



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie

Sciences Agronomiques

Hydro-pédologie

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :

- **SERITI SAMIA**

Le : dimanche 18 juin 2023

L'évaluation de l'effet des différentes techniques d'épandage du compost sur les propriétés physico-chimiques d'un sol gypseux (cas de Ziban)

Jury :

Mr. ASSAOUI Hichame MAA	Université de Biskra	Présidente
Mr. KHACHEI Salim MAA	Université de Biskra	Promoteur
Me. KESSAI Abla MAA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2022- 2023

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Ma très chère mère et mon père qui m'ont toujours encouragées de poursuivre Mes études malgré les difficultés que j'ai rencontrées, que Dieu les gardes en bonne santé.

À ma sœur et mes très chers frères : Sounia , Housam ,

Anouar (que Dieu lui fasse miséricorde)

Cousins : Malak et Nur al-Huda, Ibtisam, Yassin et Younes,
Mariem.

À toutes la famille Seriti

Remerciements

Dieu soit loué car sa grâce, je remercie avant tout Dieu le Tout Puissant, de m'avoir Donné le courage et de m'avoir guidé pour l'accomplissement de ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon enseignant et encadrant Maitreassistant à l'université de Biskra Mr. Khechai Salim pour la confiance qu'il m'accordé, son suivi, son énorme soutien et pour le temps qu'il a consacré pour les précieuses informations.

Ainsi, je lui remercie pour m'encourager d'engager à ce défi que j'ai extrait des précieuses informations, c'est un honneur pour moi d'avoir travaillé avec lui.

Mes vifs remerciements à Mr BOUKHIL Khaled, pour avoir accepté de présider le jury, qu'il trouve ici l'expression de ma profond de reconnaissance.

J'adresse aussi mes remerciements à Mr. Boumarafe Belgasem d'avoir accepté d'examiner ce travail et faire partie du jury de soutenance.

Je remercie tout le personnel du Département des sciences agricoles, les professeurs, les administrateurs, les étudiants et tous ceux qui ont rendu cette expérience inoubliable

Listes des Figures

Figure 1	Représentation schématique du processus de compostage (Slimani, 2022)	03p
Figure 2	Evolution théorique de la température durant le compostage en milieu tempéré (Faverial , 2016).	05p
Figure 03.1	Evolution de la densité apparente (g/cm^3) de la couche de surface	31P
Figure 03.2	Evolution de la densité apparente de la couche souterraine	32P
Figure 04 .1	Evolution de la densité réelle (g/ cm^3) de la couche de surface	33P
Figure 04.2	Evolution de la densité apparente de la couche souterraine	33P
Figure 05.1	Evolution de la porosité (%) de la couche de surface du sol.	34P
Figure 05.2	Evolution de la porosité (%) de la couche souterraine du sol.	34P
Figure 06.1	Evaluation de l'humidité de sol (%) de la couche de surface.	35P
Figure 06.2	Evaluation de l'humidité de sol (%) de la couche souterraine.	35P
Figure 07.1	Evaluation de matière organique de sol (%) de la couche de surface.	36P
Figure 07.2	Evaluation de matière organique de sol (%) de la couche souterraine du sol.	37P
Figure 08.1	Evolution de la CEC (meq/ 100g du sol) de la couche de surface	38P
Figure 08.2	Evolution de la CEC (meq/ 100g du sol) de la couche souterraine	38P

Listes des Tableaux

Tableau 1	Rapport C/N de divers substrats (Charnay,2005).	09p
Tableau 2	les sols gypseux dans la classification française (C.P.C.S., 1967) (Belmabrouk et Laroui,2017).	17p

Liste des abréviations

CE : conductivité électrique

CEC : capacité d'échange de cations

CO : carbone organique

FAO : Organisation des Nations Unies pour L'alimentation et l'agriculture

MO : Matières Organiques

da : La densité apparent .

dr : La densité réelle .

Hr : humidités

P : Porosité.

GES : Gaz à Effet de Serre.

ITDAS : L'Institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne.

Table de Matière :

Dédicace	
Remerciements	
Liste des abréviations	
Listes des Figures	
Listes des Tableaux	
Chapitre I : bibliographique sur les techniques de confection du compost	
Généralités.....	03
1.Définition	03
2. Avantages du compostage	03
3.Le processus du compostage	04
3.1. Les matières organiques	05
3.2. Organismes décomposeurs	05
4.Technique de compostage	06
4.1. Le compostage en tas	06
4.2. Le compostage en bac	06
4.3. Le compostage en silo auto-construit.....	06
4.4. Le compostage de surface ou mulching	06
4.5. Le lombricompostage.....	07
5. Qualité de compost	07
5.1. Teneur en eau.....	07
5.2. Température.....	08
5.3. Granulométrie.....	08
5.4. Rapport carbone et azote (C/N)	09
5.5. PH	10
6.Rôle de compost dans l'amélioration des particules de sol	10
6.1. Propriété chimique du sol	10
6.2. Propriété physique du sol	11
6.3. Propriété biologique du sol.....	12
7. Choix de compost	13
6.5. Les avantages et les inconvénients de compostage.....	13
CHAPITRE II : Les sols gypseux	

Les sols gypseux	17
1. Définition	17
2. Classification des sols gypseux	17
2.1 Classification Française.....	17
2.2 Classification Américaine	18
2.3 Classification FAO.....	18
3. Distribution des sols gypseux	19
3.1 En monde.....	19
3.2 En Algérie.....	19
4. Origine du gypse dans les sols.....	19
4.1 Origine des nappes.....	19
4.2 Origine éoliennes	20
5. Dynamique de l'eau dans le sol.....	20
6. Caractéristiques des sols gypseux	20
6.1. Les propriétés physiques	20
6.2. Propriétés chimiques	21
CHAPITRE III : matériel et méthode	
Introduction	24
1. Travail de terrain.....	24
1.1. Dispositif expérimentale.....	24
1.2. Echantillonnage	25
2. Travail en laboratoire.....	25
2.1. Analyses du sol.....	25
2.1.1. Mesure de l'humidité	25
2.1.2. Mesure de la Capacité d'échange cationique (CEC).....	26
2.1.3. Mesure de La densité apparente (da).....	27
2.1.4. Mesure de la masse volumique des particules solide ps	27
2.1.5. Mesure de la porosité	27
2.1.6. Mesure de Carbone organique (matière organique).....	
.....	27
CHAPITRE IV : Résultats et discussion	
Introduction	31
1. Evolution de la densité apparente	31
2. Evolution de la densité réelle.....	32
3. Evolution de la porosité du sol	33

4. Evaluation de l'humidité du sol	35
5. Evaluation de la matière organique	36
6. Evolution de la capacité des échangée cationique CEC de sol	37
Conclusion	40
Références Bibliographiques.....	41

Introduction

Introduction

Introduction

La matière organique est la matière spécifique des êtres vivants végétaux et animaux. En raison de sa richesse en carbone, la matière organique est appelée matière carbonée. Elle constitue l'humus. Elle est composée d'éléments principaux (C, H, O, N) et d'éléments secondaires, (S, P, K, Ca, Mg) . La matière organique joue un rôle primordial sur la qualité et la fertilité des sols grâce à ses effets sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol (Mansoul,2022).

La MO du Sol est essentiellement localisée dans l'horizon superficiel du sol et sa teneur décroît avec la profondeur. Elle constitue un réservoir de nutriments pour les plantes grâce à divers processus chimiques, physiques et biologiques, elle participe de façon générale à l'aptitude des sols à la production végétale.

Influence aussi la stabilité structurale du sol en servant de liant entre les particules et modifie les propriétés hydriques de ce sol. Certaines études montrent une relation directe et positive entre la teneur en carbone total et la stabilité structurale. Ce n'est pas toujours le cas.

Les matières organiques assurent la cohésion des autres constituants du sol entre eux et contribuent à la structuration de sol et à la stabilité de sa structure. Ceci est dû au grand nombre de liaisons électrostatiques et surtout de liaisons faibles que les matières organiques peuvent assurer, combiné avec le caractère macromoléculaire et la conformation souple des molécules. Les entités formées lors des cohésions des particules du sol sont appelés agrégats (Rosalie et Elisabeth,2010).

En réponse aux problèmes de dégradation de la fertilité des sols et d'impacts environnementaux générés par les systèmes de culture conventionnels, Et parmi les sources de matière organique qui sont appliquées au sol, il y a l'humus d'origine animale et l'humus d'origine végétale (compost), qui sont fournis avec des éléments minéraux qui aident à la croissance des plantes et contribuent également à augmenter l'activité vitale du sol et à améliorer ses propriétés.

L'agriculture intensive ou des phénomènes tels que l'érosion conduisent à la diminution des teneurs en matières organiques des sols, provoquant une baisse de leur fertilité. L'utilisation de compost en agriculture pourrait permettre de lutter contre cette tendance à la dégradation des sols. En effet, il est généralement admis que les composts contribuent à l'entretien de la matière organique des sols, améliorant ainsi leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques, et qu'ils apportent des éléments fertilisant aux cultures (Francou,2004).

Et notre objectif dans ce travail est de suivre l'effet de la matière organique sous forme compost sur le sol de gypse et ses propriétés physiques Nous nous sommes également concentrés sur le suivi de l'effet de la technique d'ajout de matière organique et si ces techniques contrôlent le pourcentage de sol bénéficiant de ces ajouts.

*CHAPITRE 01 : Généralité sur les techniques
de confection du compost*

1. Définition

L'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) définit le compostage comme « un processus naturel de dégradation ou de décomposition des matières organiques, telles que les résidus de culture, les déchets animaux, les restes alimentaires, certains déchets urbains et déchets industriels appropriés, par les microorganismes dans des conditions bien définies. Une fois le processus de compostage terminé, le compost devient une source importante de matière organique (MO), peut être appliqué aux sols. La MO du sol joue un rôle important dans la durabilité de la fertilité, et donc pour une production agricole durable » (Faverial, 2016).

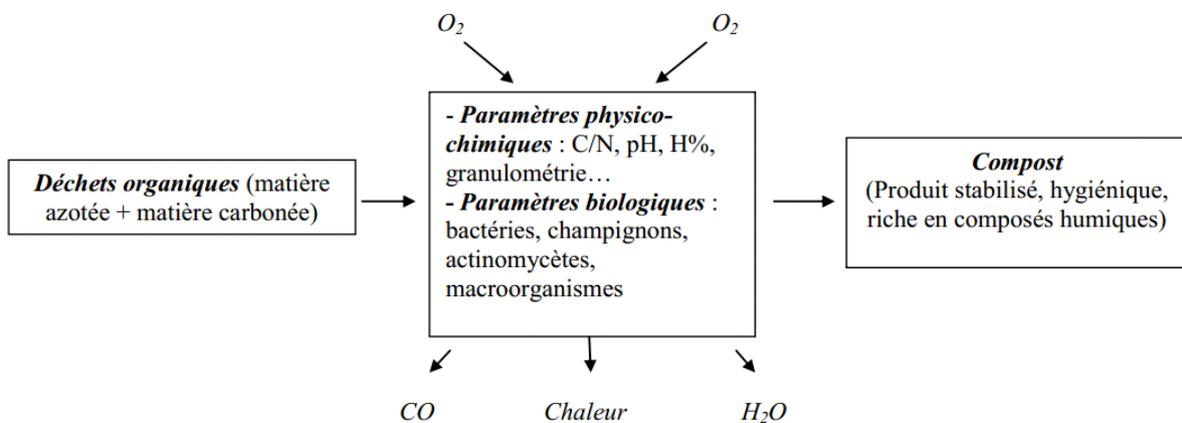


Figure 1 : Représentation schématique du processus de compostage (Slimani, 2022).

Le compostage améliore la fertilité et de la qualité, aussi la biodiversité des sols favorisant, ainsi une augmentation de la productivité agricole. Aussi, il permet la stabilisation biologique des résidus organiques, qui peuvent être utilisés comme source de nutriments pour les cultures (Azzouzi et Khene, 2021).

2. Avantages du compostage

Selon (Slimani, 2022), Le compostage est considéré comme la filière de traitement la plus pérenne, la plus durable et la mieux adaptée pour une large gamme de résidus et de substrats : fraction organique des déchets ménagers et sous-produits d'huilerie . Les déchets verts et boues de steppes. Les travaux de cet auteur ont montré que le compostage offre différents avantages sur :

- Paramètres physicochimiques : C/N, pH, Humidité, granulométrie...
- Paramètres biologiques : bactéries, champignons, actinomycètes, macro-organismes

Compost (Produit stabilisé, hygiénique, riche en composés humiques), déchets organiques (matière azotée + matière carbonée).

