



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

Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences agronomiques
Spécialité : Hydropédologie

Présenté et soutenu par :
Massa Nesrine

Le : jeudi 22 juin 2023

L'effet du Compost et Biochar à base des palmes sur les paramètres du melon (*Cucumis melo.L*) dans une zone aride (Algérie)

Jury :

| | | | | |
|-------|-----------------|------------|----------------------|---------------|
| Mr. | MEHAOUA MOHAMED | MCA | Université de Biskra | Président |
| Mr. | GUIMEUR KAMEL | MCA | Université de Biskra | Rapporteur |
| Mme. | HIOUANI FATIMA | MCA | Université de Biskra | Examineur |
| Mlle. | MERAD MIRA | DOCTORENTE | Université de Biskra | Co-Rapporteur |

Année universitaire : 2022/2023

Dédicace

Je dédie ce modeste travail avec grand amour, sincérité et fierté :

A mon chère mère

A mon père

Source de tendresse, le soutien, encouragements, sacrifices .Puisse cette étape constituer pour vous un motif de satisfaction.

A mon frère et mes sœurs, avec mes souhaits de bonheur, de santé et de succès. Et à tous les membres de Ma famille. A tous mes amis, tous professeurs et à tout qui compulse ce modeste travail.

Remerciements

Après avoir rendu grâce à Dieu le tout puissant et le miséricordieux nous tenons à remercier vivement tous ceux qui, de près ou de loin ont participé à la rédaction de ce document. Il s'agit plus particulièrement de : **Dr. KAMEL GUIMEUR** à l'université de Biskra, votre compétence, votre encadrement ont toujours suscité mon profond respect.

Aussi, nos sincères remerciements à Mlle. **MIRA MERAD** pour son soutien moral, ses conseils et l'orientation précieuse qu'elle m'apportés au cours de ce travail de recherche.

Je vous remercie pour accueille et vos conseils.

Veillez trouver ici, l'expression de ma gratitude et de ma grande estime.

Aux membres du jury Président du jury :

Dr. MEHAOUA

Vous me faites un grand honneur en acceptant de juger ce travail. Ma profonde gratitude s'oriente vers tout le personnel du Département des sciences agronomiques.

Liste de tableaux

Liste des tableaux

| | |
|--|-----|
| Tableau 1 : les micro organismes du compost : caractéristiques (MUSTIN, 1987)..... | 18. |
| Tableau 2 : Température et la durée d'exposition nécessaire à la destruction de pathogènes (VENGLOVSKY et al. 2005)..... | 21. |
| Tableau 3 : Paramètres de contrôle et suivi du procédé . (Koledzi , 2011)..... | 22. |
| Tableau 4 : Teneurs moyennes en éléments fertilisants des composts de déchets verts et fumier bovin en tas..... | 24. |
| Tableau 5 : Synthèse des comparaisons multiples par paire pour traitement..... | 54. |
| Tableau 6 : synthèse des comparaisons multiples par paires pour traitement..... | 58. |

Listes des figures

Listes des figures

| | |
|--|-----|
| Figure 1 : Le composte..... | 15. |
| Figure 2 : Représentation schématique de processus de compostage (CHARNAY, 2005)... | 16. |
| Figure 3 : Historique de compost | 16. |
| Figure 4 : Courbe d'évolution de la température au cours du compostage (MICHAUD, 2007)..... | 20. |
| Figure 5 : Courbe théorique d'évolution de la température au cours du compostage (FRANCOU ,2003). | 21. |
| Figure 6 : Schéma du cycle de l'azote lié à un apport de compost (Francou, 2003)..... | 26. |
| Figure 7 : Le biochar..... | 28. |
| Figure 8 : La terra preta (Bruno Glaser et al,2001)..... | 29. |
| Figure 9 : Avantages Environnement, Sociaux et Financiers (Lehmann et Joseph,2015).... | 30. |
| Figure 10 : Le Biochar: Système Pour Piéger le Dioxyde de Carbone dans le Sol (Devd , 2015) | 31. |
| Figure 11 : Vue extérieure de la serre..... | 36. |
| Figure 12 : le compost utilisé | 37. |
| Figure 13 : les feuilles de palme..... | 38. |
| Figure 14 : les étapes de fabrication de biochar..... | 39. |
| Figure 15 : Protocole expérimentale des parcelles de la culture de Melom..... | 40. |
| Figure 16 : plants en pépinière..... | 42. |
| Figure 17 : l'incorporation les amendements organiques..... | 43. |
| Figure 18 : Installations des gaines gouttes à gouttes..... | 43. |
| Figure 19 : Le paillage plastique | 44. |
| Figure 20 : Plant repiqué..... | 44. |
| Figure 21 : Palissage des plantes..... | 45. |
| Figure 22 : Une attaque d'oïdium..... | 46. |
| Figure 23 : Une attaque des mineuses..... | 46. |

