1985) les déchets organiques ou sous une autre appellation des déchets fermentescibles, ou déchets biodégradables sont des déchets constitués pour l'essentiel, de composants générés naturellement qui peuvent être décomposés, à plus ou moins longue échéance, par des bactéries ou des microchampignons avant d'être absorbés par l'écosystème, les déchets organiques sont un ensemble de résidus hétérogènes dans lesquelles on trouve :

- Les détritiques de toute nature, générés par les ménages (déchets de nourriture, de préparation de repas, journaux ... Etc.), les déchets de bureaux, commerces, industries et administrations, déchets des cours et jardins dans la mesure où ces déchets peuvent prendre

place dans une limite à fixer, dans des récipients individuels ou collectifs aux fins d'enlèvement par les services municipaux.

- Les crottins, fumiers, feuilles mortes, bois, résidus du nettoyage et du balayage de la voirie, jardins, cimetières, parcs, etc., rassemblés aux fins d'évacuation.
- Les débris de foires, Souks et marchés, etc.
- Les résidus des collectivités (cantines, écoles, casernes, hospices, prisons ...etc.), ainsi que les résidus des hôpitaux ayant un caractère ménager que l'on rassemble dans des récipients appropriés.
- Tout objet abandonné sur la voie publique, ainsi que les cadavres des petits animaux.

1.4 Compostage

1.4.1 Définition

Le compostage est un processus biologique aérobie de conversion et de valorisation des matières organiques (sous-produits de l'élevage, biomasse, déchets organiques d'origine ménager, etc.) en un produit stabilisé, hygiénique, semblable à un terreau, riche en composés humiques et minéraux (le compost).

Le compostage peut être réalisé dans des composteurs à l'échelle d'un foyer, de quelques foyers à une plus grande échelle il est possible de le pratiquer sur des parcelles de terres agricoles pour convertir les fumiers ou encore dans des plates-formes pour convertir les déchets ménagers et les chutes de biomasse. Le compostage peut être un moyen de traiter tout, ou une partie des biodéchets des villes, notamment dans les pays en développement (Mustin, 1987).

1.4.2 Déchets compostables

Les différents matériaux susceptibles d'être compostés selon (Michaud 2007) sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 2: Différents matériaux susceptibles d'être compostés (Michaud, 2007).

Déchets compostables	Exemples
Déchets de cuisines	Restes de repas, pain rassis, aliments abimés, épluchures de fruits et légumes, les fruits et légumes pourris, coquilles d'œufs, marc de café, sachets des infusions de thé, graisse et huile, viande, os, poissons et produits laitiers
Déchets ménagers non Alimentaires	Cartons (boîtes à œufs et autres cartons), papier journal, essuie-tout, couches de bébés et lingettes, sciure de bois, cendres de bois, cendres de charbon, excréments d'animaux, papier glacé ou de couleur, tissus, mégots de cigarettes
Déchets de jardin	Paille, foin, feuilles mortes, petits branchages, écorces (broyées), mauvaises herbes (non grainées), gazon, pommes de terre flétries, végétaux, plantes, grosses tailles de branches entières
Déchets fermentescibles de l'activité commerciale	Des restaurants des établissements publics, des cantines, des entreprises, des restaurants privés, magasins de fruits et légumes, les fruits et légumes abandonnés au niveau des marchés hebdomadaires, Magasins de chaussures
Déchets agricoles	Les effluents d'élevages solides (fumier ou déjection d'animaux), les déchets d'élevage renfermant des produits d'origine animale ou végétales comme les déchets en fourrage, les résidus des cultures, des graines (blé), les sarments de vigne, les rafles de maïs, Les résidus des cultures maraichères...
Déchets industriels et Agroalimentaires	Les déchets de transformation : blé-farine, orange-jus d'orange, Les sous-produits des abattoirs et de l'industrie de la viande.

1.4.3 Différentes phases du processus du compostage

L'évolution schématique de la température au sein du compost permet de définir quatre phases au cours du compostage (figure1).

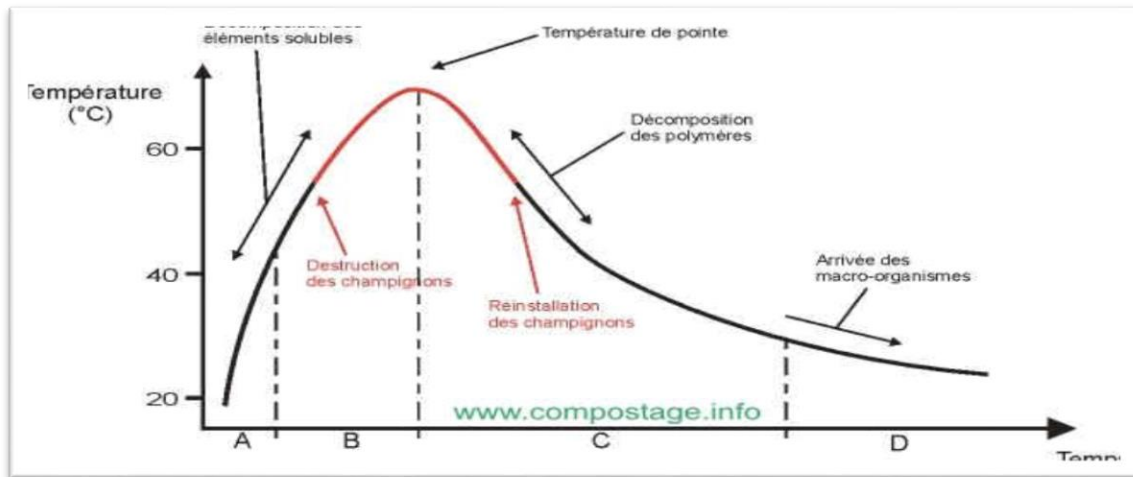


Figure 1: Les phases du compostage (Maystre et al., 1994), modifiée.

➤ Phase mésophile (A)

Il s'agit d'une phase latente durant laquelle le milieu est colonisé par les bactéries, la température est proche de 40°C. La production d'acides organiques entraîne une diminution du pH (pH 4,5 à 5,5) (Celerier, 2008)

➤ Phase thermophile (B)

Des réactions d'oxydation ont lieu produisant une élévation de température (60 à 75°C) (Celerier, 2008). Auxquelles ne résistent que des microorganismes thermo résistants ou thermophiles (arrêt de l'activité des champignons, développement des actinomycètes et des bactéries thermophiles) (Znaïdi, 2008). Ces hautes températures caractérisant la phase thermophile ne concernent que le centre du tas (Leclerc, 2001).

➤ **Phase de refroidissement (C)**

C'est la phase intermédiaire entre la phase thermophile et la phase de maturation. Elle prend fin avec le retour à la température ambiante. Le milieu est colonisé de nouveau par des micro-organismes mésophiles. Ils dégradent les polymères restés intacts en phase thermophile et incorporent l'azote dans des molécules complexes (Znaidi, 2008).

➤ **Phase de maturation (D)**

Cette phase présente peu d'activité microbiologique (recolonisation par des champignons) mais elle est adaptée à la colonisation par la macro-faune, en particulier les lombrics lorsque ceux-ci sont présents dans l'environnement du tas. Les matières organiques sont stabilisées et humifiées par rapport aux matières premières mises à composter (Znaidi, 2008). La phase de maturation devient prédominante sur la phase de fermentation aérobie suite à l'épuisement du milieu des molécules simples. Pendant cette phase, les activités enzymatiques produisent des phénomènes de polymérisation et de polycondensation des molécules néoformées au cours de la fermentation aérobie, à des températures comprises entre 20 et 30°C. Ces processus d'humification sont lents et peuvent durer plusieurs mois (Humeau et Lecloirec, 2010).

1.4.4 Paramètre du compostage

1.4.4.1 Paramètres biologiques

La description de la microbiologie du compostage est difficile en raison des grandes fluctuations des populations en raison des variations physico-chimiques (pH, température, etc.) (Znaidi, 2002). Deux types d'organismes vivants sont impliqués dans le processus de compostage : les micro-organismes et les macro-organismes. Selon Znaidi (2002), 95% de l'activité du tas de compost est causée par les micro-organismes tels que les bactéries, les champignons et les actinomycètes.

1.4.4.1.1 Macro-organismes

Les macro-organismes interviennent lorsque la température est inférieure à 40°C, c'est à dire essentiellement des lombrics mais aussi de nombreuses espèces d'insectes, acariens, gastéropodes, myriapodes, cloportes etc. (Zeglels et Masscho, 1999).

1.4.4.1.2 Micro-organismes

Les micro-organismes sont les organismes les plus actifs dans le processus de décomposition. Les principaux groupes qui interviennent dans la décomposition de la matière organique sont les bactéries, les champignons et les actinomycètes (Michaud, 2007). Les bactéries sont les premières arrivées dans le tas de compost et font le plus gros du travail (Duplessis, 2006) et seraient responsables de 80 à 90% de l'activité microbienne lors du compostage actif (Mustin, 1987).

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 et sont responsables de la dégradation des polymères complexes, quant aux actinomycètes, ils apparaissent essentiellement lors de la phase thermophile et celle de maturation (Mustin, 1987).

1.4.4.1.2.1 Les champignons

Dans les systèmes de compostage, les champignons sont fréquemment observés pendant la phase de maturation, lorsque la température est plus basse et que les seuls substrats disponibles sont des polymères complexes. Ceux-ci ont une préférence pour des conditions aérobiques et peuvent se développer à différents pH (2-9). Bien que certains champignons tels que *Geotrichum candidum*, *Aspergillus fumigatus* et *Tonda thennophila* puissent se développer à des températures supérieures à 50°C (Finstein et Morris, 1975), la majorité des champignons sont sensibles à une augmentation de température excessive et ne se développent donc pas pendant la phase thermophile (Babaammi, 2014). La consommation des éléments non transformés par les bactéries est possible par les champignons, qui se trouvent principalement en périphérie du tas ou en phase de basses températures (Znaidi, 2002).

1.4.4.1.2.2 Bactéries

La température augmente en phase mésophile par les bactéries et les champignons, tandis que les actinomycètes interviennent plus en phase thermophile. Les bactéries, qui se trouvent dans la matière première, sont les plus nombreuses et les plus variées (Znaidi, 2002).

1.4.4.2 Paramètres physico-chimiques**1.4.4.2.1 Humidité (H en %)**

L'eau est le plus important facteur d'influence de la sensibilisation des déchets, le taux d'humidité affecte particulièrement la vitesse de la dégradation du massif ; la circulation de l'eau dans les déchets joue aussi un rôle prépondérant en assurant la dispersion des micro-organismes et des nutriments. Dans les régions arides et semi-arides dans lesquelles sont couplées un manque d'eau et une forte chaleur, le temps de dégradation est augmenté car la dégradation des déchets est limitée aux périodes humides (Hacala, 1998)

1.4.4.2.2 Temperature

Elle influence également sur la vitesse de dégradation en affectant le développement des bactéries et des réactions chimiques, étant donné que chaque micro-organisme possède une température optimale de développement ; donc toute variation de température peut engendrer un déclin de croissance (Hacala, 1998).

1.4.4.2.3 pH

En général, les matériaux ayant une large plage de pH (3-11) peuvent être compostés. Cependant, la valeur optimale se situe entre 5,5 et 8. Alors que les bactéries préfèrent un pH plus proche du neutre, les champignons se développent et fonctionnent mieux dans un environnement assez neutre.

Des valeurs élevées de pH dans les phases initiales du processus, en association avec des grandes températures peuvent entraîner une perte d'azote par volatilisation de l'ammoniac (Bertoldi et al., 1982).

1.4.4.2.4 Le rapport Carbon/azote

Un rapport C/N adéquat pour commencer est nécessaire pour de bon Progrès dans le processus de compostage (Luxen, 2006).

La décomposition fonctionne mieux lorsque le rapport C/N du mélange entrant tend vers 30. En fait, les bactéries ont besoin de 30 grammes de carbone pour décomposer 1 gramme d'azote (Michaud, 2007).

Un rapport C/N initial élevé peut limiter la croissance microbienne due à une carence en azote, tandis qu'un rapport C/N initial faible peut entraîner des pertes par dégazage de l'ammoniac. Le rapport C/N change tout au long du processus de fermentation, la majeure partie du carbone organique étant convertie en dioxyde de carbone (Bernon et Lebault, 1992).

1.4.4.2.5 Apport d'oxygène :

Le compostage étant une oxydation biologique, la disponibilité d'oxygène pendant le processus est cruciale et la teneur en oxygène dans la zone circulaire ne doit pas être inférieure à 18 %. En retournant le tas de compost et en s'assurant qu'il est bien classé, on obtient une bonne aération. Passer au tas suivant peut prendre trois à quatre fois plus de temps pour créer un humus bénéfique (Cummings, 2014).

Chapitre 2

Matériels et méthodes

2 Chapitre II : Matériels et méthodes.

2.1 Présentation du site d'étude

Notre étude est réalisée au niveau du village Sanana de la commune de Draa El Mizan, wilaya de Tizi Ouzou.