Le compostage est une écotechnique permettant de réduire les masses et les volumes de déchets à moitié (50% par rapport aux déchets initiaux) (Slimani, 2022). Ces réductions sont dues à la perte d'eau et à la modification de la porosité du milieu et à la minéralisation des composés organiques.

C'est un procédé biotechnologique utilisant les potentialités microbiennes permettant l'obtention d'un amendement organique « appelé compost » à partir des déchets organiques. L'augmentation de la température au cours de la phase thermophile du processus de dégradation, permet la destruction des agents pathogènes et de graines d'adventices.

Le compostage permet la désodorisation due à la transformation de l'azote ammoniacal (qui est responsable des odeurs nauséabondes) en azote organique par les microorganismes. Le traitement in-situ par compostage des déchets putrescibles nous épargne leur acheminement vers les CET où ils subissent l'enfouissement. Dans ces lieux, ces déchets se décomposent en l'absence d'air (anaérobie) et produisent du lixiviat qui entraîne avec lui des contaminants solides tels que les métaux lourds et qui risque de se déverser dans les plans d'eau sous terrains ou de surface. En plus du lixiviat, la décomposition des déchets fermentescibles en absence d'oxygène produit des biogaz comme le dioxyde de carbone (CO₂) et le méthane (CH₄), deux gaz à effet de serre responsables du réchauffement climatique.

3. Processus du compostage

Le compostage est un processus naturel de «dégradation» ou de décomposition de la matière organique par les micro-organismes et les macroorganismes dans des conditions bien définies. Les matières premières organiques, telles que les résidus de culture, les déchets d'animaux, les restes alimentaires, certains déchets urbains et les déchets industriels appropriés, peuvent être appliquées aux sols en tant que fertilisant, une fois le processus de compostage terminé. (Zaiter et Daas, 2019).

Aussi le terme de compostage recouvre les phénomènes de décomposition biologique et d'altération des matières organiques par les bactéries et de nombreux autres organismes. Les bactéries sont les organismes majeurs intervenant dans les processus de décomposition, mais beaucoup d'autres interviennent dans ces processus tels que les champignons, les actinomycètes, les vers et les insectes. Ces organismes provoquent la décomposition en se nourrissant des matières organiques. Le résultat se retrouve sous forme de compost ou d'humus, de couleur foncée, à la fois riche en éléments nutritifs et en capacité d'amélioration de la structure du sol (Zaiter et Daas, 2019).

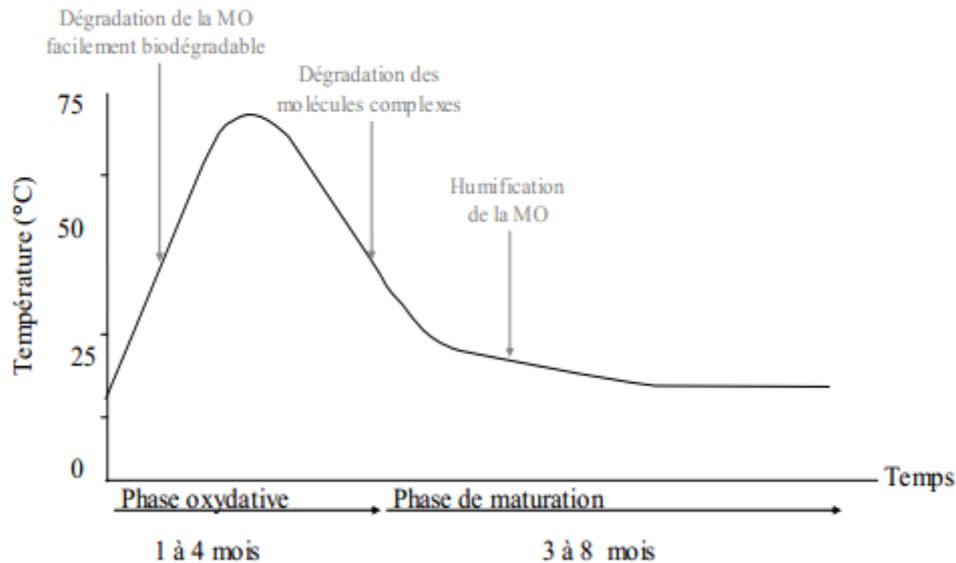


Figure 2 : Evolution théorique de la température durant le compostage en milieu tempéré (Faverial , 2016)

3.1. Matières organiques

N'importe quelle matière organique peut être compostée. En ce qui nous concerne, les matières organiques sont composées de tout ce qui pousse dans notre jardin et les restes de nourriture, particulièrement les fruits et les déchets végétaux. Les mauvaises herbes, les feuilles, les déchets de taille, les trognons de pommes, les sachets de thé et les pelures de pommes de terre sont des déchets organiques. Le bois et les branches non broyés sont organiques mais prennent trop de temps pour se décomposer pour avoir une utilité immédiate dans un compostage amateur. (Zaiter et Daas, 2019).

3.2. Organismes décomposeurs

Selon (Zaiter et Daas, 2019) tous les micro-organismes et les plus gros organismes sont impliqués dans les phénomènes de décomposition de la matière organique. Les bactéries sont les premiers micro-organismes impliqués. Elles arrivent avec la matière organique et démarrent les processus en altérant les matières organiques pour pouvoir se nourrir. Les bactéries croissent et se multiplient tant que les conditions leur sont favorables. Elles disparaissent à mesure que les conditions qu'elles ont contribué à changer deviennent plus favorables à d'autres organismes. Les bactéries, les actinomycètes et les champignons consomment directement les déchets et sont désignés comme décomposeurs de premier niveau. Ils sont assistés dans cette tâche par de plus gros organismes tels que vers de terre, scarabées,

acariens, cloportes, vers blancs et autres mouches qui consomment aussi directement les déchets .

4. Techniques de compostage

Il existe plusieurs techniques de compostage en fonction de la nature, de la quantité de déchets utilisés ainsi que de l'objectif fixé. On peut classer ces techniques en quatre : le compostage en bio-réacteur, en tas statique, en andin retourné et le vermicompostage.

Quelque soit la technique adoptée, le procédé commence par la collecte et le traitement adéquat des déchets à travers les phases classique du cycle indiquées ci-dessus avec une étape d'affinage pour certains types de déchets comme les déchets ménagers ou verts(Fersi,2015).

4.1. Le compostage en tas

Le compostage en tas est la technique la plus simple mais également la moins élégante. Elle consiste à mettre un tas de déchets au fond du jardin. Ce système permet de composter de grandes quantités de déchet et facilite également les manipulations. En outre, comme le compost est à l'air libre, il peut attirer les animaux. Ce dernier est à favoriser si vous avez un grand jardin éloigné des voisinages (Zaiter et Daas, 2019).

4.2. Le compostage en bac

Le compostage en bac peut se faire dans un bac de différentes tailles, en bois ou en plastique. Il est parfait pour les petits jardins et permet d'éviter les nuisances car on y glisse essentiellement des déchets alimentaires qui se compostent rapidement. Par ailleurs, les manipulations sont plus difficiles et le compostage en bac requiert plus de temps (Zaiter et Daas, 2019).

4.3. Le compostage en silo auto-construit

Le compostage en silo auto-construit peut être en bois ou en parpaing et peut se placer dans tous les types de jardins. Ce dernier permet de composter des grandes quantités et les manipulations sont aisées. Ce système demande d'être un petit peu bricoleur (Zaiter et Daas, 2019).

4.4. Le compostage de surface ou mulching

Cette technique très différentes des autres, consistent à répandre sur le sol les tontes et des déchets de jardin broyés. Cela demande de la précaution car certaines plantes sont fragiles et risquent d'en souffrir. Par ailleurs, seuls les déchets verts peu vent être utilisés (Zaiter et Daas, 2019).

4.5. Le lombricompostage

Le lombricompostage est idéal pour un compost dans un garage, une cour ou encore une terrasse. Pour ce composte, il faut utiliser des lombrics, les cousins des vers de terre. Cette technique fonctionne toute l'année mais il faut faire attention aux températures excessives (Zaiter et Daas, 2019).

5. Qualité de compost

Selon (Charnay,2005), Le compost est essentiellement utilisé comme amendement organique pour améliorer la qualité des sols et les rendements de production des cultures. Il doit correspondre à des standards de qualité répondant eux-mêmes aux exigences des consommateurs et du marché. En l'absence de critères de qualité et de systèmes d'assurance qualité, la qualité obtenue est surtout conditionnée par la nature des produits initiaux et le suivi des paramètres physico-chimiques. Il est indispensable de tenir compte de certaines exigences pour ne pas porter préjudice à la commercialisation du produit comme :

- le caractère inoffensif du point de vue pathogène,
- la compatibilité avec les plantes,
- l'absence d'impuretés (plastiques, verres...),
- la teneur en matières fertilisantes (N, P, K, Ca),
- la teneur en polluants potentiels (métaux lourds),
- le suivi de la qualité du produit.

Pour vérifier ces conditions, les principaux paramètres à suivre pendant le procédé sont les suivants :

5.1. Teneur en eau

La teneur en eau ou humidité (H %) du substrat conditionne l'activité des microorganismes. La teneur optimale dépend de la densité du milieu, qui est fonction de l'état physique et de la nature du substrat. Elle est sensible à deux phénomènes ayant des effets complémentaires, d'une part, la dégradation de la matière organique provoquant une libération d'eau et d'autre part, une

évaporation de l'eau sous l'effet de l'énergie calorifique libérée par la fermentation (Koledzi,2011).

La décomposition de la matière organique est inhibée si la teneur en eau baisse en dessous de 20 %. Au contraire, si elle dépasse 70 %, l'eau commence à remplir les espaces lacunaires des déchets et empêche les échanges d'oxygène, provoquant des conditions favorables à l'anaérobiose. L'optimum de teneur en eau se situe entre 40% et 60 %. En fin de procédé, un produit sec ou presque facilite la finition mécanique du compost en évitant un colmatage des équipements (Koledzi,2011).

5.2. Température

Le processus de compostage met en œuvre deux gammes de température : mésophile et thermophile. Alors que la température idéale pour la phase initiale de compostage est de 20 à 45°C, par la suite, les organismes thermophiles ayant pris le contrôle des étapes ultérieures, une température située entre 50 et 70°C est idéale(Zaiter et Daas, 2019).Les températures élevées caractérisent les processus de compostage aérobie et sont les indicateurs d'une activité microbienne importante. Les pathogènes sont en général détruits à 55°C et plus, alors que le point critique d'élimination des graines d'adventices est de 62°C. Le retournement et l'aération peuvent être utilisés pour réguler la température (Zaiter et Daas, 2019).

5.3. Granulométrie

Selon (Koledzi, 2011), La granulométrie est un facteur qui détermine la vitesse de biodégradabilité. Plus la surface spécifique du substrat sera élevée, plus la zone de contact entre le substrat et les micro-organismes sera étendue et meilleure sera la fermentation. Une granulométrie trop fine induit un espace poral trop réduit et diminue l'accès puis la circulation de l'air : « étouffement » du compost. A contraire, si la granulométrie est trop élevée, les apports en oxygène vont dépasser les teneurs optimales, asséchant le compost, et la montée en température se réalisera difficilement. La granulométrie du substrat évolue au cours du processus de dégradation par fragmentation des agrégats vers des éléments fins. Elle peut être modifiée par l'emploi de circuler de préférence au broyeur pour les déchets urbains très hétérogènes pour lesquels le broyage peut conduire à la dissémination des impuretés dans le compost.

En conclusion, l'identification des principaux paramètres physico-chimiques est nécessaire pour optimiser puis améliorer l'efficacité du procédé. De la caractérisation physico-chimique du substrat va découler le réajustement des conditions du procédé : ajout d'eau, fréquences des retournements. Au cours du procédé, un contrôle des principaux paramètres permet non seulement de connaître l'état de dégradation du compost mais aussi d'avoir une idée du bon

déroulement du processus. Dans la pratique, les conditions de dégradation rapides et contrôlées dépendent du système de fermentation employé.

5.4. Rapport carbone et azote (C/N)

Selon (Charnay,2005), Les bactéries utilisent le carbone comme source d'énergie et l'azote comme source protéique. Le procédé de compostage entraîne une décomposition de la M.O, donc une consommation de l'azote et du carbone, correspondant à la diminution du rapport C/N. Ce rapport exprime la proportion entre le carbone et l'azote bio-disponible. Il dépend de la composition intrinsèque du substrat à composter comme le montre le Tableau 1.