Listes des figures

| | |
|--|-----|
| Figure 24 : Une attaque des pucerons | 47. |
| Figure 25 : Récolte de melon..... | 47. |
| Figure 26 : Mesure la longueur d'entre nœuds | 48. |
| Figure 27 : Mesure la surface foliaire..... | 48. |
| Figure 28 : Mesure le diamètre final des tiges..... | 48. |
| Figure 29 : Mesure poids des fruits..... | 50. |
| Figure 30 : Mesure la longueur / Diamètres des fruits..... | 50. |
| Figure 31 : le rendement totale | 51. |
| Figure 32 : Courbe de la Longueur d'entre nœuds cm..... | 53. |
| Figure 33 : Courbe de la surface foliaire cm ² | 55. |
| Figure 34 : Courbe du diamètre final des tiges cm..... | 56. |
| Figure 35 : Courbe de poids totale des fruits par traitement..... | 58. |
| Figure 36 : Courbe de la Longueur des fruits | 59. |
| Figure 37 : Courbe de la Diamètre des fruits cm..... | 60. |
| Figure 38 : Courbe du rendement total..... | 62. |

Sommaire

Sommaire

Sommaire

| | |
|--|----|
| Introduction | 14 |
| Chapitre I : Le compost..... | 14 |
| 1 Définition du compost : | 15 |
| 2 Définition du compostage : | 15 |
| 3 Historique:..... | 16 |
| 4 Objectifs de compostage..... | 17 |
| 5 Organismes décomposeurs:..... | 17 |
| 5.1 Les microorganismes:..... | 17 |
| 5.2 Les macro organismes :..... | 19 |
| 6 les phases du processus de compostage: | 19 |
| 6.1 La phase mésophile :..... | 19 |
| 6.2 La phase thermophile :..... | 19 |
| 6.3 La phase de refroidissement : | 19 |
| 6.4 La phase de maturation :..... | 19 |
| 7 Paramètre du compostage : | 20 |
| 7.1 Le pH :..... | 20 |
| 7.2 Température :..... | 20 |
| 7.3 Teneur en humidité :..... | 21 |
| 7.4 Apport d'oxygène :..... | 22 |
| 7.5 Granulométrie : | 22 |
| 7.6 Matière organique ,et carbone et azote : | 22 |
| 7.6.1 Matière Organique : | 22 |
| 7.6.2 Le carbone organique :..... | 23 |
| 7.6.3 Teneur en azote :..... | 23 |
| 7.6.4 Le rapport C/N :..... | 23 |
| 7.7 Teneurs des composts de déchets verts : | 23 |
| 8 Les avantages du compostage : | 24 |
| 8.1 Matière organique du sol :..... | 24 |
| 8.2 Abondance et diversité microbienne:..... | 24 |
| 8.3 Elimination des maladies du sol : | 24 |
| 8.4 Disponibilité des nutriments: | 24 |
| 9 Effet sur la structure du sol :..... | 25 |

Sommaire

| | | |
|-------|--|----|
| 10 | L'effet du compost sur sol et les plantes : | 25 |
| | Chapitre II : Le Biochar | 27 |
| 1 | Définition de biochar: | 28 |
| 2 | Historique : | 29 |
| 3 | Production du biochar la pyrolyse: | 29 |
| 4 | Principaux Avantages du Biochar (Don , 2009):..... | 30 |
| 5 | Quel genre de biochar est le meilleur ? | 30 |
| 6 | Intérêt du Biochar Comme Amendement: | 30 |
| 7 | Propriétés Physico - Chimiques du Biochar :..... | 31 |
| 8 | Le Biochar et les Emissions de Gaz à Effet de Serre : | 31 |
| 9 | Effet du biochar : | 32 |
| 9.1 | Effets biologiques et agronomiques : | 32 |
| 9.2 | Effets physico-chimiques (amendement) : | 32 |
| 9.2.1 | Effet du biochar sur la texture du sol : | 32 |
| 9.2.2 | Effet du biochar sur la CR du sol:..... | 32 |
| 9.2.3 | Effet du biochar sur la CE du sol..... | 32 |
| 9.2.4 | Effet du biochar sue la CEC du sol: | 33 |
| 9.3 | Effet du biochar sur les propriétés biologiques du sol:..... | 33 |
| 9.4 | Effets du biochar sur le végétal | 33 |
| 9.5 | Prétraitement du biochar (Activation) : | 33 |
| | Chapitre III : | 35 |
| | Matériels et Méthodes | 35 |
| 1 | Objectif de l'expérimentale : | 36 |
| 2 | Site expérimental:..... | 36 |
| 3 | Matériels et méthodes : | 36 |
| 3.1 | Matériel : | 36 |
| 3.1.1 | Matériel végétal: | 36 |
| 3.1.2 | le paillage plastique:..... | 36 |
| 3.1.3 | Matériel de la taille: | 36 |
| 3.1.4 | La serre: | 36 |
| 3.1.5 | Le biochar : | 37 |
| 3.1.6 | Fumier :..... | 37 |
| 3.1.7 | Compost : | 37 |
| 3.2 | Méthode : | 37 |