2.1.1 Localisation géographique :

Le village Sanana est situé à environ 9,1 Km du chef-lieu de la commune de Draa El mizan, wilaya de Tizi Ouzou. Il est délimité au nord-est par le village Maamar, au sud-est par le village Draa Sachem, à l'ouest par le village Thala Mokrane, au nord-ouest par le village Tizi Lekhmis et au nord par le village Tighilt Oukerrouche (figure 2).

Ses coordonnées géographiques sont : 36,58112° ou 36° 34' 52" latitude nord et 3,82066° ou 3° 49' 14" longitude est

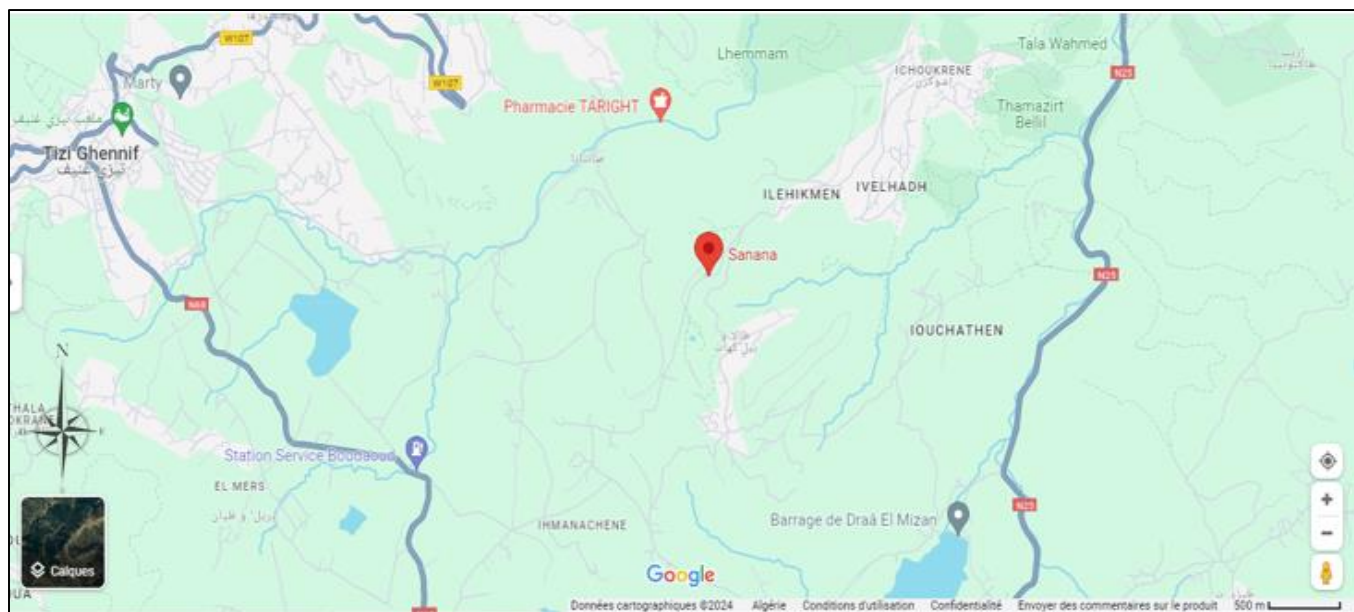


Figure 2: Situation géographique de la zone d'étude (maps, 2024).

2.2 Matériels et méthodes

Notre étude est réalisée pendant la période qui s'étale du 04/03/2024 jusqu'au 24/05/2024

2.2.1 Protocole expérimental

2.2.1.1 Essai de valorisation des Bio- déchets par compostage

Pour valoriser les biodéchets nous avons opté pour le plan suivant.

- Préparation de la plateforme.
- Récupération des bio-déchets.
- Mise en tas des différents déchets

2.2.1.1.1 Préparation de la plateforme

Pour valoriser les biodéchets, nous avons préparé le sol et nous avons éliminé toutes les pierres et plantes sauvage (figure 3)



Figure 3: La plateforme de compostage.

2.2.1.1.2 Réception des déchets

Les tas que nous avons réalisés sont constitués de trois types de déchets. Le grignon d'olives (utilisé comme matière carbonée). Les déchets verts (utilisés comme apport azote) (figure 4) et les fientes de volaille (figure 5) (utilisées comme matière carbonées et azote au même temps). Nous avons ramené des déchets verts du marché de fruits et légumes de la commune de Tizi-Ghennif.



Figure 4: Les déchets verts et grignon d'olives



Figure 5: Les fientes de volaille.

2.2.1.1.3 Mise en tas

Nous avons formé trois tas de déchets :

- Dans le premier tas nous avons mis 1 volume de déchets verts, 1 volume de fientes de volaille et 1 volume de grignon d'olives.
- Dans le deuxième tas nous avons mis deux volumes de déchets verts, 1 volume de fientes de volaille et 1 volume de grignon d'olives.
- Dans le troisième tas nous avons mis deux volumes de déchets verts, 1 volume de fiente de volaille.

(Sachant que 1 volume = 2 brouettes)

2.2.1.2 Suivre des paramètres du compost

Lors de notre étude nous avons pris en considération l'évaluation de 04 Paramètres pH, Température, Humidité et aération.

2.2.1.2.1 pH

Le potentiel hydrogène est déterminé à l'aide d'un pH mètre (figure 6) sur 3 points différents.



Figure 6: Mesure du pH

2.2.1.2.2 Température

La T° est mesurée à l'aide d'un thermomètre (thermo-compost), introduit directement dans le compost sur trois points différents, la T° la plus élevée est prise en considération (Figure 7).



Figure 7: Prise de température (thermo-compost).

2.2.1.2.3 Humidité

Pour le suivi de l'humidité nous avons opté pour le test de la poignée pour contrôler le taux d'humidité qui consiste à prendre une poignée du compost dans la main et la presser (Figure 8).

- S'il y a de l'eau qui s'échappe entre les doigts, le compost est trop humide.
- Si la matière s'effrite donc le compost est trop sec.
- Si la matière ne se disperse pas en ouvrant la main, le compost a une bonne humidité.



Figure 8: Test de poignée.

2.2.1.2.4 Aération

L'aération des différents tas est assurée par l'utilisation des pelles et des pioches pour le retournement du compost et la bonne aération pour favoriser l'action des micro-organismes (Figure 9).

Les retournements ont été effectués comme suit :

- Les 02 premières semaines: 1jour/2
- Les 3ème et 4ème semaines : 1jour/3
- A partir de la cinquième semaine : une fois/ semaine.



Figure 9: Homogénéisation des déchets par retournement

2.2.2 Echantillonnage

2.2.2.1 Méthodes de prélèvement de la faune

Nous avons utilisé la méthode du quadra proposé par (Coineau,1974) pour l'échantillonnage de la faune du compost. Le quadra choisit est en métal et de faibles dimensions (L=25 Cm x l=25 Cm x h=10 Cm) pour mieux gérer le volume prélevé (Figure10).

Une fois que la partie superficielle du tas enlevée, nous avons procédé à un prélèvement d'un échantillon pour chaque compost au centre du tas. A la pelle nous avons ramassé les échantillons de compost tout en récoltant la pédofaune de petite ou grande taille, puis nous avons mis chaque échantillon dans son propre sachet étiqueté afin d'éviter que des insectes s'échappent.



Figure 10: Prélèvement d'un échantillon à l'aide d'un quadra

2.2.2.1.1 Méthodes d'extractions de la faune

La macro-pédofaune, de par sa grande taille, nous l'avons extraite à la main à l'aide d'une pince. Par la suite, nous l'avons mise dans des flacons contenant de l'éthanol afin de préserver sa morphologie en bon état pour assurer une bonne identification (Figure 10).



Figure 11: Extraction de la macrofaune.

Pour la pédofaune, Nous avons opté pour la méthode de Berlèse-Tullgren dont le principe consiste à utiliser les tactismes des individus, ces derniers sont amenés à quitter le sol sous l'influence d'un stimulant d'ordre thermodynamique. Un entonnoir de forte pente 60° placé sur un support stable et un panier de grillage à maille de 1 mm est placé dans sa partie supérieure reçoit le prélèvement. Celui-ci est chauffé par une ampoule électrique placée au-dessus. Chassés par la déshydratation du milieu et par l'élévation de la température, les microarthropodes s'enfoncent dans le prélèvement, traversent le tamis et glissent sur l'entonnoir, ils seront conduits dans un tube collecteur placé sous l'entonnoir et rempli d'alcool (Ethanol) à 70° (Coineau., 1974 et Deprince, 2003).

Pour notre étude nous avons remplacé les supports par des bouteilles en plastique de 5 et 2 litres de volume, Nous avons enlevé pour chaque bouteille sa partie supérieure et utilisé le haut des bouteilles de 5 litres comme entonnoir puis placé les petites bouteilles dans les grandes avec du sable tout autour afin de les fixer et qu'elles puissent supporter le poids de l'entonnoir et du prélèvement sans bouger (Figure 12).

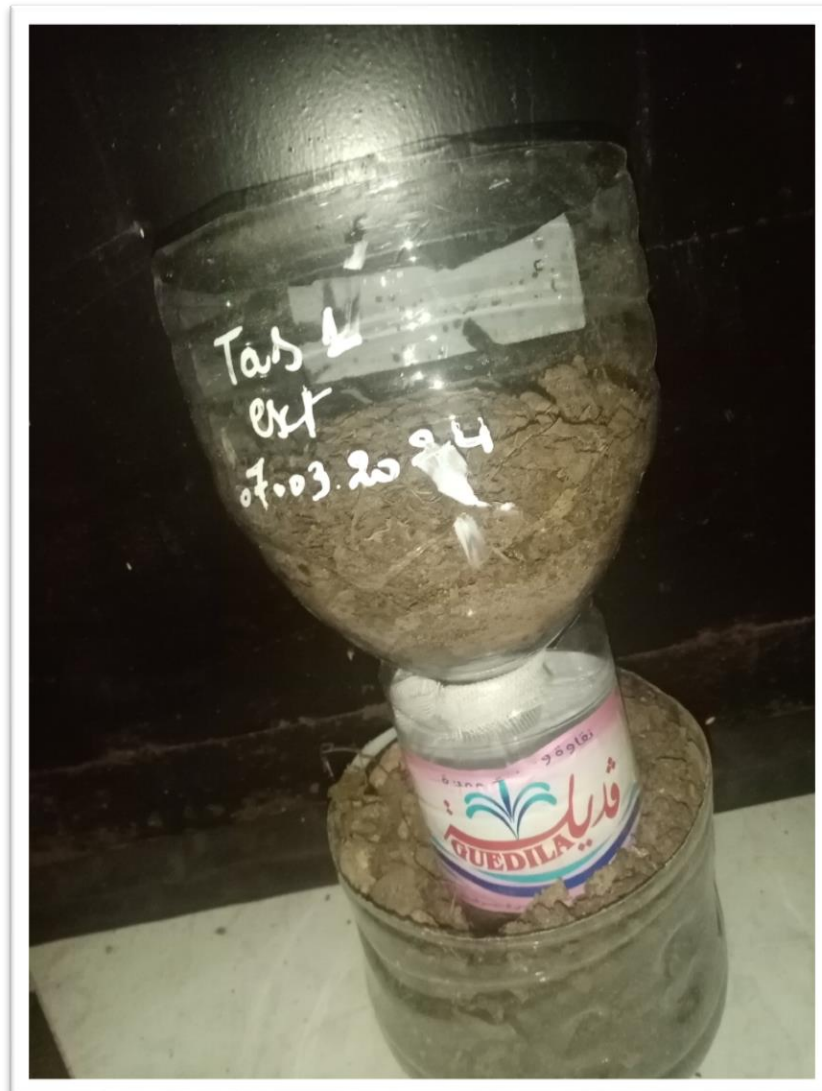


Figure 12: Extraction de la pédofaune.

Enfin, chaque échantillon est laissé pendant 15 jours sous la lumière du soleil au lieu de 4 à 5 jours quand on utilise des ampoules électriques, pour pouvoir extraire un nombre important de la faune du compost.

Nous avons utilisé pour l'identification de la faune la loupe (Figure 13).



Figure 13: La loupe

2.2.2.1.2 Méthode d'échantillonnage de la flore

Pour effectuer cet échantillonnage nous avons utilisé la méthode du quadra. Des échantillons ont été prélevés chaque 10 jour, sur les différents tas.

Avant chaque prélèvement on retourne le compost et on l'étale. Pour chaque tas on prélève au niveau de 03 points différents (extérieur, milieu et intérieur), chaque échantillon est mis dans une boîte en plastique étiqueté et conservé au congélateur.

2.2.2.1.2.1 Identification et Dénombrement de la microflore fongique

➤ Préparation du milieu de culture

Nous avons utilisé pour l'identification et le dénombrement de la microflore fongique un milieu semi-synthétique P.D.A (potato-dextrose-agar), dont la composition est la suivant :

- 200g de pomme de terre
- 20g de glucose
- 20 g d'Agar-agar
- L'eau distillée

On commence la préparation du milieu en faisant brouillir 200 g de pomme de terre tranchées dans 200 ml d'eau, pendant 30 minutes jusqu'à la cuisson de la pomme de terre ensuite en filtrant le jus pomme de terre avec l'utilisant le coton à fromage.