Tableau 1 : Rapport C/N de divers substrats (Charnay, 2005).

Matières	Rapport C/N
Urines	0.8
Gazon coupé	12
Tabac	13
Légumes	12-30
Ordures ménagères	25
Papiers- cartons	70
Branches arbres	70
Paille de blés	128
Sciure de bois	200

De nombreux auteurs déterminent des valeurs optimales de ce rapport C/N qui peut varier de 107 à 18 en début de compostage. Par exemple, il se situe entre 25 et 45 pour les ordures ménagères hétérogènes, alors que le rapport minimum C/N des déchets verts est proche de 30. La valeur de 35 ne doit pas être dépassée pour les déchets urbains, sinon les micro-organismes passent par plus de cycles d'oxydation pour atteindre la valeur optimale dans le compost. De même, si ce rapport est trop faible, une perte excessive en azote ammoniacal risque d'entraîner une diminution du pH (Charnay,2005).

Il est donc important de connaître le rapport C/N initial des déchets afin de constituer un mélange optimal en ajoutant la quantité d'éléments déficitaires pour assurer une dégradation idéale et homogène sur l'ensemble du processus.

5.5. PH

Le pH des suspensions de solides (déchets, compost) varie entre 5 et 9. Une phase acidogène se produit au début du processus de dégradation : production d'acides organiques et de dioxyde de carbone (CO₂) par les bactéries acidogènes, décomposeurs du matériel carbone

complexe, provoquant ainsi une diminution du pH initial. La seconde phase correspond à une alcalinisation : hydrolyse bactérienne de l'azote avec production d'ammoniac (NH_3) associée à la dégradation de protéines et à la décomposition d'acides organiques (Charnay, 2005).

Le pH optimal se situe donc vers la neutralité en fonction de la nature du substrat. Le suivi du pH est un indicateur du degré de décomposition biologique et biochimique. La première phase acidogène est difficilement observable (Charnay, 2005).

6. Rôle de compost dans l'amélioration des particules de sol

Plusieurs études ont montré l'importance de l'apport des amendements organiques dans l'amélioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol (Bensassi ,2012). Ces matières organiques sont variées : boue, fumier, compost, etc. Cependant, tous les types de matières organiques ne permettent pas d'atteindre les mêmes améliorations. En comparaison avec les boues et le fumier, le compost est riche en matières organiques stables qui améliorent les propriétés du sol et par conséquent sa fertilité physique et sa productivité (Bensassi ,2012).

6.1. Propriété chimique du sol

Selon (Bensassi ,2012), Les composts constituent une source de substances organiques et minérales contribuant à l'amélioration de la fertilisation des sols. L'incorporation de compost au sol augmente le stock de carbone organique. A même dose, le compost enrichit plus le sol en carbone organique total que le fumier. Ainsi la valorisation agronomique du compost permet d'entretenir, voire d'augmenter la séquestration du carbone dans les sols contribuant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Une augmentation de ces stocks de 0,2% par an (6 Mt) permettrait de compenser 4% des émissions brutes annuelles des gaz à effet de serre (GES), ou un quart environ des missions des secteurs agricole et forestier. Les composts constituent aussi une source d'azote, de phosphore, et de potassium.

Cependant la valeur fertilisante azotée et phosphatée des composts diminue en cas de grande stabilisation de la matière organique des composts alors que la valeur amendante, associée à la capacité à augmenter le stock de matières organiques du sol, augmente avec la stabilité de la matière organique. L'ajout de compost contribue aussi à une augmentation de la capacité d'échange cationique (CEC) augmentant ainsi le pool de nutriments potentiellement disponibles pour les végétaux sous forme cationique (Bensassi ,2012).

Les composts pourraient par ailleurs servir d'amendements calciques et réduire l'acidité des sols. Cette augmentation de pH provoquerait une immobilisation des ETM. En effet, l'abaissement du pH favorise la mobilité des ETM, notamment par mise en solution de sels métalliques ou la destruction de la phase de rétention (Bensassi ,2012). Inversement,

l'augmentation du pH provoque l'immobilisation par formation de composés insolubles ou l'accroissement de la capacité d'échange cationique engendrant la rétention des cations métalliques. La fixation des métaux et des polluants organiques modifie ainsi leurs propriétés de transfert dans le sol et réduit leurs toxicités. Par conséquent, l'ajout de compost s'insère dans les techniques de remédiation des sols contaminés par les métaux lourds (Bensassi ,2012).

6.2. Propriété physique du sol

Le mélange du compost avec le sol améliore ses propriétés physiques. En effet, l'ajout de compost, matériau riche en matières organiques, fournit davantage d'acides fulviques et humiques et des cations polyvalents au sol. Il se forme ainsi de nouveaux agrégats stables par adhésion des particules du sol aux molécules organiques (Bensassi ,2012).

En effet, les cations polyvalents lorsqu'ils sont apportés en quantité suffisante au sol agissent en présence des substances humiques comme agents de liaison et forment ainsi des complexes argile-cations polyvalents-matière organique. Ces associations organo-minérales diminuent la mouillabilité des agrégats et contribuent à l'amélioration de la stabilité de la structure du sol. L'amélioration de la stabilité structurale peut être aussi en partie expliquée par l'action indirecte des microorganismes du sol. En effet, l'ajout de compost stimule l'activité biologique bactérienne et fongique laquelle produit des agents agrégeant tels que les filaments mycéliens et les polysaccharides (Bensassi ,2012).

L'augmentation de la concentration des sels solubles de sodium, de magnésium et de calcium dans les sols conduit à une augmentation de leur conductivité électrique et une atténuation de leur stabilité structurale. L'utilisation des amendements organiques permet de réduire les effets négatifs des sols salins ou irrigués avec des eaux salines et pourrait par conséquent être exploitée comme stratégie favorisant la remédiation de ces sols.

L'amélioration de la stabilité des agrégats, fortement corrélée à l'accroissement de la teneur en matières organiques du sol permet d'augmenter sa porosité et diminue sa densité apparente. Ainsi, l'érosion par ruissellement est ralentie par une meilleure infiltration de l'eau dans le sol.

L'amélioration de la rétention en eau pourrait atténuer les phénomènes de dessiccation liés aux épisodes de sécheresse ; ceci présente un intérêt fondamental en région méditerranéenne où le stress hydrique est un facteur primordial limitant la croissance et l'activité microbienne dans les sols (Bensassi ,2012).

6.3. Propriété biologique du sol

Selon (Bensassi ,2012), L'incorporation de compost a un effet positif sur l'abondance des organismes vivants dans le sol. Les matières organiques apportées par le compost servent de source d'énergie permettant aux organismes de croître. Globalement, la biomasse microbienne varie dans le même sens que la teneur en carbone organique. Le relargage du carbone organique dissous (COD) du compost et l'amélioration de la biodisponibilité des nutriments pourraient

favoriser la croissance de la communauté microbienne autochtone du sol. Ainsi, les composts contribuent à l'augmentation de la biomasse microbienne tellurique

Le compost stimule aussi l'activité des organismes du sol. Il constitue un apport de substrats mais aussi de cofacteurs contribuant à l'augmentation de l'activité microbienne ont montré que les composts de déchets ménagers constituent une source importante de phosphore et de cations basiques contribuant à l'amélioration de l'activité microbienne des sols forestiers. Dans leur étude, l'amendement de compost a permis une augmentation de la respiration des sols forestiers allant jusqu'à 65% après une année d'épandage. Plusieurs études ont montré une augmentation de la respiration des sols après un apport de compost.

Cependant, cette respiration peut être attribuée à une minéralisation du carbone labile apporté par le compost et/ ou à une minéralisation de la matière organique stable du sol Au-delà de la respiration des microorganismes, l'activité microbienne peut être aussi évaluée à travers l'étude de leurs activités enzymatiques.

Certaines de ces activités peuvent être stimulées après un apport de compost. Ont montré une augmentation des activités enzymatiques oxydo-réductrices (déhydrogénases et catalases) et des activités hydrolases (β -glucosidases et protéases) à la suite de leurs amendements en compost. Les activités uréases liées au cycle de l'azote et phosphatases liées au cycle du phosphore peuvent aussi augmenter après un apport de compost. L'augmentation de ces activités enzymatiques peut provenir d'une part d'une contribution directe des enzymes provenant des composts et d'autre part d'une stimulation de la production d'enzymes par les microorganismes du sol.

Cet accroissement des activités microbiennes pourrait aussi être attribué à une modification de la structure de la communauté microbienne du sol. L'apport de compost constitue un apport d'éléments nutritifs mais aussi une source de micro-organismes. Au cours des différentes étapes du compostage il se produit une succession de microorganismes mésophiles et thermophiles qui sont intégrés directement dans le sol au moment de l'épandage. Ainsi l'augmentation de la biodisponibilité des substrats associée à l'apport d'un inoculum de microorganismes pourrait se traduire par un remaniement de la communauté microbienne indigène du sol. Il en résulterait une augmentation de la biodiversité se traduisant par un changement de la structure de la communauté microbienne excluant l'effet des communautés microbiennes apportées par le compost et attribuent essentiellement les changements fonctionnels aux caractéristiques physicochimiques des composts et aux communautés microbienne indigènes du sol (Bensassi ,2012).

Par ailleurs, l'ajout de compost favorise la suppression des microorganismes pathogènes des sols. Cette amélioration peut être attribuée à la composition chimique mais aussi microbienne du sol à travers l'incorporation de microorganismes provenant du compost et la stimulation des microorganismes indigènes après l'apport de compost. De plus, comme il est mentionné précédemment, l'apport de compost augmenterait le pH du sol et provoquerait une immobilisation des éléments traces métalliques. Il réduit ainsi leurs toxicités et induit indirectement un accroissement de la biomasse microbienne. Par conséquent, l'ajout de compost s'insérerait dans les techniques de remédiation des sols acides contaminés par les

métaux lourds. Cependant, il est important de mentionner que les composts contiennent parfois des métaux lourds. Il faut donc être prudent sur la question d'utilisation des composts dans ces techniques de remédiation (Bensassi ,2012).

7. Choix de compost

Les composts sont essentiellement utilisés en agriculture, mais également pour la revégétalisation des sites, ou comme support de culture.

Pour pouvoir être utilisés, les composts doivent faire l'objet d'une procédure d'homologation, ou répondre aux critères de spécification définis dans la norme 44-051 définissant les amendements organiques. Cette norme est d'application obligatoire pour l'utilisation de ces produits, mais est très peu contraignante en raison notamment de l'absence de critères d'innocuité (polluants et pathogènes). Elle est actuellement en cours de révision.

Les composts n'entrant pas dans le cadre de cette norme (composts de boues de station d'épuration par exemple) doivent être utilisés dans le cadre d'un plan d'épandage.

L'utilisation des composts en agriculture biologique est possible, lorsque le besoin est reconnu par l'organisme de contrôle. Les composts d'effluents d'élevage (sauf l'élevage hors-sol), les composts de déchets verts et les composts de bio déchets peuvent être utilisés en agriculture biologique. Cependant, ces derniers doivent avoir des teneurs très faibles en métaux (Francou, 2003).

8. Avantages et les inconvénients de compostage

Selon (Abaker,2016), Le compost présente de nombreux avantages pour les sols et l'environnement mais comme dans toute chose, il y a aussi des inconvénients en cas de mauvaise utilisation ou mauvaise qualité.

Un sol est fertile lorsque plusieurs caractéristiques sont présentes : une structure (agencement des particules du sol) adéquate pour l'agriculture c'est-à-dire grumeleuse avec beaucoup de complexes argilo-humiques ce qui donne une bonne aération, une bonne capacité de rétention et circulation de l'eau, un échange suffisant de minéraux, et aussi l'activité biologique d'organismes vivants (micro-organismes, lombrics...). Du point de vue agronomique, l'apport du compost a un rôle important dans le maintien, la structure et la qualité du sol en augmentant la quantité de complexes argilo-humiques (agrégats), permettant ainsi une meilleure circulation de l'air et une bonne infiltration de l'eau dans le sol. Les agrégats permettent aux racines de mieux pénétrer dans les sols ce qui est bénéfique pour la plante (ancrage et nutrition) et la structure grumeleuse favorise aussi la respiration racinaire et est propice aux bactéries aérobies. De plus, le compost apporte des minéraux qui pourront être utilisés par les plantes et surtout de la matière organique qui va servir de matière première pour nourrir les micro-organismes qui, à leur tour, fourniront des minéraux après dégradation

de cette matière organique (minéralisation). Grâce aux éléments nutritifs libérés, le compost permet de satisfaire pleinement la plante au fur et à mesure de la dégradation de la matière organique. La valeur agronomique d'un compost est constituée de sa valeur amendante (apport de matière organique) et de sa valeur fertilisante (NH_4^+ , NO_3^- , P_2O_5 , K_2O ...) (Abaker,2016).