Sommaire

| | | |
|--|---|----|
| 3.2.1 | Traitements | 37 |
| 3.2.2 | Production du biochar : | 38 |
| 3.2.3 | Dispositif et Protocole Expérimental: | 39 |
| 3.2.4 | Calcul des doses d'engrais et amendements organiques..... | 40 |
| 3.2.5 | Mise en place et conduite de l'essai | 41 |
| 3.3 | Les paramètres d'études : | 47 |
| 3.3.1 | Les paramètres de croissance: | 47 |
| 3.3.2 | Les paramètres de production : | 49 |
| Chapitre IV : Résultats et Discussions | | 52 |
| 1 | Longueur d'entre nœuds:..... | 53 |
| 2 | Surface foliaire: | 54 |
| 3 | Diamètre final des tiges:..... | 55 |
| 4 | La date de la maturation de 1er fruit: | 57 |
| 5 | Les paramètres de production:..... | 57 |
| 5.1 | Poids total des fruits par traitement:..... | 57 |
| 5.2 | Longueur des fruits:..... | 58 |
| 5.3 | Diamètre des fruits: | 60 |
| 6 | Rendement total:..... | 61 |
| Conclusion..... | | 63 |
| Références | | 65 |
| Annexes..... | | 69 |

Introduction

Introduction

L'épuisement des matières organiques et des nutriments du sol et le changement climatique sont des facteurs importants qui menacent la durabilité de la production agricole. Depuis la « révolution verte », les engrais inorganiques ont joué un rôle important dans l'augmentation de la production agricole et le maintien de la productivité au cours de dernier demi-siècle. Cependant, l'utilisation de ces seuls engrais chimiques n'est pas une solution durable pour améliorer la fertilité des sols et maintenir le rendement des cultures. L'utilisation excessive à long terme d'engrais minéraux peut accélérer l'acidification du sol affectant à la fois le biote du sol et les processus biogéochimiques.

Le biochar est un matériau carbone obtenu à partir de la conversion thermochimique de la biomasse dans un environnement limité en oxygène. L'un des biochars les plus couramment utilisés est à base de bois. Le biochar a été décrit comme un outil possible pour l'amélioration de la fertilité des sols, l'adsorption potentielle d'éléments toxiques et l'atténuation du changement climatique.

En effet, plusieurs études ont montré que l'application de biochar au sol peut améliorer les propriétés physiques et chimiques du sol, il a été démontré que le biochar stimule la communauté microbienne du sol, augmente la biomasse et l'activité microbienne, et réduire les émissions de gaz à effet de serre grâce à la séquestration du carbone, améliorer la disponibilité des éléments nutritifs des plantes et la croissance et le rendement corrélés. Et aussi la capacité de rétention d'eau, l'aération du sol, la saturation en bases du sol.

Le compost est composé de matières organiques qui sont équilibrées et détériorées en raison de la dégradation des matières organiques facilitée par des conditions contrôlées et oxygénées (Adugna, 2016). L'utilisation du compost est écologique et naturelle. Le compost constitue donc un excellent moyen d'améliorer la fertilité du sol et contribue finalement à l'augmentation du rendement des cultures (Afriyie & Amoabeng, 2017). De plus, le sol a besoin de matière organique car il est important de maintenir la fécondité du sol et de réduire les pertes de nutriments. Par conséquent, le compost contient à la fois des nutriments et de la matière organique qui agissent comme un bon engrais organique pour le sol (Adugna, 2016). Lorsque le compost est incorporé au sol, il sera minéralisé et fournira une libération durable des nutriments disponibles aux plantes (Ngo & Cavagnaro, 2018).