Nous avons ajoute 20g de glucose ,20 g d'agar-agar et en ajoutant l'eau distillée jusqu'à 1000 ml avant une stérilisation à l'étuve à 120°C pendant 30min.



Figure 14: Matériaux utilisés.

Ajoute un antibiotique avant de verser la préparation dans les boites de Pétri pour empêcher la polifération des bactériers

➤ **Isolement des souches fongiques**

• **Méthode des suspensions-dilutions**

Le principe de la méthode des suspensions-dilutions consiste à mettre une quantité de compost en suspension dans de l'eau distillée stérilisée, puis à incorporer les différentes dilutions de cette suspension dans le milieu de culture. Cette technique comprend plusieurs étapes, allant des résultats (Rapilly,1968).

- ✚ Pour dénombrer et identifier la microflore d'un compost il faut d'abord préparer la solution mère. Pour la solution mère nous avons pesé 1g compost à l'aide d'une balance dans un papier aluminium.
- ✚ Ajouter la quantité de compost 1g à 15 ml d'eau distillée stérilisée pour préparer la solution mère et agiter avec l'utilisation du vortex pendant 30 secondes
- ✚ A partir de cette solution on prépare les dilutions qui consistent à faire baisser la charge microbienne en faisant dilution de 10^{-1} jusqu'à 10^{-3}

Rappelons que pour réaliser ces différents prélèvements, il est primordial d'utiliser des embouts stériles qu'il faut changer à chaque dilution. Après homogénéisation les trois dilutions de chaque répétition (R1, R2, R3) sont répartis en 3 boîtes de Pétri.

➤ **Mise en culture**

Consiste à étaler un volume de 1ml de chaque dilution à la surface du milieu gélosé solidifié dans les boîtes de Pétri à l'aide d'une pipette (Figure 15).



Figure 15: Mise en culture.

➤ **Identification de la flore fongique**

L'identification des champignons repose essentiellement sur l'analyse des caractères morphologiques macroscopiques et microscopiques.

2.2.3 Test de germination

Selon Attrassi et al. (2005), le test de phytotoxicité repose sur la capacité des graines de cultures à germer en présence de compost. Chaque type de compost a été utilisé pour semer 10 graines de chaque culture (Haricot cornilles, céleri) (figure16) dans des alvéoles (figure 17) contenant un substrat contenant des grains

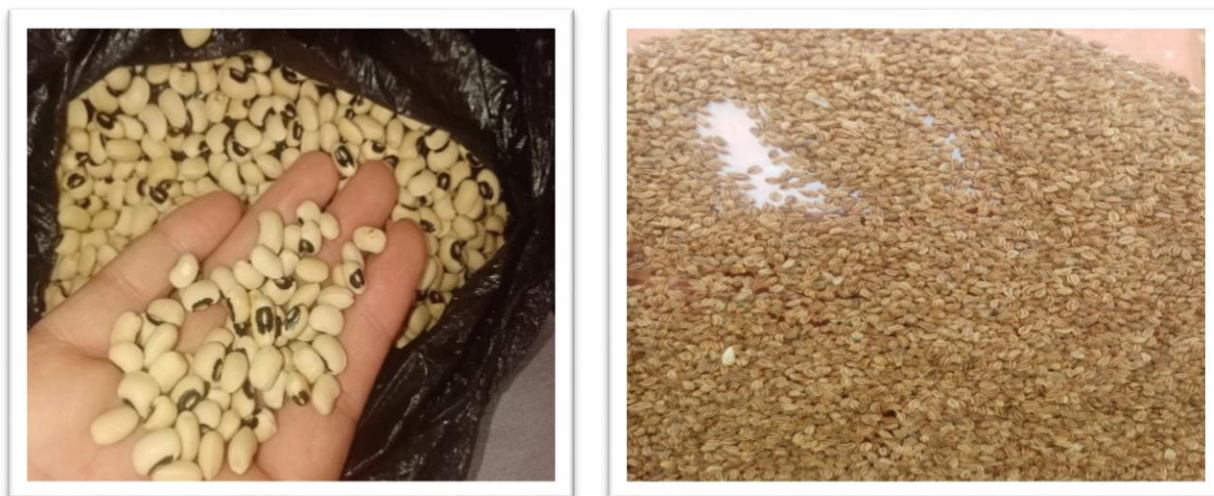


Figure 16: Haricot Cornilles et céleri



Figure 17: Les alvéoles

Les concentrations de sol et de compost sont différentes :100%, 50%, 75% et 25% Les tests ont été effectués à une température ambiante de 25°C et l'arrosage a été effectué quotidiennement afin de maintenir les substrats humides et favoriser la germination des graines. Après 10 jours, on a compté les graines germées et on a évalué la phytotoxicité des composts. Par rapport aux témoins en appliquant la formule suivante (Tremier et al., 2007).

Le substrat est réparti dans les alvéoles selon le schéma suivant :

- T0 :100% sol

- T1 : 75% de sol + 25% compost

- T2 : 50% sol +50% compost

- T3 : 75% de compost + 25% sol

- T4 : 100% compost

$$\boxed{\text{Indice de germination (IG)} = (\text{NGG} / \text{NGS}) * 100}$$

NGG : nombre de graines germées ; NGS : nombre de graines semées

Chapitre 3

Résultats et discussions

3 Chapitre III : Résultats et discussions

3.1 Résultats du compostage

Durant toute la durée de l'essai nous avons pris soin de prendre des photos de l'évolution du volume des tas, les résultats du compostage sont présentés dans les figures suivantes



Figure 18: Résultats du compostage du premier tas



Figure 19: Résultats du compostage du deuxième tas



Figure 20: Résultats du compostage du troisième tas

Selon les illustrations précédentes (figure 18, 19 et 20), il est observé une diminution du volume des tas. Cette diminution de volume débute dès les premiers jours après la mise en tas. On peut expliquer cela par la décomposition des différentes matières composant les trois tas et la détérioration de la structure de la matière contenue dans les déchets. Les autres facteurs de perte de volume sont la transformation de la matière carbonée en CO_2 volatil par les microorganismes et l'évaporation de l'eau.

3.2 Evolution des paramètres des composts

Les paramètres de compostage que nous avons suivi sont : les paramètres physico-chimiques (la température, l'humidité et le pH) et les paramètres biologiques (la faune et la flore fongique)

3.2.1 Evolution de la température

Les résultats de l'évolution des températures des différents tas sont présentés dans la figure suivante :

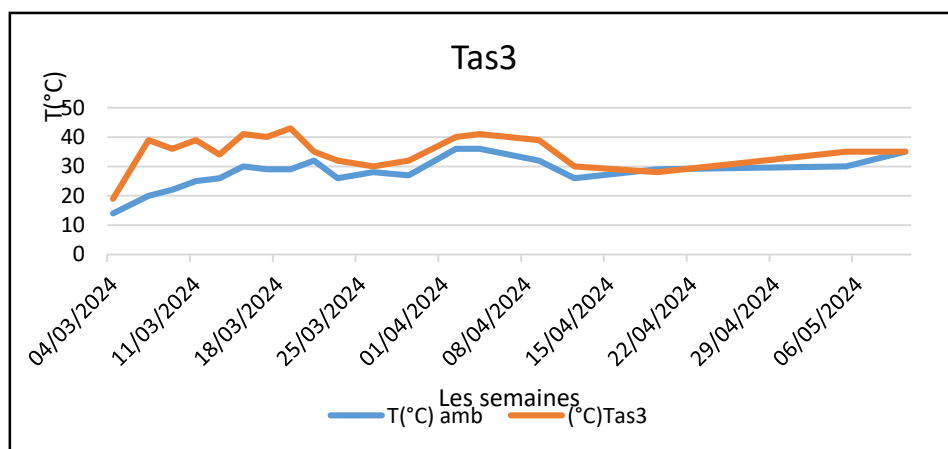
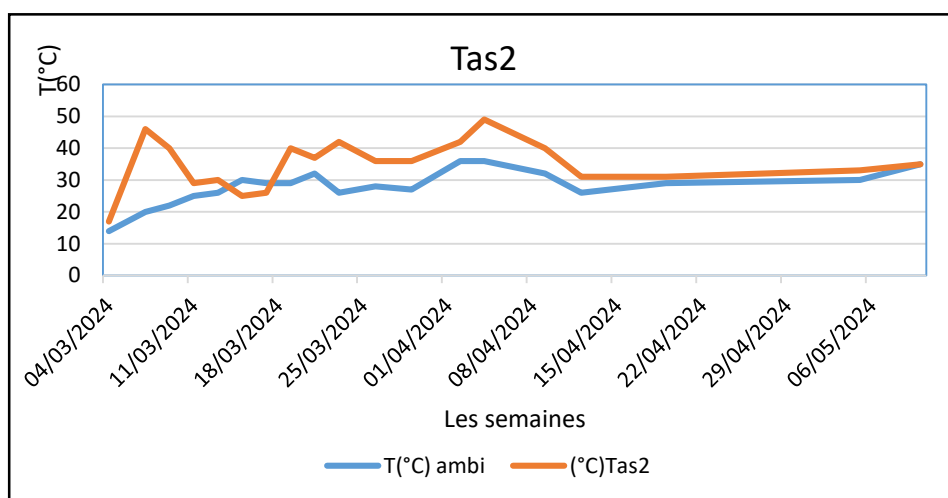
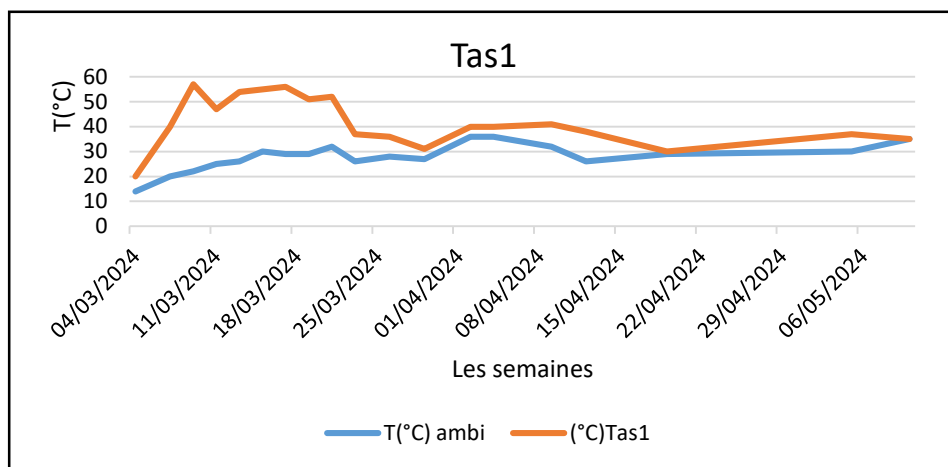


Figure 21: Evolution des températures ambiantes et des températures des tas

D'après la figure 21, nous remarquons que la température augmente pendant les premiers jours, c'est-à-dire pendant la phase mésophile, puis elle atteint des pics spécifiques à chaque tas, symbolise la phase thermophile. Par la suite, nous observons une baisse de la température qui correspond à la phase de refroidissement, avant de se stabiliser à la fin à une température ambiante en fonction des tas, ce qui correspond à la phase de maturation. Si nous analysons attentivement la figure 21, nous constatons que les températures maximales enregistrés pour le tas1, le tas2 et le tas3 lors du processus de compostage, ont été enregistrés pendant les premières semaines et sont respectivement 57°C, 49°C et 43°C.

La figure illustre une baisse significative des températures du tas 2 durant la 3ème semaine a cause de l'humidité élevée, puis augmente pour atteindre un pic de 49 °C entre la quatrième et la cinquième semaine. Cette baisse de température est due à l'humidité qui a augmenté durant cette période suite à la libération de l'eau lors de la décomposition des déchets du tas et au faible quantités de déchets carbonés ajoute au tas.

3.2.2 pH

La figure 22 représente les résultats de notre étude quand aux suivis de l'évolution du pH.

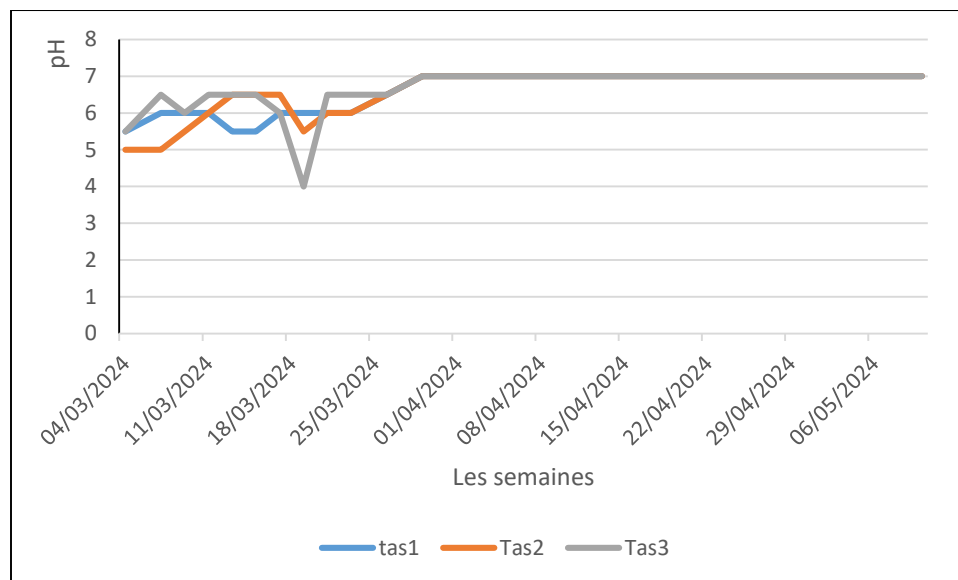


Figure 22: Evolution du pH dans les différents tas

A partir des résultats de la figure 22, nous remarquons que les trois tas présentent un pH acide compris entre 5 et 5,5 car les matières à composter ont un pH compris entre 5 et 7, ce qui est dans des limites acceptables. Ce pH fluctue durant les premières semaines qui correspondes à la phase acidogène puis augmente durant la phase d'alcalinisation pour se stabiliser a 7, un pH de neutralité ou proche de la neutralité.