Comme amendement, le compost a la capacité d'entretenir et d'augmenter la teneur en matière organique des sols. Au cours du processus de compostage, la quantité de matière organique diminue. La diminution de la quantité de MO entraîne la diminution de la quantité de matière sèche (Abaker,2016).

Les bénéfices de l'utilisation du compost sur les propriétés chimiques, physiques et biologiques des sols sont liés au type de sol lui-même, à la qualité de la matière organique, aux quantités incorporées mais aussi à la technique et à la fréquence d'incorporation. En ce qui concerne la matière organique du compost, des taux élevés de matière labile favorisent l'activité biologique et le relargage de nutriments tandis qu'une matière organique qui se décompose plus lentement, c'est-à-dire les substances humiques, améliorera les teneurs en eau et de nutriments ainsi que la structure du sol qui résistera à l'érosion grâce à la formation de complexes argilo-humiques (Abaker,2016).

Lors de l'élaboration du compost, les inconvénients peuvent être les mauvaises odeurs si le retournement n'est pas bien effectué (manque d'aération), s'il n'est pas mûr ou s'il y a un déséquilibre entre les matières organiques riches en carbone et celles riches en azote. De plus, lors de la pratique de compostage dite bord de champ, il est nécessaire de ne pas placer le tas de compost à proximité de puits ou autres sources d'eau car la lixiviation pourrait les atteindre. Dans le cas des plates-formes de compostage, qui ont obligation d'avoir une dalle étanche, ce lixiviat est récupéré pour pouvoir servir à la réhydratation du compost (arrêté du 22 avril 2008 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les installations de compostage soumises à autorisation) (Abaker,2016).

Plusieurs auteurs énumèrent les différents problèmes liés à l'utilisation d'un compost immature. Un compost immature peut aussi contenir des composés phytotoxiques (ammoniac ou acide acétique par exemple). En effet, la concentration en NH_4^+ diminue au cours du compostage tandis que le NO_3^- apparaît. Une forte teneur en NH_4^+ reflète un compost non stabilisé. Les pertes en azote se font par volatilisation de l'ammoniac au début du compostage et il a été observé que les composts avec un faible C/N perdent plus d'azote que ceux avec un C/N élevé. De plus, le compost immature peut limiter la biodisponibilité de l'azote dans le sol pour les plantes car il est aussi utilisé par les micro-organismes. Ce phénomène est appelé la faim d'azote, les micro-organismes se multiplient et pour cela ont besoin d'azote qui est utilisé notamment dans la fabrication de protéines.

L'apport de composés riches en carbone comme la paille ou les copeaux permet aux microorganismes de les utiliser comme source d'énergie et stimule l'assimilation de l'azote ce qui permet de réduire la perte d'azote par volatilisation. Enfin, la décomposition rapide de ce compost entraîne une diminution de la teneur en oxygène du sol peu propice à la germination des plantes car les micro-organismes aérobies, attirés par les composés facilement biodégradables du compost immature, utilisent l'oxygène disponible (Abaker,2016).

CHAPITRE I : généralité sur les techniques de confection du compost

Il est donc nécessaire de définir la maturité d'un compost avant utilisation si l'on souhaite éliminer ces inconvénients mais également pour aider à la gestion de sa fabrication.

Toutefois, on note que les techniques sont nombreuses et ne font pas forcément consensus, en particulier en ce qui concerne les méthodes rapides. En l'absence d'un paramètre unique de maturité ou de stabilité du compost, il convient de continuer les investigations sur la mise au point d'un indicateur rapide et simple, mais aussi sur la définition de la maturité d'un compost. C'est ce que nous nous proposons de faire dans ce travail en ce qui concerne la mise en place de paramètres fiables et rapide en ciblant plus particulièrement les techniques de spectrométrie de l'absorption et de fluorescence UV-Visible.

CHAPITRE II

Généralités sur les sols gypseux

Les sols gypseux

1. Définition

Les « sols gypseux » sont mentionnés en tant que tels dans la plupart des classifications, à différents niveaux et avec une assez grande diversité de termes et de définitions. Les « sols gypseux » (au sens large) sont largement répandus et apparaissent typiques des régions arides et semi-arides (précipitations annuelles < 300-400 mm) : Tunisie, Algérie, Syrie, Irak, sud de l'exURSS et de l'Espagne, Texas, Mexique, sud de l'Australie, Namibie, (Abdedaim,2020).

D'après (Belmabrouk et Laroui, 2017), désignent sous-sols gypseux, les sols à teneur supérieur à 2 % de gypse. Alors que la classification de la FAO (1998), nomme gypsisols, les sols à teneur supérieur à 5 % de gypse.

2. Classification des sols gypseux

2.1 Classification Française

Selon (Belmabrouk et Laroui,2017), Le classement Français, publié en 1967 (C.P.C.S., 1967) est donné ci-dessous. Il classe les sols en classes, sous-classes, groupes et sous-groupes (Tableau 2). Les sols gypsifères sont reconnus au sein du système, comme suit :

Tableau 2. Classification les sols gypseux selon la classification française, 1967((Belmabrouk et Laroui,2017)

Classes	Sous classes	Groupes
Sols calcimagnésiques	Sols gypseux	Sols gypseux rendzine.
		Sols bruns gypseux
Sols isohumiques	Pédoclimat frais	Sierozems
Sols hydromorphes	Minéraux peu Humifères	A redistribution de calcaire et de gypse

Ils sont subdivisées au niveau du sous-groupe en :

- Modal
- A nodules
- A encroûtement ou croûté (une croûte gypseuse).

2.2 Classification Américaine

D'après (Belmabrouk et Laroui,2017), Pour identifier les sols gypseux, la soil taxonomy , (2014) exige la présence de l'un des horizons diagnostiques suivants :

La présente d'un horizon gypsic ou petrogypsic a moins de 100 cm de la surface et ne possède pas d'horizon petrocalcic placé au-dessus de ces horizons. Les Gypsids comportent cinq grands groupes qui sont :

- **Petrogypsids** : Gypsids ayant un horizon petrogypsic ou petrocalcic, dont la limite supérieure est à moins de 100 cm de la surface;
- **Natrigypsids** : Autres Gypsids qui possèdent un horizon natric dont la limite supérieure est à moins de 100 cm de la surface;
- **Argigypsids** : Autres Gypsids, qui possèdent un horizon argillic dont la limite supérieure est à moins de 100 cm de la surface.
- **Calcigypsids** : Autres Gypsids, qui possède un horizon calcic dont la limite supérieure est à moins de 100 cm de la surface.
- **Haplogypsids** : Autres Gypsids.

2.3 Classification FAO

D'après (Abdedaim,2020), La légende révisée de la carte des sols du monde (FAO, 1988) introduit à la place des yermosols et xerosols et les Gypsisols. Ces derniers regroupent les sous unités suivantes :

- 1_Petric Gypsisols : ce sont ceux ayant un horizon petrogypsic à moins de 100 cm de la surface.
- 2_Calcic Gypsisols : ils possèdent un horizon calcic.
- 3_Luvic Gypsisols : ils présentent un horizon argillic.
- 4_Haplic Gypsisols : ils caractérisent les autres gypsisols

3. Distribution des sols gypseux

3.1 En monde

L'espace occupé par les sols gypseux englobe pratiquement l'ensemble des continents, l'étendue des sols contenant du gypse dans le monde est difficile à établir, mais (FAO, 1984 et 1990). Ont estimé à environ 200 millions d'hectares de sols ayant des horizons gypsic ou petrogypsic. Herrero et Boixadera (2002) estiment par contre que la superficie réelle des sols gypseux dans le monde est de 207 millions d'hectares. La superficie caractéristique de ces sols correspondrait à 85 millions d'hectares (Bouhnik, 2017).

D'après la carte de la répartition des sols gypseux (Van Alphan et Romero, 1971 cité dans le mémoire de Bouhnik, 2017), ces sols existent dans le Nord et l'Est de l'Afrique, l'Europe centrale et dans le Sud Est de l'Asie.

3.2 En Algérie

D'après (Bouhnik, 2017), En Algérie, les sols gypseux occupent approximativement 8000 Km², qui représente 12.2 % des sols gypseux du monde, ce qui correspond au troisième rang mondial en ce qui concerne les réserves en gypse. Les plus grandes extensions se localisent dans les zones présentant une moyenne des précipitations comprises entre 100 et 250 mm (Bouhnik, 2017).

4. Origine du gypse dans les sols

L'origine des ions sulfatés dans la solution du sol est due à la présence des minéraux riches en soufre tels que la pyrite dans le matériau parental, par altération et oxydation du minéral, le soufre se transforme en acide sulfurique et dans les sols calcaires CaCO₃ pour former le gypse (FAO, 1990).

4.1 Origine des nappes

Selon (Rouahna, 2019), Par les mouvements ascendants, ce processus peut jouer pour trois raisons :

- Une ETP > P : La plus grande partie de l'année.

- Le niveau de la nappe proche de la surface, le niveau piézométrique de la nappe permettant un dépôt de gypse, est fonction de la texture et de la température mais aussi de la composition chimique de la nappe.

- Plus généralement une nappe saturée ou proche de la saturation en gypse.

4.2 Origine éoliennes

Le gypse peut être d'origine éolienne lorsque le niveau de la nappe est à plus de 100 cm, ou en cas d'absence de tout indice de nappe ancienne. Si l'encroûtement est pulvérulent, on pourrait suggérer une origine lagunaire.

La contribution du vent à la formation des accumulations gypseuses a été étudiée par plusieurs chercheurs. Les croûtes résultant d'un saupoudrage intermittent de poussières surtout salines, diffusées dans l'atmosphère par le vent. La cimentation de ces dernières serait le résultat de l'infiltration des eaux pluviales dans les recouvrements éoliens (Rouahna, 2019).

5. Dynamique de l'eau dans le sol

Le mouvement interne d'eau, dans la plupart des sols gypseux, est normalement modéré à rapide, sauf où le gypse est sous forme des couches incrustées, donc empêchant le mouvement de l'eau vers le bas (F.A.O, 1990).

Le taux d'infiltration est bon à élevé, il varie entre 0,1- 2,00 m/j, selon la texture et la structure du sol . Le gypse peut réduire la conductivité hydraulique quand il est très fin (< 44 µm) et bouche les macro pores des sols à texture fine.

Le gypse améliore l'infiltration et diminue l'érosion. En outre les amendements gypseux contribuent à augmenter la conductivité hydraulique des sols en diminuant les effets du sodium échangeable (Hiouani,2016) .

6. Caractéristiques des sols gypseux

6.1. Les propriétés physiques

6.1.1. La structure

Selon (Rouahna, 2019), La plupart des sols gypseux ont une structure peu favorable. La structure de surface est dominée par une couche massive ou fine. L'horizon gypsi-

peut être fortement cimenté avec une formation de croûtes dures s'opposant parfois à la circulation de l'eau et au développement des racines (FAO, 1990).

Les faibles teneurs en gypse ont un effet favorable sur le sol;

- En sols très argileux et très dispersibles, le gypse améliore l'infiltration, diminue l'érosion et augmente la floculation.
- En sols acides, le gypse change les propriétés de ces sols en déplaçant les ions Al^{+++} et diminuant la toxicité par cet élément
- En sols sodiques, le gypse améliore la structure en déplaçant les ions Na^+ du complexe absorbant et les remplaçant par les ions Ca^{++} , il s'agit de désalinisation.

6.1.2. Texture

La distribution du gypse dans les différentes fractions texturales dépend de la teneur totale en gypse. Le gypse se trouve dans toutes les fractions, mais il est surtout lié au sable grossier et à la fraction de sable fin suivie par le limon (FAO, 1990).

L'augmentation des taux d'argile est accompagnée d'une diminution des taux de gypse, mais le gypse peut se rencontrer en Algérie dans les sols argileux (marnes, alluvion ; des chotts et sebkha) qu'au sein des sols sableux des régions arides (Bouhnik, 2017).

6.1.3. Porosité

L'augmentation de l'accumulation du gypse dans le sol influence l'espace poral par le remplacement des larges pores, par des pores d'entassement.