Certaines études récentes ont montré que l'application combinée de compost et de biochar avait un effet synergique positif sur la teneur en éléments nutritifs du sol et la capacité de rétention d'eau dans des conditions de terrain. De plus, la combinaison du biochar avec du compost s'est avérée adaptée, permettant de réduire les apports d'engrais, de stabiliser la structure du sol et d'améliorer sa teneur en éléments nutritifs et sa capacité de rétention d'eau.

Chapitre I :

Le compost

1 Définition du compost :

Plusieurs définitions de compost sont formulées par différents auteurs (**MUSTIN,1987 ; SALEMI,2012 ;INCKEL et al.,2005**) mais toutes s'accordent sur le compost est un mélange de débris organiques en décompositions et de matières minérales, destiné à nourrir et à alléger le sol qu'il enrichit en humus (**COUPLAN & MARMY ,2009**)

Pour(**SMEESTERS, 1993**), le compost est une matière brunâtre qui ressemble à du terreau. Il provient de la décomposition contrôlée des matières organiques par millions d'organisme vivant.

Un compost provient d'un équilibre entre des matériaux riches en azote et pauvres en carbone (déchets organiques, fumiers) , riche en carbone et pauvre en azote (matière végétale sèche , bois broyé) et intermédiaires entre les deux (matière végétale verte) (**COUPLAN &MARMY , 2009**)



Figure 1 : Le compost

2 Définition du compostage :

La définition de compostage n'est pas une chose facile car c'est un processus complexe , plusieurs interprétations du compostage peuvent exister selon que les auteurs prennent en compte le caractère naturel des transformations observées et des réactions biochimiques ou maîtrise de la technique par l'homme (**ZNAIDI, 2002**).

le compostage peut être défini comme un procédé biologique contrôle de conversion et de valorisation des substrats organiques (sous produits de la biomasse , déchets organiques d'origine biologique, ...)en un produit stabilisé , hygiénique ,semblable à un terreau , riche en composés humiques .(**MUSTIN M , 1987**)

Pour (**PEPIN ,2013**),le compostage procédé de traitement intensif des déchets organiques qui met en œuvre, en les optimisant , des processus biologiques aérobies de décomposition et de stabilisation des matières organiques complexes. C'est le une humification accélérée.

Chapitre I : Le compost

Selon (FAO ,2005), le compostage est 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 micro organismes dans des conditions bien définies. Une fois le processus de compostage terminé le compost, source importante de matière organique (MO) , peut être appliqué aux sols . La MO du sol joue un rôle important dans la durabilité de la fertilité, et donc pour une production agricole durable.

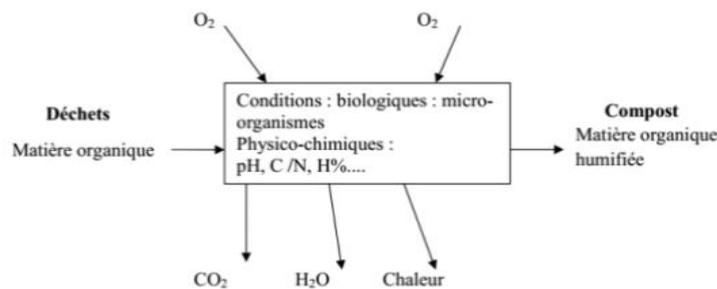


Figure 2 : Représentation schématique de processus de compostage (CHARNAY, 2005).

3 Historique:

Le mot de compost est d'origine latin, qui signifie mêlé, composé de plusieurs choses.

Bien avant que l'homme n'envahisse la planète, les phénomènes de compostage étaient naturellement actifs. Dans chaque marécage, forêt et prairie partout où se trouvait de la végétation, il y avait une activité de compostage. En premier lieu, un de nos ancêtres a remarqué que les cultures étaient plus vigoureuses lorsqu'elles poussaient à proximité de fumier et de végétaux en décomposition. Les premières traces de recyclage des matières organiques nous viennent du Proche-Orient, par exemple, une déchetterie municipale a été aménagée devant les portes de la ville de Jérusalem certains déchets sont incinérés, d'autres sont compostés. Les Chinois sont depuis longtemps passés maîtres dans l'art de transformer les déchets organiques, y compris les excréments humains.



Figure 3 : Historique de compost

4 Objectifs de compostage

L'objectif général de cette thèse est d'évaluer la qualité des composts élaborés en milieu et d'apporter des éléments factuels pour son amélioration. Le compost est un excellent fertilisant naturel riche en sels minéraux : azote, phosphore, potassium... en bactéries, en mycorhizes...