La baisse du pH pour le tas 2 et 3 entre la troisième et la quatrième semaine de compostage est probablement dû au taux d'humidité importante dans ces deux tas durant cette période (fermentation anaérobique).

3.2.3 Evolution de l'humidité

Durant la période du 11/03/2024 au 17/03/2024 (correspondant à la deuxième semaine de compostage) le compost du tas2 était trop humide, cela est dû aux déchets organiques riches en matière azoté qui ont une forte teneur en eau (figure 23).



Figure 23: Tas 2 trop humide

Durant la période du 04/04/2024 au 10/04/2024 (correspondant à la cinquième semaine et à la sixième semaine de compostage), le compost de tous les tas était sec en raison de la température ambiante élevée, ce qui a nécessité un arrosage avec de l'eau (figure 24).



Figure 24: Tas 1 sec

3.2.4 Abondance de la faune du compost dans les échantillons étudiés

L'étude de l'abondance de la faune a été effectuée sur des échantillons de compost d'un volume de $3 \times 6250 \text{ cm}^3$. Ainsi, « l'abondance » défini dans ce qui suit le nombre d'individus contenus dans un volume de 18750 cm^3 de compost.

➤ Tas 1

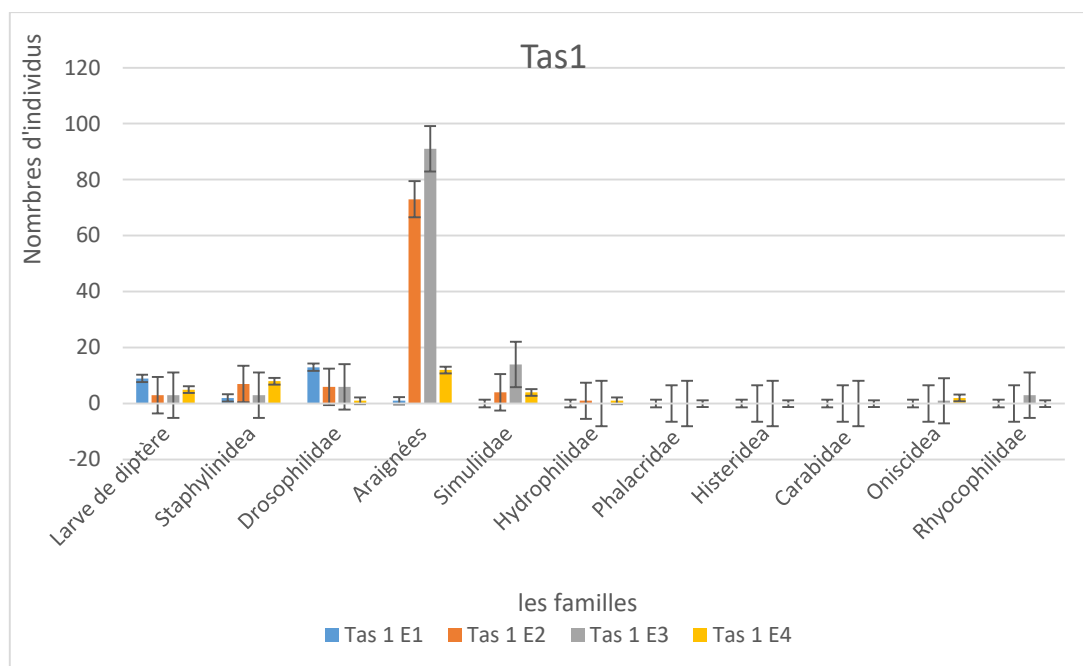


Figure 25: Nombre d'individus recensés dans les différents échantillons du tas 1

La figure 25 montre qu'au niveau du tas 1, nous avons recensés 10 familles plus des larves de diptères. Les Drosophilidae et les larves de diptères sont plus abondantes, au niveau de l'échantillon 1 (E1). Cette famille est probablement attirée par le début de fermentation des déchets (non encore décomposés) qui se trouve à la surface du tas. Ils sont suivis par des Staphylinidea et les Araignées (Acarien). En ce qui concerne les prélèvements 2 et 3(E2) (tas1) et (E3) (tas1) les Araignées (Acarien) sont plus abondantes. Suivi par les Staphylinidea et, les Drosophilidae pour le deuxième prélèvement et les Simuliidae pour le troisième prélèvement. Les autres familles sont présentes avec des faibles abondances.

Il est également observé que les Araignées (Acarien) et les Staphilidae sont plus répandus dans le quatrième prélèvement (E4) (tas1).

➤ Tas 2

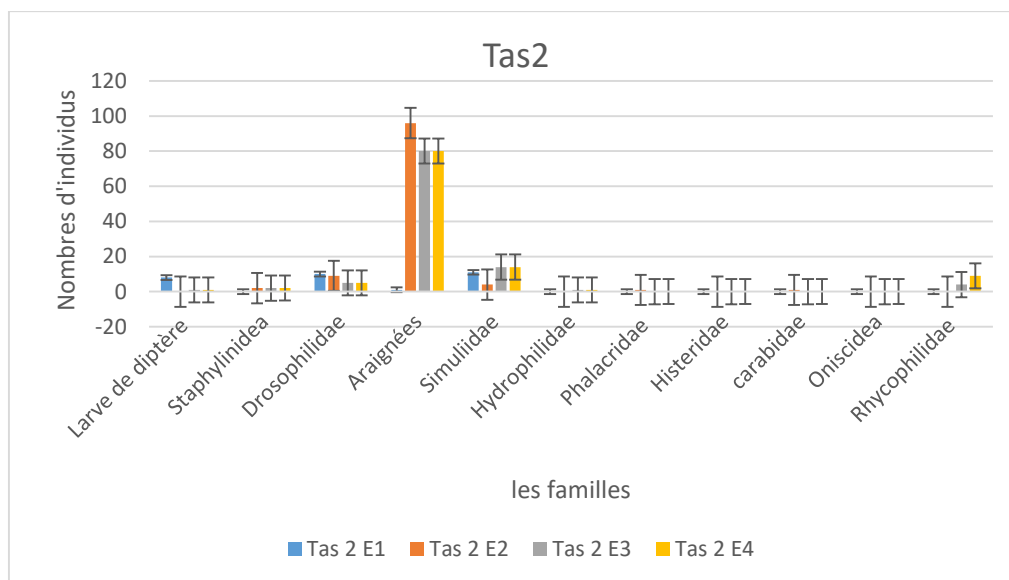


Figure 26: Nombre d'individus recensés dans des différents échantillons du tas 2

Dans le premier échantillon, les familles les plus répandues sont les larves de diptères, les Drosophilidae et les Simulidae, tandis que dans le deuxième, le troisième et le quatrième échantillon les Araignées (Acarien) sont les plus nombreux (Figure 26).

Les Larves de diptères, les Staphilidae, les Drosophilidae et les Simulidae sont présentes dans le deuxième échantillon, tandis que dans le troisième échantillon nous observons uniquement les Simulidae les Drosophilidae et les Rhycophilidae. (Figure 26).

Les résultats de la figure 26, montrent également que les Drosophilidae, les Simulidae et les Rhycophilidae sont répandus dans le quatrième échantillon.

➤ Tas3

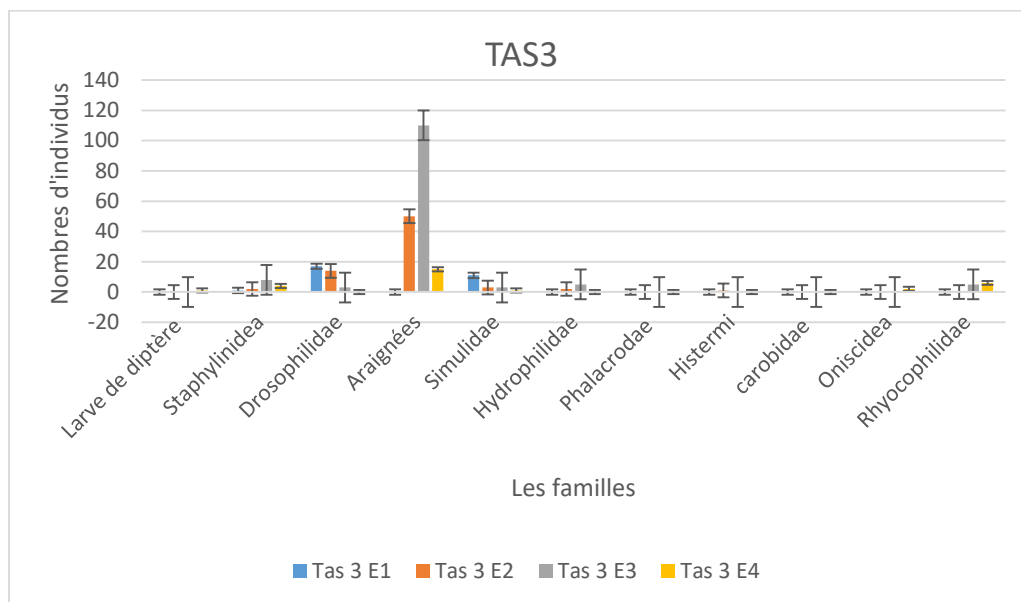


Figure 27: Nombre d'individus recensés dans les différents échantillon du tas 3

A partir des résultats présentés dans la figure 27, nous remarquons que le premier échantillon est caractérisé par la présence des Drosophilidae et des Simulidae. Les familles restantes sont présentes en petites quantités.

Les Araignées (Acarien) sont les plus abondants au niveau du deuxième, le troisième et le quatrième échantillon.

Les Larves de diptères sont absentes dans tous les échantillons, à l'exception du quatrième échantillon, où elles sont présentes en petites quantités.

3.2.4.1 Analyse de la variance (ANOVA) de la faune du compost

Afin de vérifier l'existence d'une différence significative de la faune entre les différents tas de compost, le test ANOVA a été utilisé pour les trois facteurs compost, période et profondeur. Le seuil de signification $\alpha = 0,05$ est comparé au proba.

Tableau 3: Test d'ANOVA de comparaison de l'abondance de la faune entre les tas de compost

Facteurs	Prob (P)	Comparison	conclusion
composts	0,95	$0,95 > 0,05$	Non significative
Périodes	0,004	$0,004 < 0,05$	Significative
profondeurs	0,01	$0,01 < 0,05$	Significative
Compost & Périodes	0,62	$0,62 > 0,05$	Non significative
Compost & profondeurs	0,0529	$0,0529 > 0,05$	Non significative
profondeurs & Périodes	0,009	$0,009 < 0,05$	Significative

Les résultats du tableau 3 montrent que les différences entre les tas ne sont significatives que pour les 3 facteurs profondeurs, Périodes et profondeurs & Périodes.

3.2.5 Abondance de la flore fongique dans les échantillons du compost étudié

3.2.5.1 Identification des genres recensés

La diversité de micro-organismes dans les extraits de composts étudiés est démontrée par la flore totale présente dans ces extraits. La liste de la flore de tous les composts a été réalisée en se concentrant sur des champignons cultivables. De cette manière, les résultats de l'isolement ont permis de recenser treize genres de champignons, parmi lesquels les plus prédominants sont *Penicillium*, *Fusarium*, *Geotrichum* et *Aspergillus* (Tableau 4).