Ceci est dû au colmatage par les cristaux lorsque le gypse est présent sous forme poudreuse (Bouhnik, 2017).

6.2. Propriétés chimiques

6.2.1. Conductivité électrique

Dans les sols bien drainés (à faible salinité), la conductivité électrique est faible, elle varie entre 1,3 et 4 dS/m dans les horizons de surface et augmente avec la profondeur à plus de 8 dS/m. La conductivité électrique est par contre élevée dans les sols peu profonds avec en dessous un horizon gypsique imperméable, elle peut atteindre plus de 12 dS/m (Belmabrouk et Laroui, 2017).

6.2.2. pH

Les sols gypseux présentent un pH modérément à légèrement alcalin (7,4 – 9,4). c'est un paramètre qui dépend largement du taux des autres sels présents dans le système et ne présente aucun effet sur la formation « in situ » du gypse (Bouhnik,2017).

6.2.3. Capacité d'échange cationique

Les particules de gypse ne possèdent pas de charge négative et par conséquent la CEC totale des sols gypseux diminue quand le teneur du sol en gypse augmente (Rouahna, 2019).

La CEC des sols gypseux étudiés est faible. Dans les horizons hypergypsics, la CEC est faible variant de 1 à 8 meq/100g de sol. Poch, (1988) a retrouvé une corrélation négative entre les teneurs en gypse et la CEC. Généralement, la CEC des sols gypseux dépend de la teneur en matière organique, de la texture, et du type de minéraux argileux. la capacité d'échange cationique diminue avec l'accroissement des quantités de gypse (Rouahna, 2019).

*Chapitre III : Matérielle
et méthode*

Introduction

Dans le but d'étudier l'effet de la matière organique (compost) sur le sol gypse et de suivre l'effet de la technique d'application de la matière organique. Dans ce travail, nous avons réalisé une expérience dans laquelle nous suivons les effets de cinq techniques d'apport de matière organique sur le sol, et nous nous sommes concentrés dans notre travail sur leurs effets sur les paramètres physiques.

1. Travail de terrain

L'essai est effectué au niveau de la palmeraie de Haddoud elle comporté 1200 palmier dont 83 % la variété Dgolet-Nours. Les palmiers sont palmiers sur un sol gypseux que est irrigué par un forage capté à 450 métré de profondeur, l'eau présente une salinité de 3,4 ds/m.

1.2. Dispositif expérimentale

Pour mieux évaluer l'importance de différente techniques dépendage de la matière organique habituellement, rencontre au Ziban.

Un épandage d'un compost (matière organique d'origine végétale à partir d'un broya de palmes sèches), au niveau de trois palmiers de dattes Déglét-Nour par trois techniques différentes :

- **E₁** : Représenté l'épandage du compost au ras du sol (sur le sol) du palme
- **E₂** : Représenté le compost incorporé (entière) à 60cm de la profondeur du sol.
- **E₃** : Représenté le compost en fouirai (malaver) avec le sol pour une couche du sol de 60 cm, pour mieux apparier, également l'effet du compost, une comparaison est effectué avec un sol, dépourvu la matière organique
- **E₄** : Amendement du sol par une MO d'origine animal (ovin).
- **E₅** : Sol dépourvu la matière organique

L'épandage de ce dernier est effectué avec enfouissement dans le sol.

Les apports de MO végétale et animale sont effectués le 09/02/2023.

Les palmiers expeueritiaux d'une vingtaine d'année sont effectué aucun apport organique, durait les trois dernières années.

L'apport organique est réalisé sur une surface de 2 m² à l'intérieur du Dair du palmier de 10m² avec une dose de 40 Kg par palmier.

La dose recommandée par ITDSA est de 30 tonne par hectare 144 palmier.

Le compost est confectionné dans l'entreprise Palme-compost, situé à la commune de Chetma

1.2. Echantillonnage

L'échantillonnage est effectué chaque trente jours aux cours des mois de mars, avril et mai. Un échantillonnage du sol est réalisé dans un deux profondeur de (0-20cm) et (20-40cm) le choix des profondeurs des racines respiratoires et de la nutrition du palmier dattier.

2. Travail en laboratoire

Après avoir prélevé des échantillons de sol, nous avons effectué un ensemble d'analyses en laboratoire.

2.1. Analyses du sol

Nous nous sommes concentrés sur les paramètres suivantes :

- Capacité d'échange cationique (CEC).
- La densité apparent (da)
- La densité réelle (dr).
- La matière organique (MO).
- Les humidités (H%).
- Porosité (P).

2.1.1. Mesure de l'humidité

Selon (Sahnoune,2014), L'humidité est définie comme la masse perdue après séchage à 105°C d'un échantillon. Sa mesure permet de déterminer la masse sèche d'un échantillon du sol. L'humidité H est exprimée en pourcentage massique et elle est calculée par la relation suivante :

$$H=(M1-M2/M1) \times 100$$

Ona :

M1 : étant la masse initiale d'échantillon séché à 40°C.

M2 : sa masse finale, après séchage à 105°C pendant 24 heures et refroidissement.

2.1.2. Mesure de la Capacité d'échange cationique (CEC).

Matériel utilisé

- Centrifugeuse
- Bécher de 1000ml

Préparation de la solution d'acétate de sodium

Peser 82.03g d'acétate de sodium dans un litre d'eau distillée +agitation dans un bécher d'un litre.

Préparation de la solution d'acétate l'ammonium

Peser 77.04g d'acétate d'ammonium dans un litre d'eau distillée +agitation.

Préparation de l'échantillon

-Peser 5g du sol et le mettre dans des tubes de centrifugeuse +20ml d'éthanol et les poser dans la centrifugeuse 3000tr/min pendant 5min et jeter la solution (répétition 3 fois).

-Ajouter 50ml d'acétate de sodium (1N) et les mettre dans la centrifugeuse 3000tr/min pendant 5à10 min

- récupérer la solution pour les cations K, Mg, Ca échangeable. Laver à l'éthanol (3fois) et jeter la solution. Ca et Mg sont dosés par complexométrie

Ajouter au culot 50ml d'acétate d'ammonium à 3 reprises (25ml, 25ml, 25ml) ou (50ml, 50ml, 50ml), doser la « CEC » dans cette solution par le dosage du Na.

-Peser 5g du sol.

-Ajouter (25ml, 25ml, 25ml) ou 50ml x3 d'acétate d'ammonium pour le dosage du sodium échangeable.

La lecture de l'échantillon du CEC :

$$CEC = R S/5 \cdot 100/1000$$

S : poids du sol

R : résultat en meq du Na.

V : volume de l'extraction (150ml)

2.1.3. Mesure de La densité apparente (d_a)

La densité apparente est mesurée par la méthode de cylindre de volume connu après prélèvement du sol. L'échantillon est sec à l'étuve pendant 24 h à 105°C.

$$D_a = m_s / v_t = g \text{ (cm}^3\text{)}$$

M_s : masse du sol après séchage.

V_t : volume totale du cylindre.

2.1.4. Mesure de la masse volumique des particules solide ρ_s

La masse des particules solide est obtenue par pesage, le volume est déduit par pesée à l'aide d'un pycnomètre en substituant de l'eau aux particules solides. Mode opératoire :

1-Peser le pycnomètre vide avec son tube capillaire soit m_1 ;

2-Peser l'échantillon dans le pycnomètre soit m_2 ;

3-Peser le pycnomètre contenant l'échantillon et l'eau soit m_3 ;

4-Peser le pycnomètre plein d'eau soit m_4 . Afin qu'aucune bulle d'air ne reste accrochée aux particules on porte le pyc+éch+eau à ébullition pendant au moins 1hr. On utilise la formule suivante :

$$\rho_s = \rho_w (m_2 - m_1) / (m_4 + m_2 - m_1 - m_3) \text{ Avec } \rho_w \text{ masse volumique de l'eau} = 1000 \text{ kg/m}^3.$$

2.1.5. Mesure de la porosité

Elle est calculée :

$$P = D_r - d_a / D_r * 100$$

D_r : densité réelle

d_a : densité apparente

2.1.6. Mesure de Carbone organique (matière organique)

Dosage de Carbone organique

Réactifs utilisés

- Le bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) 1N : peser 49,04g de $K_2Cr_2O_7$, ajouter de l'eau distillé dans une fiole de 1L jusqu'à le trait de jauge.
- Acide sulfurique concentré (H_2SO_4)
- Acide orthophosphorique ou acide phosphorique (H_3PO_4) concentré
- Sulfate de fer d'ammonium ($(NH_4)_2 SO_4 \cdot Fe SO_4 \cdot 6H_2O$, 0,5M : dissoudre 196g de sulfate de fer d'ammonium dans une quantité d'eau distillé, ajouter 5 ml H_2SO_4 , ajouter l'eau distillé jusqu'à un litre (trait de jauge de la fiole 1L)
- Diphénylamine (indicateur coloré) $(C_6H_5)_2NH$: dissoudre 1g de Diphénylamine dans 100ml d'acide sulfurique concentré.

Mode opératoire

- Peser 1g de la matière végétale dans un bécher de 500 ml
- Ajouter 20 ml de Le bichromate de potassium 1N
- Ajouter 10 ml d'Acide sulfurique concentré
- Laisser reposer 30min
- Ajouter 200 ml d'eau distillé
- Ajouter 10 ml Acide orthophosphorique concentré
- Ajouter 10-15 gouttes de Diphénylamine
- Titrer avec Sulfate de fer d'ammonium jusqu'à l'apparition d'une couleur verte.
- Préparer un témoin avec la même méthode mais sans matière végétale

Calcul

$$C\% = \frac{n' - n/p}{1} * 0,3 / 0,77$$

n' : volume de témoin

n : volume de titrage

p : poids du sol

Echelle de richesse

≤ 1 : très pauvres

1 à 2 : pauvre

2 à 4 : moyenne

4 ≥ : riche

*Chapitre IV : Résultats
et discussion*

Introduction

Après avoir obtenu les résultats de l'analyse en laboratoire, les données ont été traitées mathématiquement et toutes les transactions dont nous avons besoin ont été calculées afin d'obtenir un résultat clair sur l'effet de la matière organique et la technique de son application

Au sol. Résultats à l'aide du programme Excel 2016, et nous avons obtenu un ensemble de résultats que nous allons présenter en détail.

1. Evolution de la densité apparente

L'examen de la figure (3), montre que le sol dépourvu en matière organique présente les valeurs les plus importantes de la densité apparente. Les deux couches montrent un état de compactage avec des valeurs qui varient entre 1.7 et 1.9 g/cm³ induisant un dysfonctionnement racinaire pour le palmier dattier. Cependant amendement organiques par les différentes techniques d'épandage de la matière organique (végétale ou animale) induit une diminution de la densité apparente. Les valeurs obtenues sont au-dessous de 1.4g/cm³ comme seuil de compactage du sol (Khechai, 2001).

Dans ce contexte, on note que la densité apparente pour les différentes techniques d'épandage compost conduit à une régression de la densité apparente au-dessous de 1 g/cm³. Les valeurs obtenues permettent la lixiviation de la solution du sol et elles augmentent l'infiltration de l'eau dans le sol.

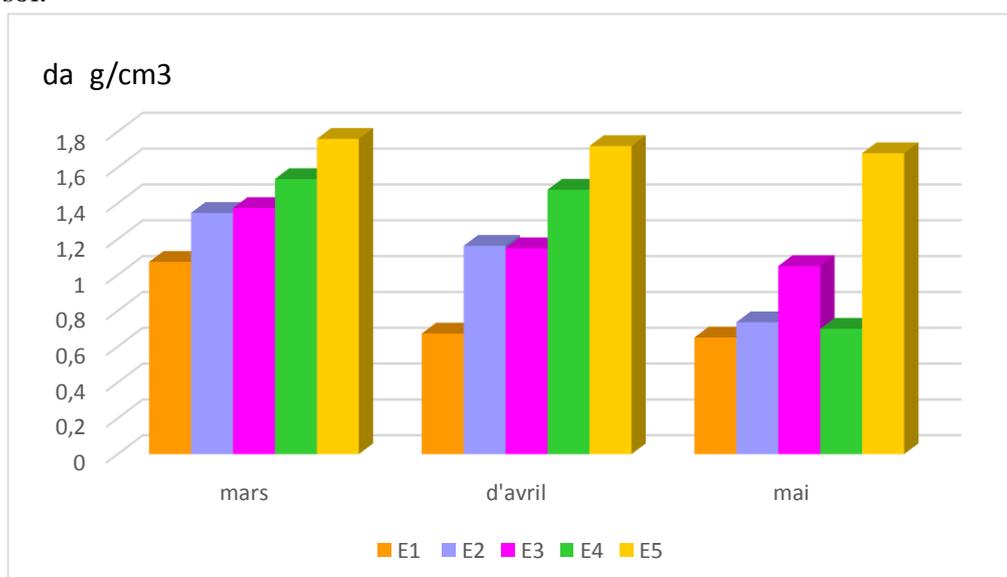


Figure 3.1 : Evolution de la densité apparente (g/cm³) de la couche de surface

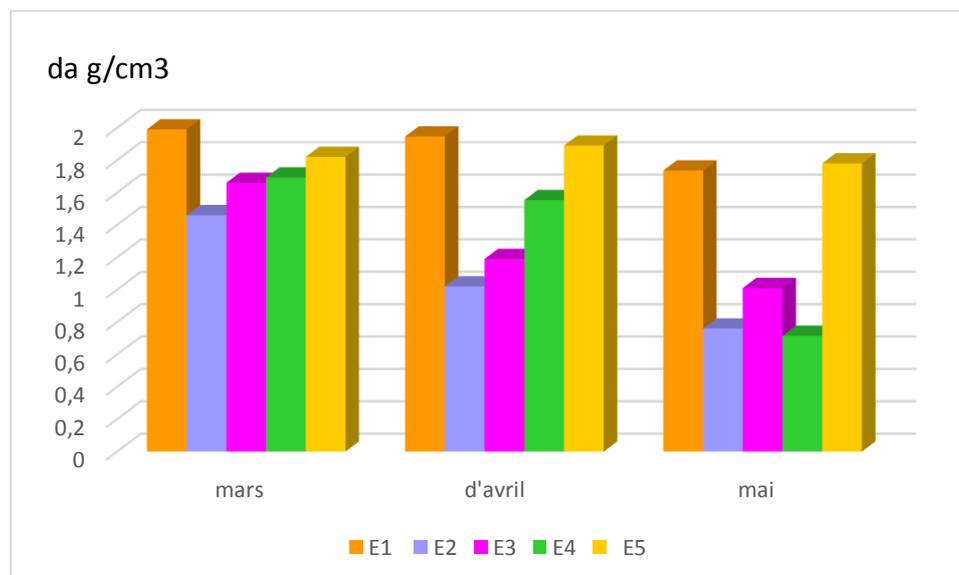


Figure 3.2 : Evolution de la densité apparente de la couche souterraine

2. Evolution de la densité réelle

L'analyse de la figure (4) que le sol témoin dépourvu eu MO présente des valeurs que variant entre 2.4 et 2.62g/cm³, tandis que la couche souterraine présente des valeurs plus proche à la densité universelle de 2.65 g/ cm³. Cependant, la technique d'épandage du compost au ras du sol montre des valeurs que varient entre 2.19 et 2.9 g/cm³ alors que la couche souterraine dépourvue de compost monte des valeurs similaires à celles obtenues pour le sol témoin.

Pour la technique d'enterrement du compost, les valeurs de la densité réelle parues plus faibles. Elles augmentent d'un mois à au alors pour atteindre 2.35 g/ cm³ en surface et 2.03 g/ cm³ dans la couche souterraine.

Les densités réelles obtenues par enterrement du compost varient entre 2.21 g/ cm³ et 2.96 g/ cm³. Ce qui monte que l'ajout du compost maintien des valeurs proche de 2.6 g/cm³ eu profondeur alors que surface, cette grandeur varie des 2.21 et 2.9 g/cm³.

En fin, il ressort l'enfouissement de la MO d'origine animale montre les mêmes valeurs obtenues par l'épandage par enfouissement du compost.

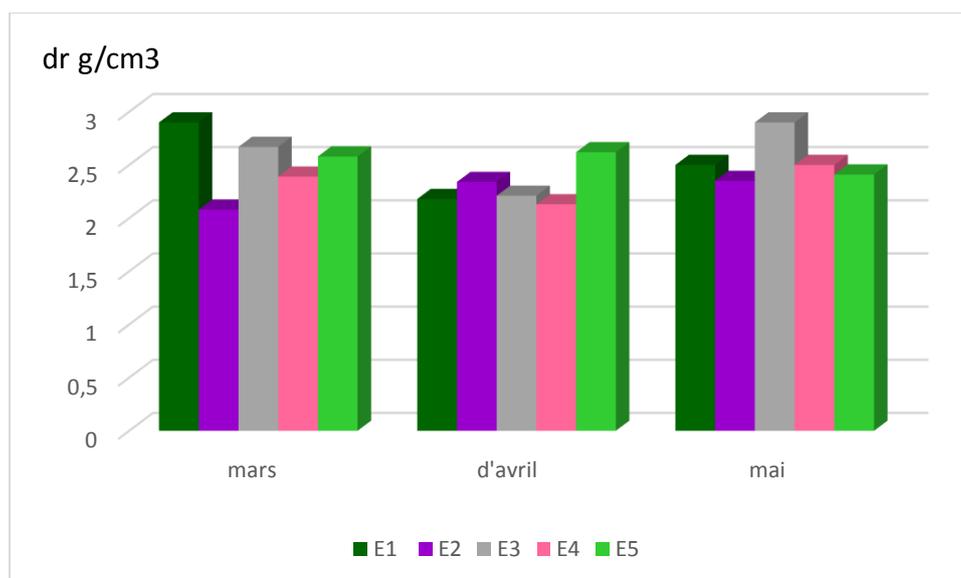


Figure 4.1 : Evolution de la densité réelle (g/ cm³) de la couche de surface

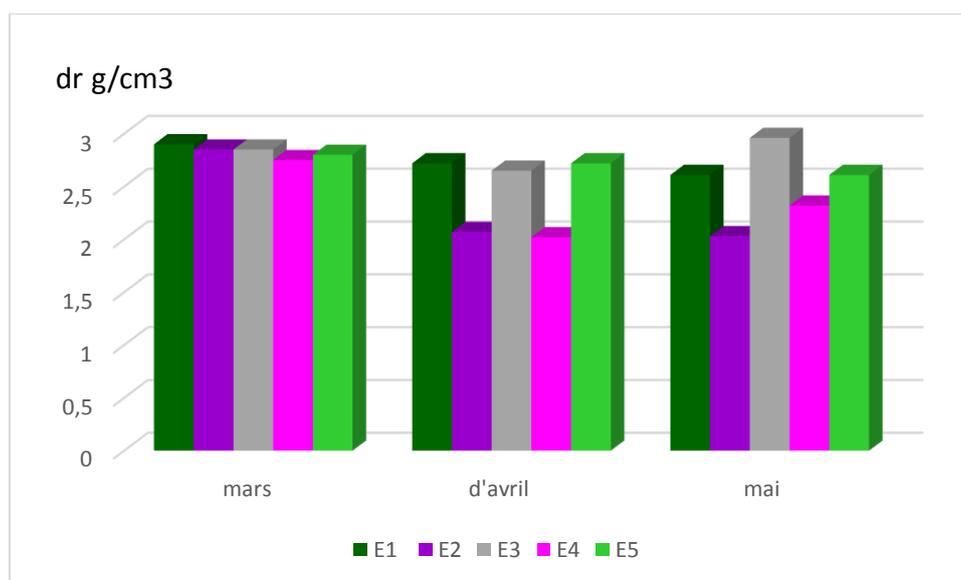


Figure 4.2 : Evolution de la densité réelle de la couche souterraine

3. Evolution de la porosité du sol

L'examen de la figure (5) montre que l'amendement organique d'origine végétale ou animale augmente la porosité du sol. Les valeurs obtenues avec l'apport organique sont 2 fois supérieures à celles obtenues pour le sol dépourvu en MO. En effet, il semble que la technique

par enfouissement du compost présente les meilleurs résultats avec 69.87%. Ainsi, on note que la porosité totale du sol augment d'un mois à un autre pour les différentes techniques adoptées.

A ce propos l'épandage par enfouissement du compost et de la fumure d'ovin monté des résultats similaires à la fin de l'expérimentation

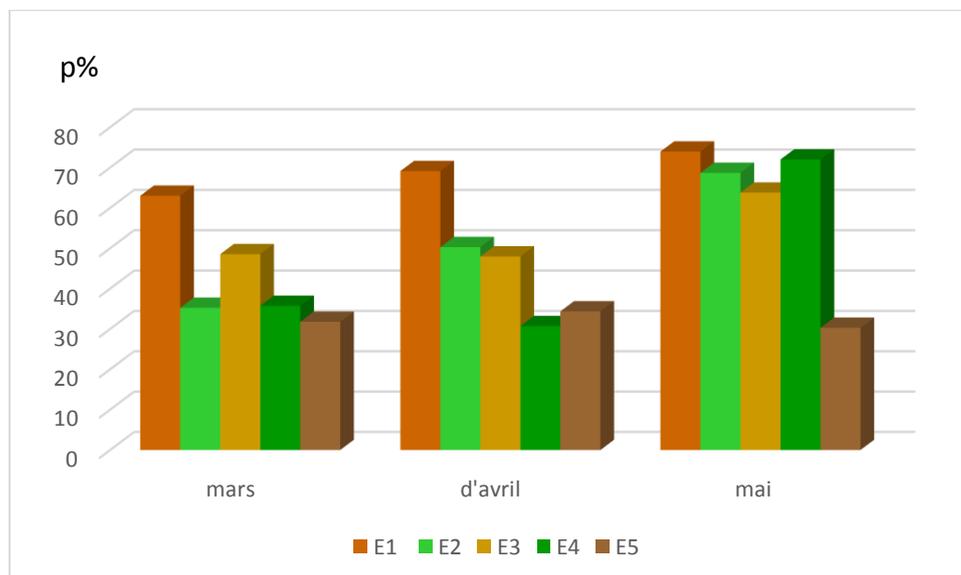


Figure 5.1 : Evolution de la porosité (%) de la couche de surface du sol.

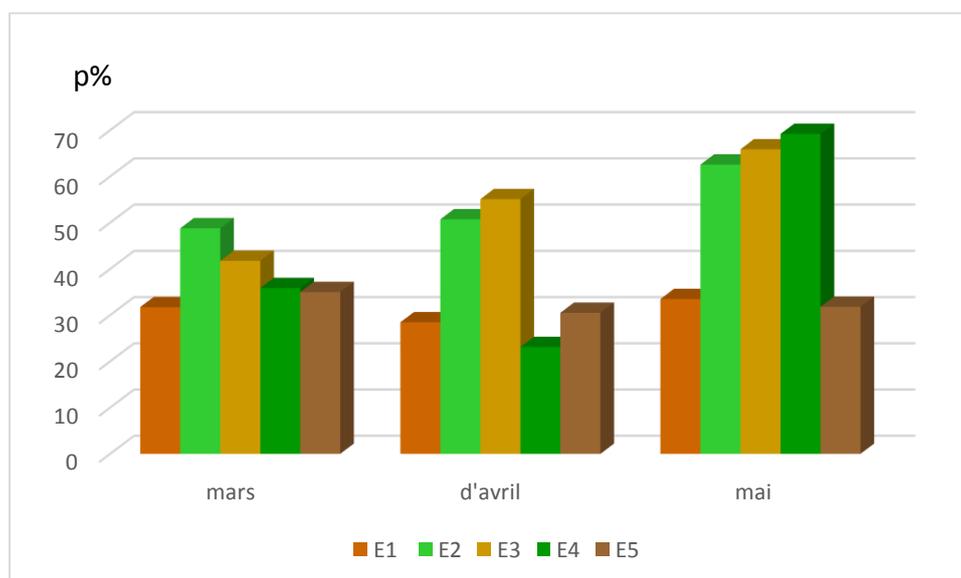


Figure 5.2 : Evolution de la porosité (%) de la couche souterraine du sol.

4. Evaluation de l'humidité du sol

L'analyse de la figure (6), illustre que la couche de surface du sol dépourvu en MO présente les teneurs en humidité les plus faible, les valeurs variant de 17.1% à 24.5% cependant, alors que on note que les différentes techniques d'épandage du compost conduisent à une augmentation de l'humidité du sol.

En effet on note que l'humidité présente des teneurs supérieurs à 30% dans la couche de surface pour la technique d'épandage du compost au ras du sol, mais les valeurs de cette grandeur sont plus marquées pour les la technique d'amendement par enterrement et enfouissement du compost, l'apport de la fumure d'ovin contribue à une humidité du sol ou l'ordre de 22 à 34%.