Tableau 4: Classification des genres de flore fongique recensés

Phylom	Famille	Genre
Ascomycota	Hypoceaceae	<i>Acremonium</i>
Ascomycota	Trichomaceae	<i>Aspergillus</i>
Ascomycota	Dothioraceae	<i>Aureobasidium</i>
Ascomycota	Davidiellaceae	<i>Cladosporium</i>
Ascomycota	Nactriaceae	<i>Fusarium</i>
Ascomycota	Dipodascaceae	<i>Geotrichum</i>
Ascomycota	leptodontidiacées	<i>Leptodontidium</i>
Ascomycota	Botryosphaerales	<i>Neosytalidium</i>
Ascomycota	Pleosporaceae	<i>Penicillium</i>
zygomycota	Rhizopodaceae	<i>Rhizopus</i>
Ascomycota	Hypoceaceae	<i>Trichoderma</i>
Ascomycota	Arthrodermataceae	<i>Trichophyton</i>
Ascomycota	/	<i>Verticillium</i>

3.2.5.2 Genres abondants recensés

Les figures suivantes représentent quelques genres de faune fongique recensés dans les différents échantillons de composts

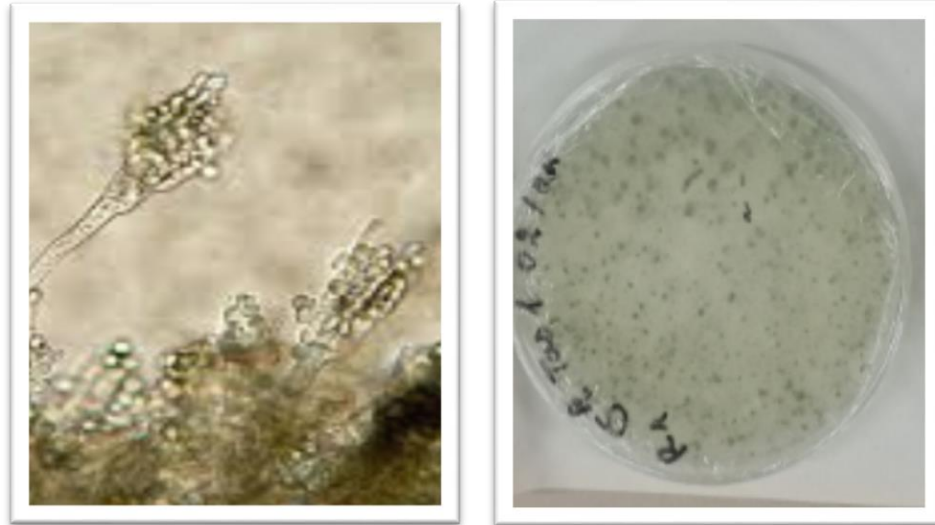
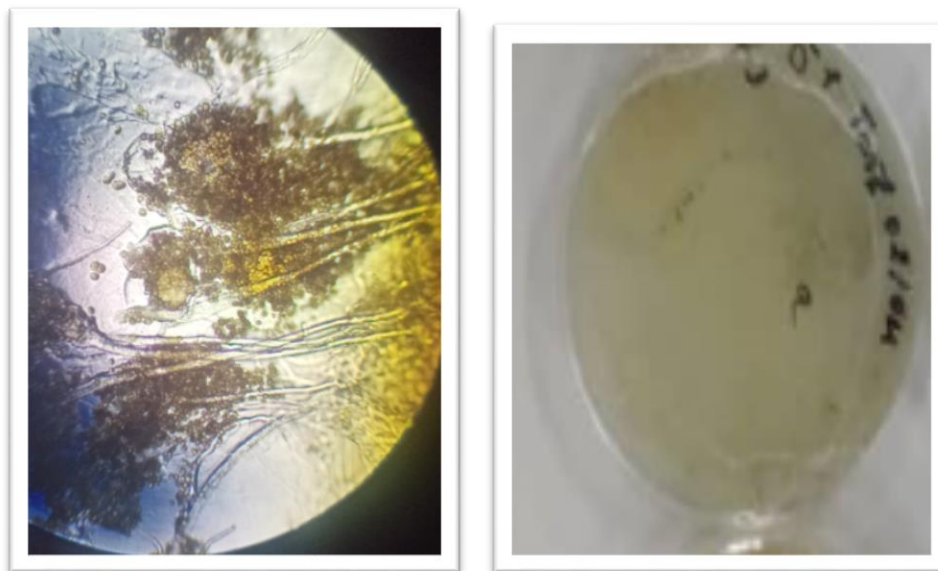
**A****B**

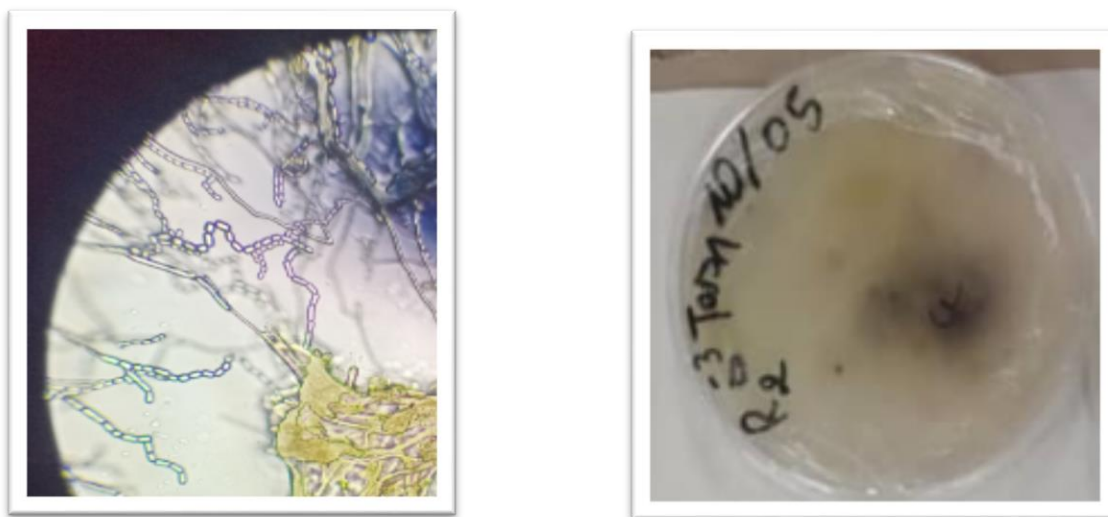
Figure 28: Observation microscopique (A) ; Observation à l'œil nu (B) du genre *Penicillium*(x400)



A

B

Figure 29: Observation microscopique (A) ; Observation à l'œil nu (B) du genre *Aspergillus* (x400)



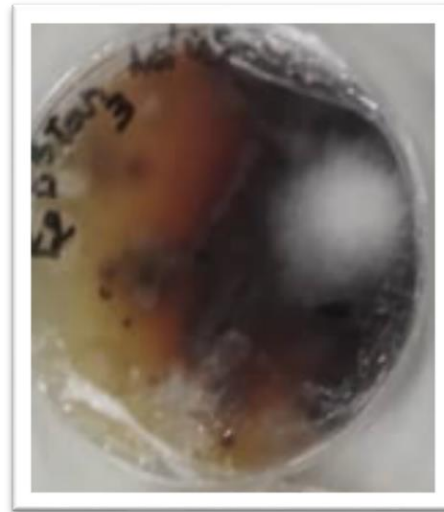
A

B

Figure 30: Observation microscopique (A) ; Observation à l'œil nu (B) du genre *Geotrichum* (X400)



A



B

Figure 31: Observation microscopique (A) ; Observation à l'oeil nu (B) du genre *Cladosporium* (X400)

3.2.5.3 Abondance de la flore fongique dans les différents tas

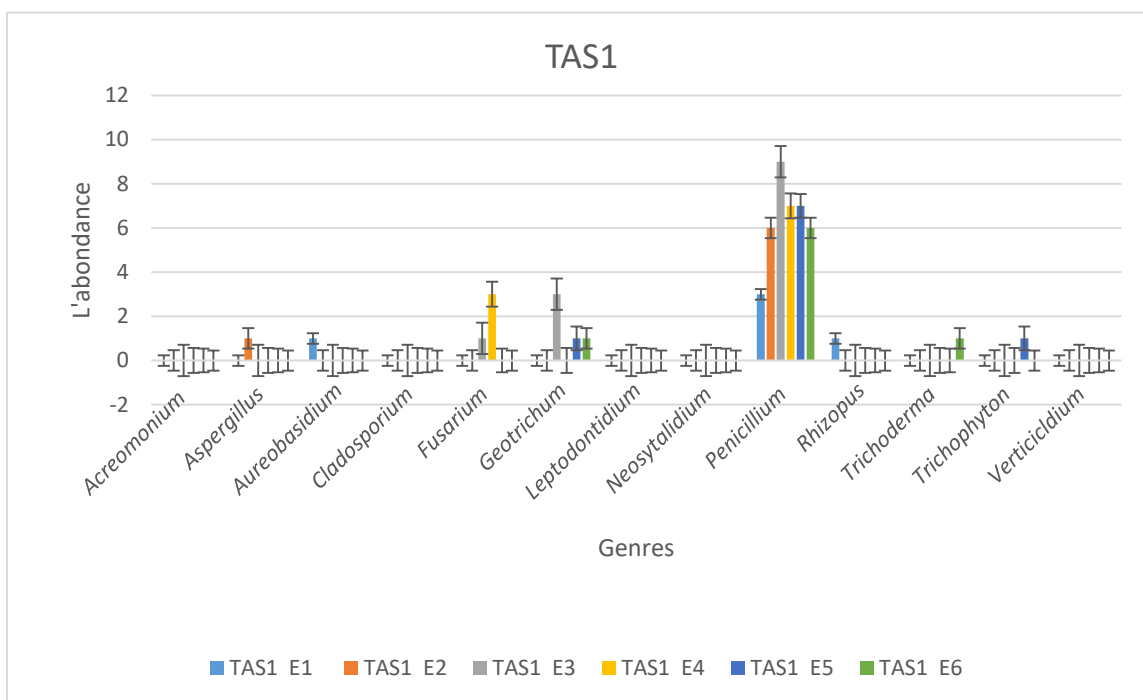


Figure 32: L'abondance des genres des champignons recensés dans les différents échantillons du tas 1

Les résultats que nous avons obtenus dans la figure 32 indiquent que le genre *Penicillium* est dominant dans tous les échantillons (E1, E2, E3, E4, E5 et E6). Au niveau de l'échantillon E1, nous avons observé une faible présence d'*Aureobasidium* et de *Rhizopus*, tandis que les autres genres, ils sont absents. Dans l'échantillon E2, nous avons enregistré une présence d'*Aspergillus* et de *Fusarium*. Ces derniers sont aussi présents dans les troisièmes et quatrièmes échantillons. *Geotrichum* est présent dans E3, E5 et E6, tandis que *Trichoderma* est présent dans E6 et *Trichophyton* dans E5.

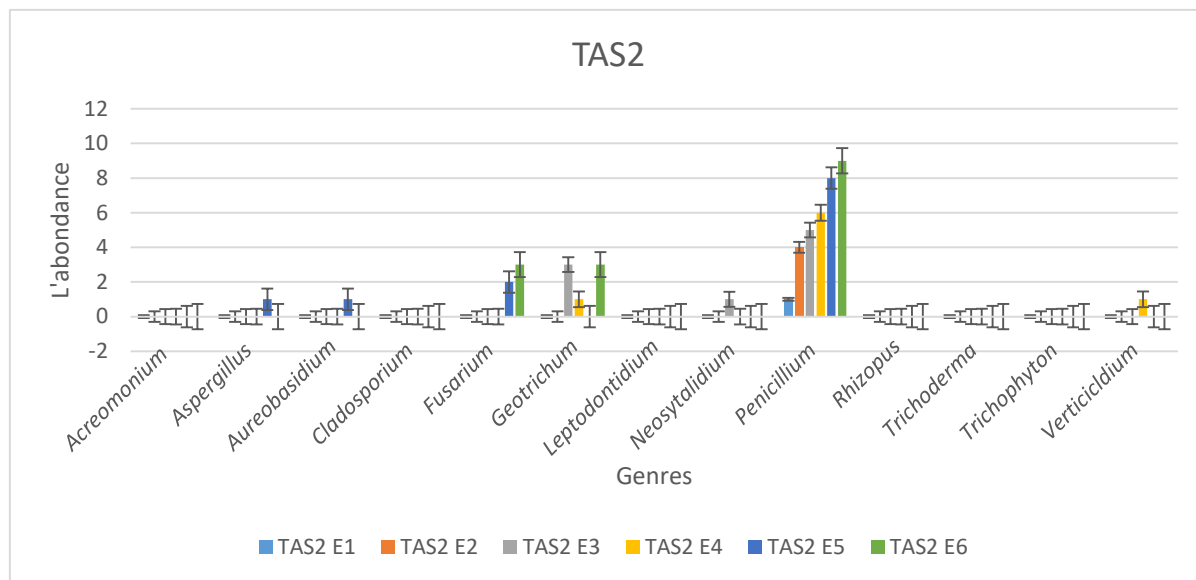


Figure 33: L'abondance des genres des champignons recensés dans les différents échantillons du tas 2

D'après les résultats illustrés dans la figure 33, il est observé que tous les échantillons du TAS2 présentent le genre *Penicillium*. L'abondance de ce dernier augmente avec la décomposition des déchets présents dans le compost. Les autres genres sont absents dans les échantillons E1 et E2. Au niveau de l'échantillon E3 nous avons observé la présence de deux autres genres ; *Geotrichum* et *Neosytalidium*. *Geotrichum* et *Verticiclidium* sont présents dans le quatrième échantillon, *Aspergillus*, *Aureobasidium* et *Fusarium* sont présents dans l'échantillon E5 et *Fusarium* et *Geotrichum* sont présents dans l'échantillon E6.