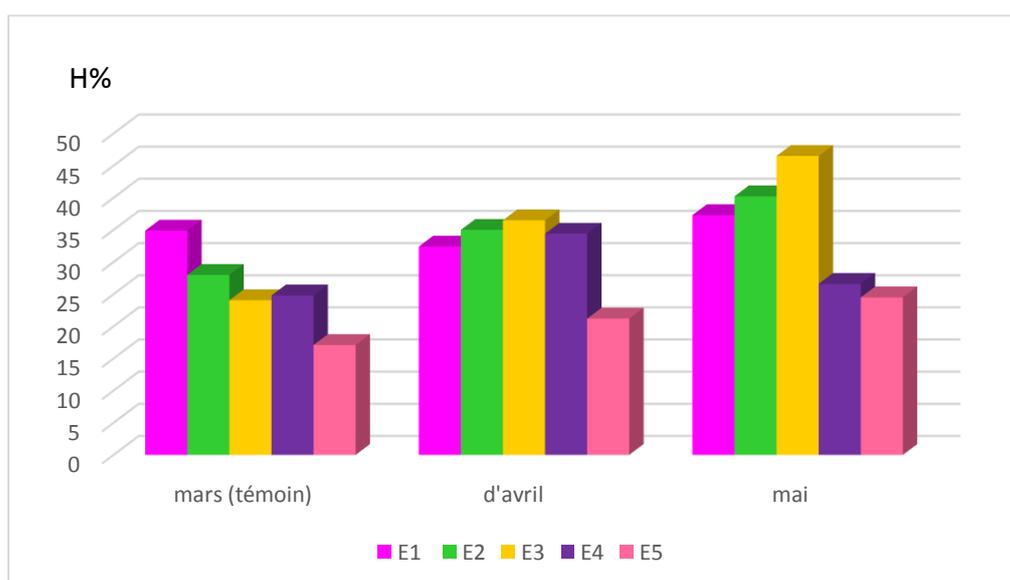


Figure 6.1 : Evaluation de l'humidité de sol (%) de la couche de surface.

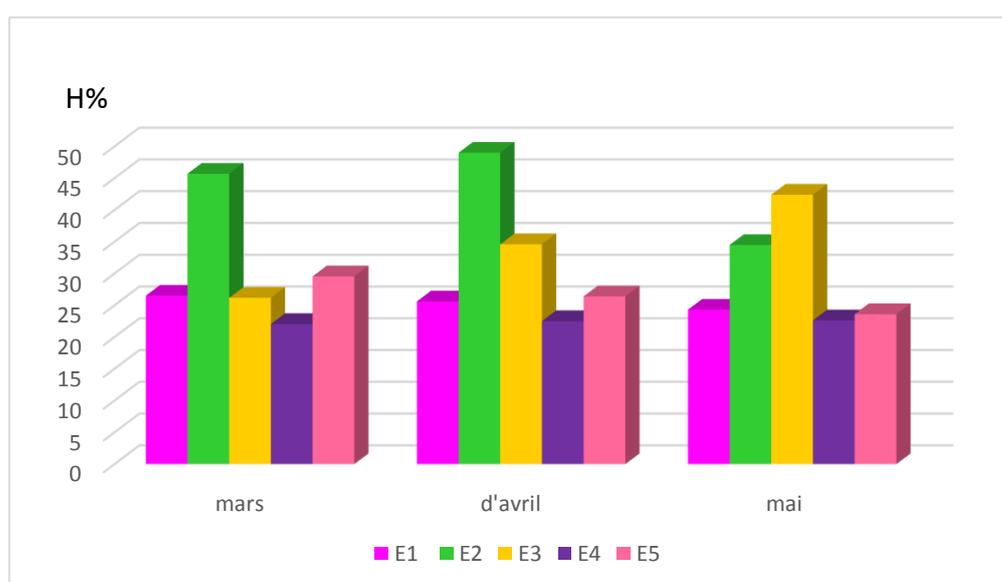


Figure 6. 2 : Evaluation de l'humidité de sol (%) de la couche souterraine.

5. Evaluation de la matière organique

La figure (7) montre que le sol dépourvu eu MO présente les teneurs les plus faibles avec la couche souterraine du sol marqué par un d'amendement du compost au ras du sol. Les teneurs obtenues en MO de 1.2 à 1.5%. Alors que cette dernière la technique conduit à des teneurs plus importants en surface et le sol

On signale, aussi, que la minéralisation du compost à la surface du sol est très faible, les teneurs de MO sont similaires pour les trois techniques d'apport du compost montrant des teneurs de 2.5%. La technique d'enterrement du compost montre des taux de matière organique à l'ordre de 2.4 à 2.8%. Une faible minéralisation de ce compost est signalée malgré trois mois d'épandage de ce type de MO.

En fin, il est à noter que la technique d'enfouissement du compost d'origine végétale et la fumure d'ovin présente une minéralisation plus importante matérialisée par un bio-décomposition compost et une diminution du tueur de MO, comparativement aux deux autres techniques

A ce sujet, l'enfouissement du compost semble présente une meilleure bio-décomposition que la fumure d'ovin dans les deux couches des sols, là où note respectivement une perte de MO par bio dégradation de 0.7% pour la MO d'origine végétal et entre 0.1 et 0.6 pour la MO d'origine animale.

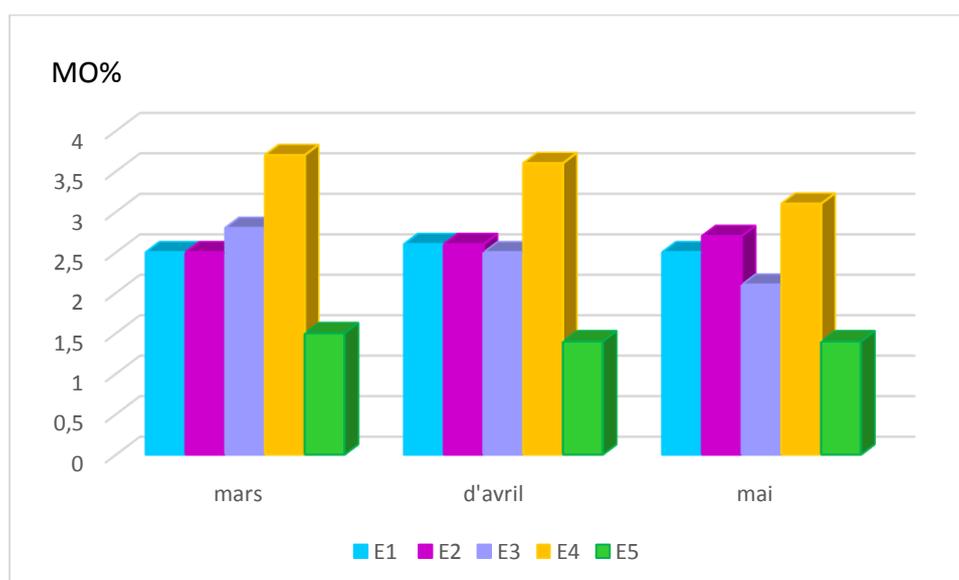


Figure 7.1 : Evaluation de matière organique de sol (%) de la couche de surface.

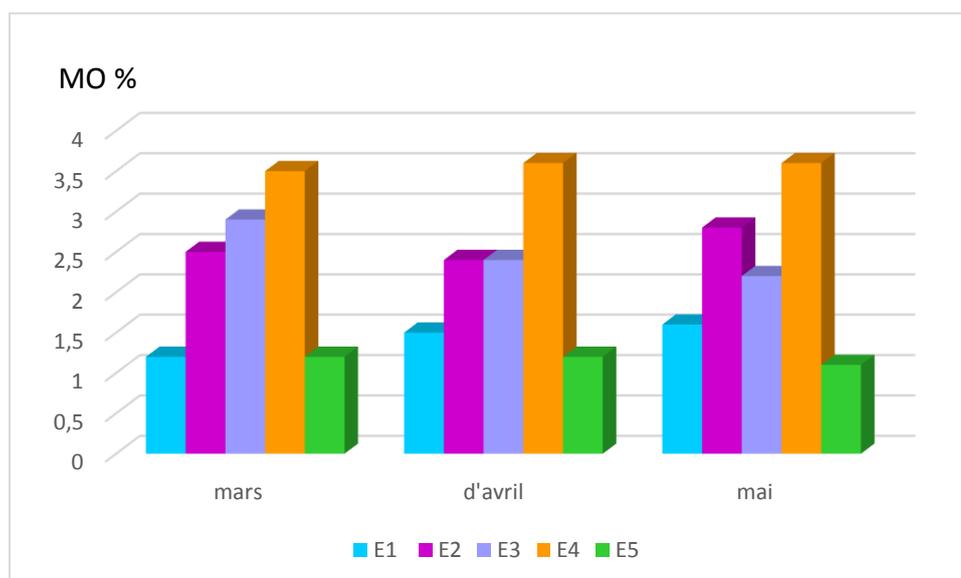


Figure 7.2 : Evaluation de matière organique de sol (%) de la couche souterraine du sol.

6. Evolution de la capacité des échange cationique CEC de sol

L'examen des figures (8) montre que les couches de sol dépourvu de MO présentent les capacités d'échanges cationiques (CEC) les plus faibles. Les valeurs varient entre 5,56 et 7,63 méq/100g su sol. Alors que l'épandage de MO d'origine végétale ou animale induit une augmentation de la CEC du sol.

La technique d'épandage du compost par enfouissement présente les valeurs les plus importante qui sont à l'ordre de 10 à 11 méq/100g du sol à la fin de l'expérimentation.

Enfin, il est à noté que les résultats de la CEC montre des moyennes inferieures à 10 méq/100g du sol comme indice de fertilité faible.

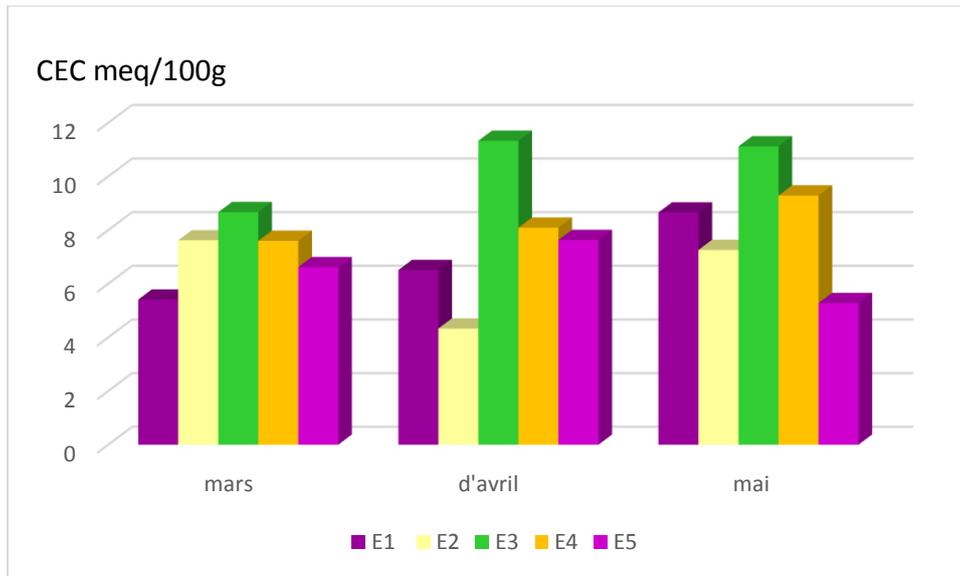


Figure 8.1 : Evolution de la CEC (meq/ 100g du sol) de la couche de surface

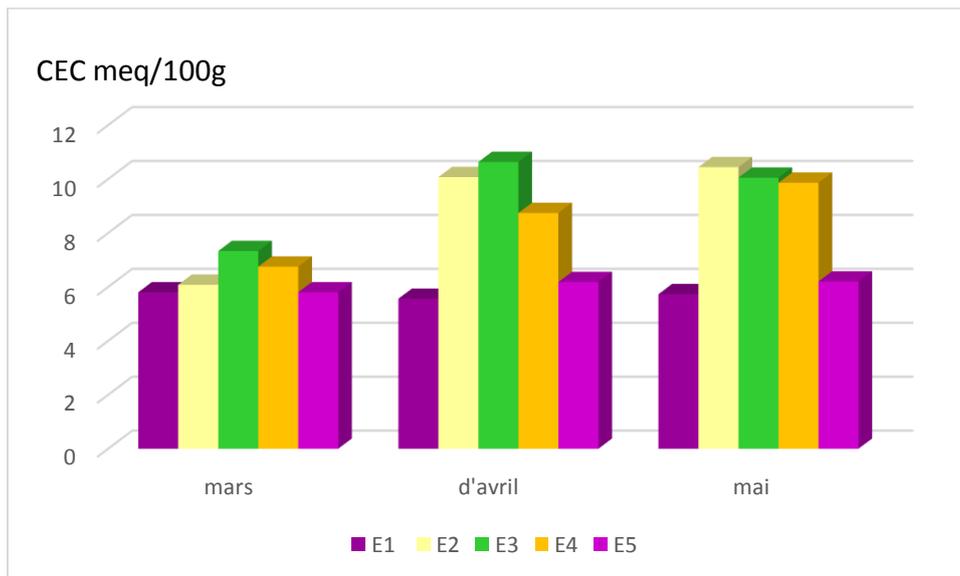


Figure 8.2 : Evolution de la CEC (meq/ 100g du sol) de la couche souterraine

Concluions

Concluions

Le présent travail a pour objet l'évaluation de l'effet de différentes techniques d'épandage du compost d'origine végétale, habituellement pratiquées dans les palmeraies des Ziban, sur quelques propriétés physico-chimique d'un sol gypseux des oasis des Ziban.

Les principaux résultats montrent que les différentes techniques d'épandage aussi que le compost d'origine végétale contribuent à l'amélioration des paramètres étudiés du sol gypseux. En effet, l'enterrement et de l'épandage du compost dans le sol ne montrent aucune minéralisation. Cependant la technique d'enfouissement du compost présente une bonne minéralisation de la MO matérialisée par une perte de 0,7 %, ce qui consolide le rôle de la biomasse microbienne du sol pour la bio décomposition après malaxage du compost d'origine végétale avec le sol.

On note que les différentes techniques d'épandage sont en faveur à l'amélioration des propriétés physiques du sol. Elles conduisent à une augmentation de l'humidité du sol, notamment après l'amendement du sol par enterrement et enfouissement du compost. L'augmentation de la teneur du sol en eau est consolidée par les taux élevés de porosité du sol.

En effet l'application des différentes les techniques d'épandage de la matière organique (végétale a conduit à l'établissement d'un état d'ameublissement de la structure du sol ; est matérialisé par une diminution de la densité apparente. A ce propos on signale, également, que les techniques d'amendement du compost contribuent significativement à la réduction des valeurs de la densité réelle. Les valeurs obtenues pour cette grandeur sont très proches aux résultats rapportés par (Veilleffon ,1979 et Halitim ,1988) sur les mêmes sols étudiés.

En fin, la technique d'épandage du compost par enfouissement permet une augmentation de la capacité d'échange cationique du sol (CEC). Ce résultat permet de conclure l'importance du compost pour l'amplification du nombre de site négatifs du complexe adsorbant. Les valeurs obtenues traduisent un état de fertilité chimique du sol moyenne.

Finalement, pour une meilleure compréhension de l'importante des techniques d'amendement du compost sur les sols gypseux, des études plus approfondies sont indispensables.

Références Bibliographiques

- **Abaker,2016** : suivi de maturation de composts mixtes par spectrométrie d'absorption et de fluorescence UN-VIS. Thèse de doctorat, Université (AMU).
- **Abdedaim,2020** : Contribution à l'étude et la variation des teneurs en gypse sur une séquence des sols de la région de sidi Khaled. Mémoire de master, Université Biskra.
- **Azzouzi et Khene , 2021** : Valorisation des déchets des palmeraies (Phoenix dactylifera L.) par le Co-compostage aux niveaux de L'ITIDAS (Biskra). Mémoire de master, Université Biskra.
- **Belmabrouk et Laroui,2017** : Les croûtes gypseuses de surface des sols des régions Sahariennes. Mémoire de master, Université OUARGLA.
- **Bensassi ,2012** : Impacts d'apports de composts de déchets urbains sur la résistance et la résilience de la microflore du sol à des évènements de type canicule/sécheresse. Thèse de doctorat, L'Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse.
- **Bouhnik,2017** : Etude de quelques accumulations gypseuses dans les sols de la région d'Oued Righ, Mémoire de master, Université OUARGLA.
- **Bouedjoudj,2016** : Mesure et efficacité de la capacité d'échange cationique d'un sol de la plaine de la Mina par les deux méthodes de Metson et Bowe. Mémoire de master, Université de Mostaganem.
- **Charnay,2005** : Compostage des déchets urbains dans les Pays en Développement : élaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost. Thèse de doctorat, L'Université de Limoges.
- **Faverial, 2016** : Compostage et vermicompostage des effluents d'élevage. Une alternative durable pour le recyclage des déchets d'origine animale. Thèse de doctorat, L'Université des Antilles.
- **Fersi,2015** : Co-compostage des déchets verts avec des sous produits agroalimentaires et effet de l'inoculation de *Trametes trogii* CLBE55 sur le processus et sur la qualité du compost produit . Thèse de doctorat, L'Université de Sfax.
- **Francou,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, l'institut national agronomique paris-grignon
- **Halitim.A (1988)**. Les sols des régions arides d'Algérie. Ed, O.P.U.384p.
- **Hiouani,2016** : Etude expérimentale de l'influence du gypse sur la dynamique de l'azote des amendements organiques (fiente de volaille, fumier ovin) et cinétique

d'absorption par une graminée fourragère ray grass d'Italie. Thèse de doctorat, L'Université de Biskra.

- **Khechai,2001** : dynamique et fonction hydrophysique des sols de la plaine de l'Outaya. Thèse de magister. Université de Batna p182.
- **Koledzi,2011** : valorisation des déchets solides urbains dans les quartiers de Iomé (togo): approche méthodologique pour une production durable de compost. Thèse de doctorat, L'Université de Limoges.
- **Mansoul,2022** : Impact du compost sur le sol et le développement d'une culture d'orge. Mémoire de master, Université de Biskra.
- **Rosalie, Elisabeth 2010** : titre du document, 87 p., mémoire de fin d'études, Clermont Ferrand, 2010.
- **Rouahna,2019** : Individualisation de gypse dans les sols de la plaine d'El Outaya. Thèse de doctorat, L'Université de Biskra.
- **Sahnoune,2014** : Analyse et Caractérisation physico-chimique des Sols d'Entreposage de la station de Pétrole (Bejaia). Mémoire de master, Université de Bejaia.
- **Slimani , 2022** : Valorisation par compostage des déchets organiques dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Thèse de Doctorat , université mouloud mammeri de tizi-ouzou.
- **Vieillefon J, 1979**.Contribution à l'amélioration de l'étude analytique des sols gypseux. Cahiers ORSTOM. Série Pédologie, 17 (3), p. 195-223
- **Zaiter et Daas, 2019** : Réalisation d'un compost à base des déchets du palmier dattier (Phoenix dactylifera L) de la région de Biskra. Mémoire de master, Université Constantine.

ANNEXES

Tableau 1. Evaluation de la densité apparente (g/ cm³)

Paramètre	Profondeur cm	Mars	Avril	Mai
	E1(0-20)	1,073	0,673	0,651
	E1(20-40)	1,99	1,946	1,736
	E2(0-20)	1,347	1,163	0,736
	E2(20-40)	1,46	1,02	0,76
	E3(0-20)	1,374	1,15	1,05
	E3(20-40)	1,66	1,19	1,01
	E4(0-20)	1,536	1,476	0,7
	E4(20-40)	1,693	1,553	0,715
	E5(0-20)	1,76	1,72	1,68
	E5(20-40)	1,82	1,89	1,78

Tableau 2. Evaluation de l'humidité de sol (%)

Paramètre	Profondeur cm	Mars	Avril	Mai
Couches du sol	E1(0-20)	34,88	32,4	37,29
	E1(20-40)	26,5	25,6	24,3
	E2(0-20)	28	35	40,22
	E2(20-40)	45,7	49	34,48
	E3(0-20)	24,06	36,5	46,5
	E3(20-40)	26,17	34,6	42,4
	E4(0-20)	24,8	34,4	26,6
	E4(20-40)	22,05	22,5	22,62
	E5(0-20)	17,1	21,2	24,5
	E5(20-40)	29,55	26,4	23,6

Tableau 3. Evaluation de matière organique de sol (%)

Paramètre	Profondeur cm	Mars	Avril	Mai
Couches du sol	E1(0-20)	2,9	2,18	2,5
	E1(20-40)	2,9	2,72	2,61
	E2(0-20)	2,08	2,34	2,35
	E2(20-40)	2,85	2,07	2,03
	E3(0-20)	2,67	2,21	2,9
	E3(20-40)	2,85	2,65	2,96
	E4(0-20)	2,39	2,13	2,5
	E4(20-40)	2,75	2,02	2,32
	E5(0-20)	2,58	2,62	2,41
	E5(20-40)	2,8	2,72	2,61

Tableau 4. Evolution de la densité réelle de sol (g/cm³)

Paramètre	Profondeur cm	Mars	Avril	Mai
Couches du sol	E1(0-20)	2,5	2,6	2,5
	E1(20-40)	1,2	1,5	1,6
	E2(0-20)	2,5	2,6	2,7
	E2(20-40)	2,5	2,4	2,8
	E3(0-20)	2,8	2,5	2,1
	E3(20-40)	2,9	2,4	2,2
	E4(0-20)	3,7	3,6	3,1
	E4(20-40)	3,5	3,6	3,6
	E5(0-20)	1,5	1,4	1,4
	E5(20-40)	1,2	1,2	1,1

Tableau 5. Evaluation de la capacité des échange cationique CEC de sol

Paramètre	Profondeur Cm	Mars	Avril	Mai
Couches du sol	E1(0-20)	5,41	6,51	8,66
	E1(20-40)	5,8	5,56	5,73
	E2(0-20)	7,62	4,33	7,26
	E2(20-40)	6,08	10,07	10,44
	E3(0-20)	8,67	11,33	11,12
	E3(20-40)	7,33	10,63	10,05
	E4(0-20)	7,6	8,09	929
	E4(20-40)	6,75	8,74	9,86
	E5(0-20)	6,62	7,63	5,28
	E5(20-40)	5,8	6,18	6,2

Tableau 05 : Evaluation de la porosité du sol

le paramétré	N° échantillon et N° d'hor	Mois de mars (témoin)	Mois de d'avril	Mois de mai
Porosité	E1 (0-20)	63	69,12	73,96
	E1 (20-40)	31,73	28,45	33,48
	E2(0-20)	35,24	50,29	68,68
	E2(20-40)	48,77	50,72	62,56
	E3(0-20)	48,53	47,96	63,79
	E3(20-40)	41,75	55,09	65,87
	E4(0-20)	35,73	30,7	72
	E4(20-40)	35,85	23,11	69,18
	E5(0-20)	31,78	34,35	30,29
	E5(20-40)	35	30,51	31,8

E1 : Représente l'épandage du compost au ras du sol (sur le sol).

E2 : Représente le compost enterré dans le sol

E3 : Représente le compost enfoui (par malaxage) avec le sol

E4 : Amendement du sol par une MO d'origine animal (ovin).

E5 : Sol dépourvu la matière organique

Résumé : Le présent travail a pour objet l'évaluation des différentes techniques d'épandage du compost sur les propriétés physico-chimiques d'un sol gypseux. Ainsi, on note que l'amendement du compost d'origine végétale montre des résultats similaires à ceux obtenus par les apports organiques d'origine animale. L'enfouissement du compost dans le sol permet une meilleure amélioration de la structure du sol et de la fertilité chimique et biologique.

Mot clés : Sol gypseux, compost, techniques d'épandage de la MO, CEC, Densité apparente.

ملخص :

يهدف هذا العمل إلى تقييم تقنيات نثر السماد المختلفة على الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة الجبسية. وهكذا ، نلاحظ أن تعديل السماد من أصل نباتي يظهر نتائج مماثلة لتلك التي تم الحصول عليها من خلال المدخلات العضوية من أصل حيواني. يسمح دفن السماد في الأرض بتحسين بنية التربة والخصوبة الكيميائية والبيولوجية بشكل أفضل.

Abstract:

This work aims to evaluate the different compost spreading techniques on the physico-chemical properties of a gypsum soil. Thus, we note that the amendment of compost of plant origin shows results similar to those obtained by organic inputs of animal origin. Burying the compost in the ground allows a better improvement of the soil structure and the chemical and biological fertility.