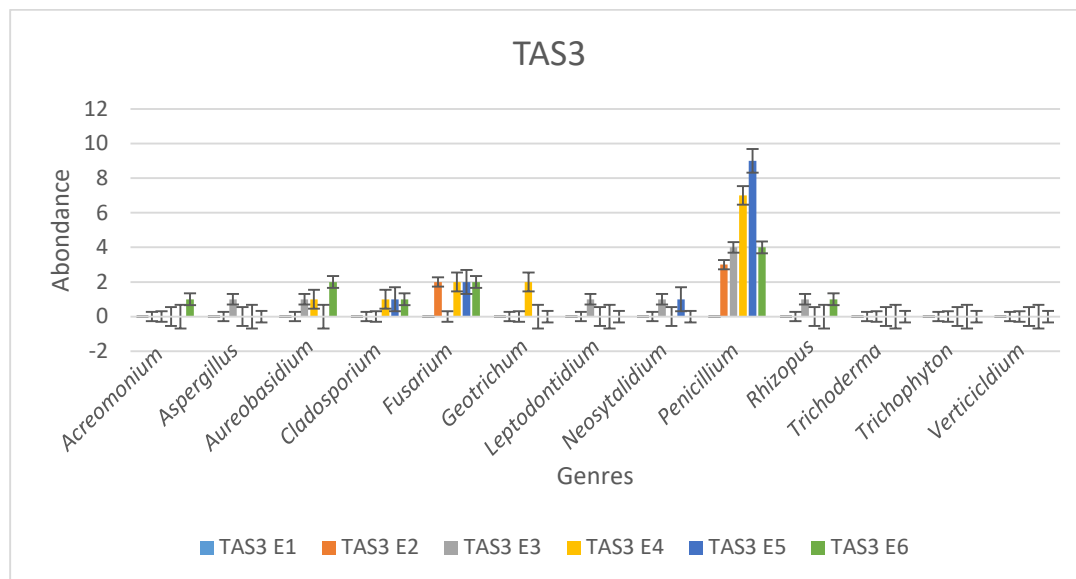


Figure 34: L'abondance des genres des champignons recensés dans les différents échantillons du tas 3

Les résultats présentés dans la figure 34 montrent que tous les échantillons du TAS3 contiennent du *Penicillium* à l'exception de E1. Ce genre est plus abondant dans l'échantillon E5. Le genre *Fusarium* est présent dans les échantillons E2, E4, E5 et E6. Au niveau de l'échantillon E6 nous observons aussi la présence d'*Acreomonium*, *Aureobasidium*, *Cladosporium* et *Rhizopus*. Les autres genres, sont présents en petites quantités dans les autres échantillons.

3.2.5.4 Analyse de la variance (ANOVA) de la flore fongique du compost

Afin de vérifier l'existence d'une différence significative entre les différents tas de compost, le test ANOVA a été utilisé pour chaque genre. Le seuil de signification $\alpha = 0,05$ est comparé au proba. La différence entre les tas de compost est significative lorsque p est inférieur à $\alpha = 0,05$. Si p dépasse $\alpha = 0,05$, ces variations ne présentent pas de signification statistique.

Tableau 5: Test de L'ANOVA de comparaison entre les tas de compost

Genres	Proba (P)	comparaison	conclusion
<i>Acremonium</i>	0,39	0,39>0,05	Non sinificative
<i>Aurebasidium</i>	0,29	0,29>0,05	Non sinificative
<i>Aspirgillus</i>	0,6	0,6>0,05	Non sinificative
<i>Cladosporium</i>	0,03	0,03<0,05	Sinificative
<i>Fusarium</i>	0,13	0,13>0,05	Non sinificative
<i>Geotrichum</i>	0,68	0,68>0,05	Non sinificative
<i>Liptodontidium</i>	0,39	0,39>0,05	Non sinificative
<i>Neoscytalidium</i>	0,53	0,59>0,05	Non sinificative
<i>Penicillium</i>	0	0,0<0,05	Sinificative
<i>Rhizopus</i>	0,16	0,16>0,05	Non sinificative
<i>Trichophyton</i>	0,39	0,39>0,05	Non sinificative
<i>Trichoderma</i>	0,39	0,39>0,05	Non sinificative
<i>Verticillium</i>	0,39	0,39>0,05	Non sinificative

Les résultats du tableau 5 montrent que les différences entre les tas ne sont significatives que pour le genre *Penicillium* et *Cladosporium*.

Tableau 6 : test de comparaison des moyennes des abondances de genres *Penicillium*.

Tas	Groupe	Moyenne(%)
TAS3	A	41,55
TAS1	B	80,66
TAS2	B	84,13

Le tas 3 est de groupe A par contre les tas 1 et 2 sont de groupe B.

Tableau7: test de comparaison des moyennes des abondances de genres *Cladosporium*

Tas	Groupe	Moyenne(%)
TAS1	A	0,00
TAS2	A	0,00
TAS3	A	2,97

Tous les tas est de groupe A.

3.2.5.5 Analyses en Composantes principales des genres fongiques

3.2.5.5.1 Matrice de corrélations

Nous pouvons observer des interactions significatives entre les divers taxons fongiques présents dans le compost. Elles peuvent être favorables ou défavorables. Dans cette optique, on élabore une matrice de corrélation afin d'identifier et d'expliquer la nature de ces interactions.

Tableau 8 : Récapitulatif des interactions significatives entre les genres fongiques des composts.

Genre	Corrélation
<i>Acremonium-Cladosporium</i>	1
<i>Acremonium-Leptodontidium</i>	1
<i>Acremonium-Trichophyton</i>	1
<i>Cladosporium-Acremonium</i>	1
<i>Cladosporium-Leptodontidium</i>	1
<i>Cladosporium-Trichophyton</i>	1
<i>Leptodontidium-Acremonium</i>	1
<i>Leptodontidium-Cladosporium</i>	1
<i>Leptodontidium-Trichophyton</i>	1
<i>Trichophyton-Acremonium</i>	1
<i>Trichophyton-Cladosporium</i>	1
<i>Trichophyton-Leptodontidium</i>	1
<i>Penicillium-Aureobasidium</i>	-1

Nous remarquons à partir du tableau 6, que tous les genres ont des corrélations positives fortes (1), sauf le genre *Penicillium*. Ce dernier présente une corrélation fortement négative avec le genre *Aureobasidium* (-1), c'est-à-dire quand l'abondance du genre *Penicillium* augmente, celle du genre *Aureobasidium* diminue et vice-versa.

Le tableau 6 indique que les genres fongiques du compost ont des corrélations positives fortes entre eux, ce qui pourrait signifier une coexistence harmonieuse et des interactions potentiellement synergiques.

Il y a des exceptions notables avec quelques genres, qui semblent avoir une relation de compétition ou d'exclusion mutuelle.

3.2.5.5.2 Analyse en composantes principales (ACP)

Nous avons réalisé une analyse en composantes principales (ACP). Elle nous informe sur la nature, la force et l'importance des relations entre les différents tas de composts et les diverses espèces de champignons.

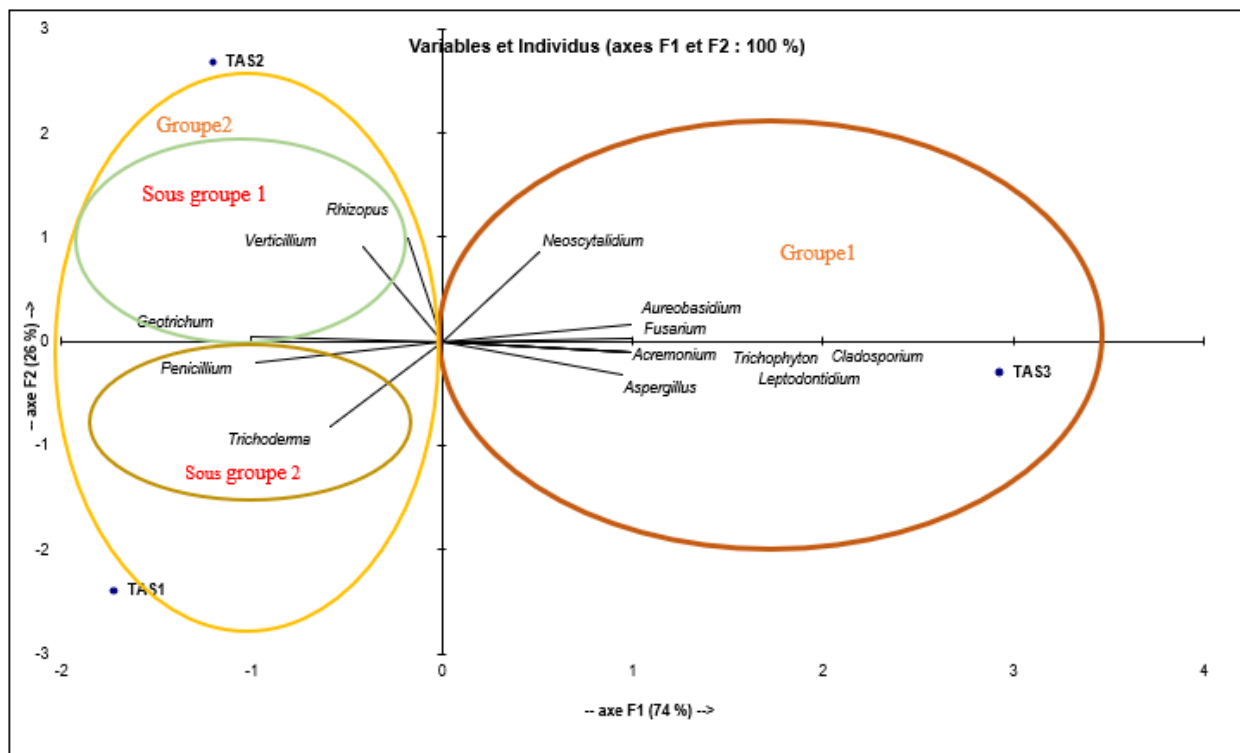


Figure 35: Analyse en composante principale ACP

Le graphique de l'analyse en composantes principales (ACP) présente une distinction claire entre deux groupes de variables et leurs associations avec les individus (TAS1, TAS2, TAS3). L'axe F1, qui explique 74% de la variance totale, et l'axe F2, qui en explique 26%, montrent ensemble la totalité de la variabilité des données. (figure 35) selon l'axe F1 nous pouvons diviser cette ACP en 2 groupes .

Le premier groupe de variables (*Neoscytalidium*, *Aureobasidium*, *Fusarium*, *Acremonium*, *Aspergillus*, *Trichophyton*, *Cladosporium*, et *Leptodontidium*) est fortement corrélé avec TAS3.

Le deuxième groupe de variables, selon l'axe F2 nous pouvons trouver deux sous-groupes, le sous-groupe 1 est composé (*Rhizopus*, *Verticillium*, *Geotrichum*) et le sous-groupe 2 composé (*Penicillium* et *Trichoderma*) est associé aux individus TAS1 et TAS2. La proximité des individus sur le plan factoriel indique des similarités entre eux, tandis que la séparation des groupes de variables souligne des corrélations spécifiques.

Nous remarquons que les tas qui inclut le grignon d'olives le genre *Penicillium* abondant et dans le tas1 il n'y pas de cortège fongique devant lui.

3.3 Test de germination

Les résultats du test de germination sont présentés dans le tableau 8

Tableau 9 : Nombre de graines Haricot cornilles et de céleri germé dans les différents substrats

	Haricot cornilles					Céleri				
	100 %S	100% C	50%S+50 %C	75%S+25 %C	75%C+25 %S	100 %S	100 %C	50%S+50 %C	75%S+25 %C	75%C+25 %S
TAS1	10	10	9	7	8	9	6	7	8	9
TAS2	8	8	7	2	7	9	7	10	7	6
TAS3	7	6	4	7	5	8	9	6	10	9

Selon le tableau 8, nous constatons que sur 10 graines d'haricot cornilles placée dans chaque type de substrat, 10 graines ont germé dans le substrat témoin (sol) pour le TAS1, 8 ont germé dans le TAS2 et 7 dans le TAS3. Nous pouvons donc supposer que cela peut être lié à la viabilité des graines. Les autres substrats de 100% C, 10 graines ont germées pour le TAS1, 8 graines pour le TAS2 et 6 pour le TAS3. Pour les substrats composés de 50-50% de sol et de compost, 9 graines ont germé pour le TAS1, 7 pour le TAS2 et 4 pour le TAS3. Au niveau du substrat de 75%S+25%C, nous avons 7 graines qui ont germées dans le TAS1, 2 dans le TAS2 et 7 dans le TAS3. En ce qui

concerne le substrat de 75%C+25%S, nous avons 8 graines qui ont germées dans le TAS1, 7 dans le TAS2 et 5 dans le TAS3.

Concernant les 10 graines de céleri dans chaque type de substrat, 9 graines ont germé dans les deux tas TAS1 et TAS2, et 8 graines ont germées pour le TAS3 dans le sol témoin 100%S. Les autres substrats des 100% C, 6 graines ont germées pour le TAS1, 7 dans le TAS2, et 9 dans le TAS3. Et en ce qui concerne 50%S+50%C, 7 graines ont germé dans le TAS1, 10 graines dans le TAS2 et seulement 6 pour le TAS3. Les résultats des autres substrats montrent que pour le substrat 75%S et 25%C, 8 graines ont germé dans le TAS1, 7 pour le TAS2 et 10 dans le TAS3. Concernant le substrat composé de 75% C et 25% S, 9 graines ont germé pour le TAS1, 6 pour le TAS2 et 9 dans le TAS3.

3.3.1 Taux de germination

Les résultats de la figure 36 montrent le taux de germination dans les différents types de substrats, des deux types de graines utiliser dans le test de germination

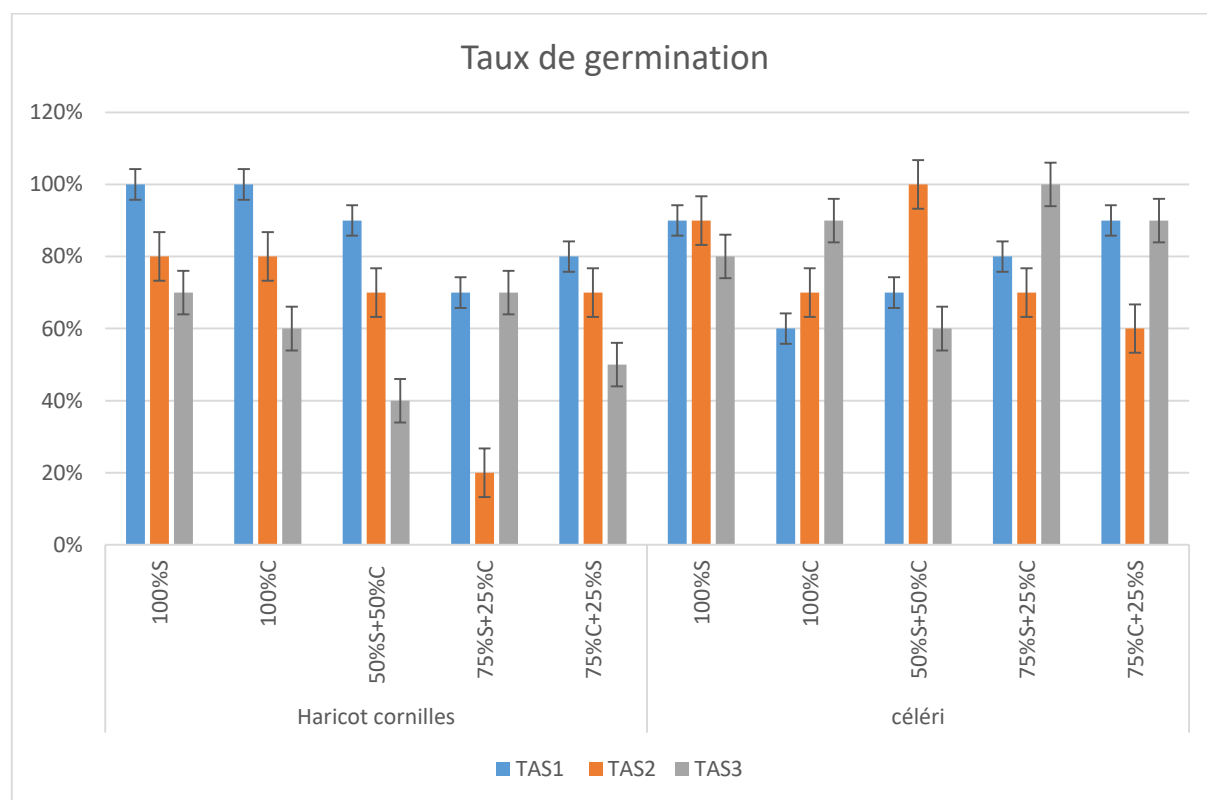


Figure 36: Taux de germination des tas

Selon la figure 36 les substrat 100% C et 100% S, ont donné les taux de germination les plus élevés (100%) des graines d'haricot cornille, aussi bien pour le tas 1 et le tas 2. Pour le tas 3 c'est au niveau des substrats 100% S et 75% S + 25% C que nous avons obtenu le taux de germination le plus élevé (70%) des graines d'haricot cornille.

En ce qui concerne les graines de céleri, le taux de germination le plus important pour le Tas 1 est obtenu dans le substrat 100% S (90%). Pour le tas 2 et le tas 3 c'est au niveau des substrats 50% S + 50% C et 75% S +25% C respectivement que nous avons obtenus les taux de germination les plus élevés (100%).

3.4 Discussion

Dans le cadre de l'expérience de valorisation des déchets organiques par compostage, les paramètres surveillés (température, pH, humidité, faune et flore) évoluent en même temps que le processus de compostage.

Selon Michaud (2007), l'activité microbienne entraîne nécessairement une réduction du volume et du poids des tas. Mustin et al., (1987), ont confirmé dans leurs travaux que cette diminution est causée par l'invasion des matières premières par des microorganismes (durant la phase initiale du compostage. Ces microorganismes absorbent les molécules simple (sucres simples, acides aminés, alcools,... etc) et transforment une partie des polymères (protéines, acides nucléiques, amidons, pectines, hémicellulose, cellulose,...etc). Plus de 75% de la perte de poids sec est causée par la dégradation de la cellulose pendant cette phase.

Comme nous l'avons constaté dans les figures (18,19 et 20) Les microorganismes qui colonisent le milieu décomposent rapidement la matière organique facilement biodégradable. L'activité microbienne intense entraîne une augmentation de la température, une libération de dioxyde de carbone (CO₂), et une consommation significative de l'oxygène (O₂) (Albrecht, 2007).

Les résultats de la figure 21, montrent que les courbes de températures des trois types de tas sont différentes. Lorsque le compostage commence, l'activité biologique se développe grâce à des micro-organismes mésophiles, ce qui entraîne une augmentation de la température de 20°C à 57°C pour le Tas1, de 17°C à 46°C pour le Tas2 et de 19°C à 39°C pour le tas 3 pendant les 10

premiers jours. La montée en température est directement liée à l'oxydation de la matière organique des substrats (Chennaoui, 2016). Grâce à cette oxydation, l'énergie présente dans les liaisons chimiques des molécules constitutives est libérée (Ryckeboer, 2003).

Le compostage entraîne une augmentation de la température à 57°C en raison de l'activité intense des micro-organismes, ce qui favorise l'émergence de microorganismes thermophiles et thermo-tolérants (Chennaoui, 2016). Toutefois, pendant la phase de maturation qui suit la phase thermophile, les pertes de chaleur par échange avec l'environnement extérieur et la diminution des nutriments entraînent une baisse graduelle de la température, qui se rapproche de la température ambiante à 35 °C après 70 jours de compostage. Non seulement la température dépend de l'activité microbienne, mais aussi de la nature de la matière en décomposition. Effectivement, à mesure que la matière est plus facile à décomposer, la température augmente et le temps de décomposition diminue (Boutin, 2009).

Selon la figure 22 il est possible de constater que le pH des trois tas a évolué de manière similaire au début, passant de 5,5 à 5, ce qui s'explique par une acidification causée par la production d'acides organiques par l'activité microbienne qui dégrade les sucres simples, ainsi que par la production de CO₂. A partir de la 2^{ème} semaine du processus de compostage les valeurs se sont stabilisées (pH=6,5) et cela serait dû à la recolonisation des microorganismes mésophiles non détruits par les hautes températures de la phase précédente (phase thermophile) et qui continue à dégrader la matière organique, et que la phase de maturation n'est pas encore atteinte, ce qui fait que le compost n'est pas encore mûr car la matière organique n'est pas stabilisée. En effet, selon Debril, (2005), le pH (équilibre acide/base) influe sur le processus de compostage par l'intermédiaire des conditions de développement des micro-organismes de la fermentation. Bertoldie et al. (1983) in Attrassi et al., (2005) ont attribué l'acidification du compost à la production anaérobie d'acides organiques. Cela est semblable à nos constatations. Ces acides sont ensuite dégradés entraînant une alcalinisation du compost. En effet, au cours du processus de compostage des déchets ménagers, le pH devient légèrement acide puis augmente progressivement pour devenir neutre puis basique (Belaib, 2012). Les plantes peuvent facilement absorber les nutriments du compost à un pH proche de la neutralité, car un pH acide ou basique pourrait entraver l'absorption de certains minéraux (Bouferrache 2019).

Le maintien d'une humidité adéquate est nécessaire au bon déroulement du processus de Compostage. Selon Faverial (2016), la quantité idéale d'eau dans un compost varie en fonction du substrat utilisé. En général, cette quantité doit se situer entre 50% et 60%. Le processus de compostage se déroule en permanence si l'aération dans le mélange n'est pas assurée, l'oxygène peut devenir un obstacle. Dans des conditions de mauvaise oxygénation, l'apparition de mauvaises odeurs est associée à la présence d'acides gras dans le mélange. Effectivement, une faible oxygénation n'entraîne une prédominance des populations microbiennes anaérobies par rapport aux populations microbiennes aérobies.

La prolifération des Araignées (Acariens) peut être attribuée à leur rapidité de multiplication et à leur rapidité de développement. Il est également possible que cette abondance soit due à la disponibilité d'un potentiel alimentaire. Etant donné que leur régime alimentaire varie en fonction de leur catégorie les Oribates s'attaquent aux débris végétaux alors que les Acariens carnivores se nourrissent de Collembolles, de Nématodes, d'autres Acariens et de larves d'insectes (Bachelier, 1963). La prolifération de ce groupe peut donc être attribuée à l'abondance des larves de diptères et la présence de plusieurs espèces d'acariens, ce qui peut à son tour expliquer l'absence ou la rareté de certains groupes comme les collembolles et nématodes. Toutefois les acariens représentent la majeure partie de la faune et représentent un stade dans la décomposition des excavation végétales (Bachelier, 1968).

La présence de champignons dans le compost favorise l'amélioration de la biodiversité des sols surexploités. Effectivement, l'utilisation de compost pour amender les sols entraîne une augmentation de la population de microorganismes dans le sol par un facteur de 1000 (Lazarovits, 2001), ce qui met en évidence les avantages du compost par rapport à la tourbe, qui a été montrée beaucoup moins riche en microorganismes que les composts dans plusieurs études (Larbi, 2006).

L'analyse de la mycoflore a également mis en évidence la présence du genre *Penicillium* abondant dans tous les échantillons et dans les trois tas. Ainsi, le *penicillium* joue un rôle essentiel dans le processus de compostage en décomposant les matières organiques complexes en composants plus simples. Des enzymes sont produites pour dégrader la cellulose, les pectines et d'autres polysaccharides présents dans les déchets végétaux (Domsch et al., 2007).

Seules quelques espèces de champignons microscopiques peuvent survivre à des températures élevées. On les qualifie de thermophiles ou de thermo tolérantes (Mouchacca, 1997). Les résultats obtenus indiquent que le compost contient une grande quantité de champignons thermophiles, tels que *Aspergillus*. Pendant la phase thermophile du compostage, ces champignons ont émergé et auraient survécu pendant la phase de maturation

Certaines espèces de *penicillium* sont capables de tolérer des températures modérées a élevées, ce qui leur permet de contribuer au compostage tout au long des différentes phases thermiques du processus. bien qu'elles ne soient pas strictement thermophiles, ces espèces restent actives dans des conditions de chaleur (Cabral, 2010).

En ce qui concerne le test de germination, comme illustré dans la figure 36, le taux de germination varie d'un tas à l'autre et d'un substrat à l'autre. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec un taux de germination atteignant 100 % pour les graines de haricot cornille dans un substrat composé à 100 % du tas 1, ainsi que dans un substrat composé à 50-50 %. Pour les graines de céleri, un taux de 100 % de germination a été observé dans le tas 2 et dans un substrat composé à 75 % de compost et à 25 % de sol pour le tas 3.

Ces résultats peuvent s'expliquer par la maturité du compost. En effet, au cours des phases finales du compostage, le rapport C/N diminue, les réactions deviennent plus lentes, de l'ammoniac est perdu par volatilisation et l'azote est utilisé par les microorganismes pour la biosynthèse des matières humiques (Mina & El Kbir, 2008).

Conclusion

Conclusion

Le travail que nous avons mené s'y déroulé dans le village Sanana de la commune de Draa El Mizan, dans la wilaya de Tizi Ouzou. L'objectif de cette étude est d'utiliser le compostage pour valoriser la fraction organique putrescible des déchets ménagers et assimilés, ainsi que le suivi de quelques paramètres (physico-chimique et bactériologiques) des composts

Les mesures de ces paramètres ont été extrêmement bénéfiques pour évaluer les résultats du compostage et mettre en évidence une activité microbienne dynamique. Cette progression entraîne une stabilité du produit fini qui peut être exploité en agriculture.

L'évolution des tas au cours du processus de compostage nous a permis l'identification des changements qui ont caractérisé les différentes phases du compostage. Le principal changement est la diminution du volume des tas.

Les résultats du suivi de la température dans l'ensemble des tas nous ont permis de distinguer les quatre phases caractéristiques du compostage : la phase mésophile, la phase thermophile, la phase de refroidissement et la phase de maturation.

Le pH a été initialement acide, puis a progressivement augmenté avec la production d'acides pour finalement atteindre la neutralité.

La maturité des composts a été vérifiée via des tests de phytotoxicité à savoir un test de germination Ils ont été effectués sur des substrats contenant différentes concentrations de compost. D'après les résultats du test de germination, on peut conclure que notre compost est mure.

La faune des composts a été recensée et 10 familles ont été identifiées dans les composts. Au niveau des neuf substrats, les acariens sont les plus prédominants et les plus nombreux, suivis des larves de diptères. Les familles restantes sont peu nombreuses ou absentes. Cela résulte des effets compétitifs internes et externes particuliers ainsi que des prédatations.

L'inventaire de la flore fongique des composts a donné un total de 13 genres avec la dominance le genre *Penicillium*. Il en résulte donc que les composts renferment une communauté nombreuse et diversifiée.

Pour garantir le bon déroulement du processus de compostage :

- ❖ Assurez-vous d'avoir un bon équilibre entre les matières riches en carbone et les matières riches en azote pour favoriser la décomposition.
- ❖ Veillez à aérer régulièrement le compost en le retournant pour favoriser l'aération et accélérer le processus de décomposition.

Une tâche enrichissante et informative consiste à étudier la flore du compost. Voici quelques conseils pour réaliser cette recherche:

- ❖ Collectez des échantillons de compost à différentes étapes de décomposition et de différentes parties du compost afin d'obtenir des résultats représentatifs de la flore microbienne.
- ❖ Suivre l'évolution des facteurs environnementaux du compost tels que le pH, l'humidité et la température, car ils ont un impact sur la composition des micro-organismes.
- ❖ Étudier et suivre l'évolution des facteurs physico-chimiques et bactériologiques du compost pour une analyse plus approfondie

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Attrassi B., Mrabet .L, Douira. A,ounine. K et El haloui. N., 2005. Etude de la valorisation agronomique des composts des déchets ménagers. Biotechnologies et Environnement, Atelier « Biotechnologies » au Maroc. Etat des lieux et Domaines prioritaires, 1-6.

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. 92P

Bachelier G., 1963. La vie animale dans les sols. Ed. O. R.S.T.O.M. 279p.

Bachelier G., 1978. La faune du sol, son écologie et son action. Ed. O.R.S.T.O.M. 335p.

Bessenasse M., 2012. Réalités des centres d'enfouissement technique en Algérie : cas du CET de SOUMAA (W. Blida). Revue Agrobiologia, N°3, pp : 71-76.

Bertoldi M., Vallini G. et Pera A., 1982. The biology of composting: a review. Waste Management & Research. p157,176.

Beguin M., 2013. L'histoire des ordures : de la préhistoire à la fin du dix-neuvième siècle, Vertigo-la revue électronique en science de l'environnement, volume 13, n°3, 56 p.

Boutin E., 2009. Valorisation des rejets organique de biscuits Leclerc Ltée par production de compost de haute qualité, Mémoire de Master B. Sc. Biologie. Université de Québec, 161p.

Bouferrache A. L., 2019. Valorisation des déchets organiques (fraction fermentescible des déchets ménagers et assimilés et le grignon d'olives) dans la commune de Ait Yahia Moussa. Mem. Master. UMMTO. P 37

Cabral J.P.S, 2010. Can penicillium spores be airborne? Microbial Ecology in Health and disease, 22.

Cummings D., 2014. The Organic Composting Handbook: Techniques for a Healthy, Abundant Garden. New York. Ed. Skyhorse Publishing, pp : 52 – 60

Celerier J., 2008. Caractérisation moléculaire et dynamique de la matière organique de compost (Déchets verts/Bio déchets) dans un sol. Thèse de doctorat de ‘université de Poitiers, 37 p.

Chennaoui M., 2016. Valorisation agricole d’un compost produit à partir du compostage en cuve des déchets municipaux. P.253.

Debril J., 2005 Gestion des déchets de jussie par le compostage P 17.

Domsch K.H., Gams,W., ET Anderson,T.H. 2007. Compendium of soil fungi ce compendium souligne le role de penicillium dans la dégradation des matières organique.

Duplessis J., 2006. Le compostage facilité : guide sur le compostage domestique. NOVA Envirocom. Canada. Multi Mondes, 112 p.

Gillet r., 1985.Traité de gestion des déchets solides et son application aux pays en voie de Développement, 1er Volume : Programme minimum de gestion des ordures ménagères et des Déchets assimilés, 397 p.

Faverial J., 2016. Compostage et vermicompostage des effluents d’élevage. Une alternative durable pour le recyclage des déchets d’origine animale. Université des Antilles

Hacala S., (1998). Le compostage du fumier en exploitation d’élevage. Recueil des Interventions. Paris. ACTA/ADEME/Ministère de l’Agriculture et de la Pêche : 43 p.

Humeau P, H, Le cloirec P., 2010.Emissions gazeuses et traitement de l’air en compostage. Edition Techniques Ingénieur. Pp : 9-13.

Journal officiel de la république algérienne N°22. 2002. Décret exécutif N° 02-175 du 20 mai 2002, portant création de l’agence nationale du déchet, 10 p.

Journal officiel de la république algérienne N°43. 2003. Loi n° 03 – 10 du 19 juillet 2003, relative à la protection de l’environnement dans le cadre du développent durable, 19 p.

Journal officiel de la république algérienne N°46. 2004. Décret exécutif n° 04-199 du 19/07/2004, Fixant les modalités de création ; d'organisation, de fonctionnement et de financement du système public de traitement et de valorisation des déchets, 10 p.

Journal officiel de la république algérienne N°74. 2002. Décret exécutif n°02-372 du 11 novembre 2002, relatif aux déchets d'emballage, 11 p.

Journal officiel de la république algérienne N°77 DU 15 décembre 2001, p8-15 loi n°01-19 du 27 ramadhan 1422 correspondant au 12 décembre 2001, relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets

Journal officiel de la république algérienne N°77. 2001. Loi n° 01 -19 du 12/12/ 2001, relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, 15 p.

Khattabi, N. (2004). Aptitude antagoniste de *Trichoderma* vis-à-vis de *Sclerotium rolfsii*, agent responsable de la pourriture racinaire de la betterave à sucre dans les Doukkala, et perspectives de son utilisation pratique en lutte biologique. Thèse de Doctorat d'Etat Es-Sciences. Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences Semlalia, Marrakech. 106 pp.

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

Larbi, M. (2006). Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques. Thèse de Doctorat Es-Sciences, Faculté des Sciences de l'Université de Neuchâtel, Institut de Botanique, 140 pp. + annexes.

Leclerc, B., 2001 Guide des matières organiques tome 1, deuxième édition, collection : guide technique. Editeur : ITAB, 238p.

Luxen, P., 2006 Le compostage des fumiers, une technique de valorisation des matières organiques en agriculture. Les livrets de l'Agriculture n°3. SPW, 33 p.

Maystre, L.Y, Pictet, J Et simos,J., 1994 Méthodes multi - critères Electre. Description, Conseils pratiques et cas d'application à la gestion environnementale. Lausanne, Suisse : Presses polytechniques et universitaires romandes, 323 p

Mustin, M., (1987) Le compost. Gestion de la matière organique. Paris, Edition François Dupuis. 954 p.

Michaud, L., (2007)Tout sur le compost : le connaître, le faire et l'utiliser. Quebec: Litho Chic, 212 p.

Mina, J.Y.,& El Kbir,L.2008. Evaluation de la stabilité et maturité des composts obtenus par biodégradation arérobique d'un mélange de déchets ménagers et des déchets de poulets p 45.

Mouchacca, J. (1997). Thermophilic fungi: Biodiversity and taxonomic status, Crypt. Mycol., 18, 19-69

Ryckeboer J, (2003). Une enquête sur les bactéries et les champignons présents lors des processus de compostage et d'auto-échauffement.p.7.

Scriban, R., 1993. Biotechnologie. Edition : coordonnateurs, 4ème éd. Paris, 904p.

Yefsah, F., 2016contribution au traitement des déchets ménagers par compostage Diplôme de fin d'étude. UMMTO,38p.

Znaidi, I.E.A., 2002Etude et évaluation du compostage de différents types de matières organiques et des effets des jus de composts biologiques sur les maladies des plantes. Mém. Master en biologie de l'U.M.M.T. 104p.

Annexes

Annexe 5: corrélations entre les genres de la faune fongique .

	Acremonium	Aspergillus	Aureobasidium	Cladosporium	Fusarium	Geotrichum	Leptodontidium	Neoscytalidium	Penicillium	Rhizopus	Trichoderma	Trichophyton	Verticillium
Acremonium	1	0,98	0,97	1,00	0,99	-1,00	1,00	0,42	-0,96	-0,28	-0,50	1,00	-0,50
Aspergillus	0,98	1	0,89	0,98	0,94	-0,96	0,98	0,21	-0,87	-0,48	-0,30	0,98	-0,68
Aureobasidium	0,97	0,89	1	0,97	0,99	-0,98	0,97	0,64	-1,00	-0,02	-0,70	0,97	-0,26
Cladosporium	1,00	0,98	0,97	1	0,99	-1,00	1,00	0,42	-0,96	-0,28	-0,50	1,00	-0,50
Fusarium	0,99	0,94	0,99	0,99	1	-1,00	0,99	0,54	-0,99	-0,14	-0,61	0,99	-0,38
Geotrichum	-1,00	-0,96	-0,98	-1,00	-1,00	1	-1,00	-0,47	0,97	0,22	0,55	-1,00	0,45
Leptodontidium	1,00	0,98	0,97	1,00	0,99	-1,00	1	0,42	-0,96	-0,28	-0,50	1,00	-0,50
Neoscytalidium	0,42	0,21	0,64	0,42	0,54	-0,47	0,42	1	-0,67	0,76	-1,00	0,42	0,57
Penicillium	-0,96	-0,87	-1,00	-0,96	-0,99	0,97	-0,96	-0,67	1	-0,02	0,73	-0,96	0,22
Rhizopus	-0,28	-0,48	-0,02	-0,28	-0,14	0,22	-0,28	0,76	-0,02	1	-0,70	-0,28	0,97
Trichoderma	-0,50	-0,30	-0,70	-0,50	-0,61	0,55	-0,50	-1,00	0,73	-0,70	1	-0,50	-0,50
Trichophyton	1,00	0,98	0,97	1,00	0,99	-1,00	1,00	0,42	-0,96	-0,28	-0,50	1	-0,50
Verticillium	-0,50	-0,68	-0,26	-0,50	-0,38	0,45	-0,50	0,57	0,22	0,97	-0,50	-0,50	1

Résumé

Notre étude visait principalement à valoriser les biodéchets par compostage en combinant trois types de déchets organiques : déchets verts, fientes de volaille et grignon d'olive. Les objectifs spécifiques incluaient le suivi du processus de compostage, l'identification de la flore fongique et de la faune du compost, ainsi que l'évaluation de la qualité du compost par des tests de germination

Trois tas de compost ont été suivis. Les résultats obtenus montrent que leurs volumes ont diminué progressivement au fil du temps en raison de la décomposition des matières organiques, de la perte de CO₂ et de l'évaporation de l'eau. La température a augmenté pendant la phase mésophile, atteignant des pics spécifiques (57°C, 49°C, 43°C pour les tas 1, 2 et 3 respectivement) lors de la phase thermophile, puis a diminué pendant la phase de refroidissement. Initialement acide (environ 5-5,5), le pH du compost a fluctué pendant la phase acidogène avant de s'alcaliniser et de se stabiliser autour de 7. Dix familles de faune du compost ont été identifiées avec une prédominance de la famille Araignées (Acariens). L'analyse statistique (ANOVA) a révélé des différences significatives pour les 3 facteurs profondeurs, Périodes et profondeurs & Périodes. Treize genres de champignons ont été identifiés, avec une prédominance de *Penicillium* dans tous les tas. Une analyse ANOVA a révélé des différences significatives pour *Penicillium* et *Cladosporium* entre les tas. Les tests de germination ont indiqué des différences dans la viabilité des graines d'haricot et de céleri en fonction des différents mélanges de compost et de sol utilisés.

Abstract

Our study mainly aimed to valorize biowaste by composting by combining three types of organic waste: green waste, poultry droppings and olive pomace. Specific objectives included monitoring the composting process, identifying the fungal flora and fauna of the compost, as well as assessing the quality of the compost through germination tests.

Three compost piles were monitored. The results obtained show that their volumes gradually decreased over time due to the decomposition of organic matter, loss of CO₂ and evaporation of water. The temperature increased during the mesophilic phase, reaching specific

peaks (57°C, 49°C, 43°C for piles 1, 2 and 3 respectively) during the thermophilic phase, and then decreased during the cooling phase. Initially acidic (around 5-5.5), the pH of the compost fluctuated during the acidogenic phase before becoming alkalized and stabilizing around 7. Ten families of compost fauna were identified with a predominance of the Spider family (Mites). Statistical analysis (ANOVA) revealed significant differences for the 3 factors depths, Periods and depths & Periods. Thirteen genera of fungi were identified, with *Penicillium* predominating in all piles. An ANOVA analysis revealed significant differences for *Penicillium* and *Cladosporium* between piles. Germination tests indicated differences in the viability of bean and celery seeds depending on the different compost and soil mixtures used.