Contrairement aux engrais chimiques qui ont une action immédiate, il libère ces éléments progressivement dans le sol.

- Renforce les plantes et les rend moins vulnérables aux maladies.
- Améliore la structure du sol. Comme l'humus, c'est un amendement pour la terre : il apporte de la matière organique aux sols, augmente le drainage dans les sols lourds et argileux, la rétention d'eau dans les sols légers et sableux, et facilite la croissance des racines.

5 Organismes décomposeurs:

Il y a deux types : micro-organismes et microorganismes.

5.1 Les microorganismes:

Le compostage est un processus biologique qui fait intervenir de nombreux microorganismes responsables de la décomposition de la matière organique. La flore microbienne du compostage est majoritairement constituée de bactéries et de champignons (MUSTIN, 1987).

Les microorganismes appartiennent aux groupes suivants : bactéries, actinomycètes, champignons, protozoaires et algues. A l'intérieur d'un même groupe, tous les microorganismes n'agissent pas de la même façon sur le substrat et on peut les classer suivant la fonction biochimique spécifique qu'ils assurent au sein du compost : ce sont par exemple des amylolytiques qui dégradent l'amidon, des vitrificateurs qui transforment les composés azotés (acides aminés, urée, acides nucléiques...) (LECLERC, 2001).

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

Chapitre I : Le compost

Selon (MUSTIN , 1987) , cette phase thermophile dure peu de temps et est suivie par une diminution lente de la température. Ensuite , on entre dans la deuxième phase du compostage qui est une phase de maturation , qui est caractérisée par un ralentissement de l'activité microbienne dû au manque de substrats facilement assimilables . Il ne reste habituellement que des composés plus difficiles à dégrader comme la lignine ou la cellulose. Il y a donc attaque de ces gros polymères par les microorganismes possédant les enzymes pouvant les hydrolyser . Il s'agit donc d'une phase où la compétition et les inhibitions sont plus marquées . Le tableau donne les caractéristiques des microorganismes du compostage et leurs fonctions

Tableau 1: les microorganismes du compost : caractéristiques (MUSTIN, 1987)

| Groupes | Caractéristiques et commentaires | Nombres estimés d'espèces dans les composts |
|---------------|--|---|
| Bactéries | <ul style="list-style-type: none"> - toujours présente dans les composts et largement dominantes en qualité et en quantité. - Forte croissance si C / N est faible et l'humidité est élevée. - Large spectre d'activité sur une large gamme de pH . | 800 à 1000 espèces au minimum |
| Champignons | <ul style="list-style-type: none"> - Dominants si C / N est élevé (dégradation de la cellulose et de la lignine) - Capable de croître avec des taux d'humidité plus bas . - Tolérance d'une large gamme de pH (2-9) | Plusieurs dizaines de milliers d'espèces |
| Actinomycètes | <ul style="list-style-type: none"> - attaquent des substances non dégradées par les bactéries et les champignons . <ul style="list-style-type: none"> - Neutrophiles - Développement dans les phases finales du compost | Plusieurs dizaines d'espèces |
| Algues | <ul style="list-style-type: none"> - Organismes chlorophylliens - Retrouvés en surface et dans les premiers centimètres de la couche superficielle . - Utilisant des sels minéraux | Idem |
| Protozoaires | <ul style="list-style-type: none"> - Grand groupe hétérogène d'unicellulaires mobiles de petites tailles - Besoin d'un milieu humide - | Plusieurs dizaines d'espèces. |
| Cyanophycées | <ul style="list-style-type: none"> - Procaryotes proches des bactéries - Abondance avec une activité des bactéries | Plusieurs dizaines d'espèces. |

5.2 Les macro organismes :

sont les êtres visibles impliqués dans la transformation des matières organiques en compost . Ils sont particulièrement actifs dans les derniers stades de maturation du compost quand les températures décroissent mais que la décomposition n'est pas complète . Les micro - organismes effectuent une décomposition chimique alors que les macro organismes se situent plus haut dans la chaîne alimentaire et décomposent physiquement les matières en les creusant , les grignotant , les mastiquant et, les digérant , les suçant, et les brassant (ZAITER ,G. DAAS , M.2019) .

6 les phases du processus de compostage:

Le compostage est accompagné de chaleur . Il est largement admis depuis longtemps que la chaleur générée au sein du compost est essentiellement d'origine biologique , c'est - à - dire due à l'activité microbienne (**Franco , 2003**) .

L'évolution de température au sein du compost permet de définir quatre phases au cours du compostage :

6.1 La phase mésophile :

C'est la phase initiale du compostage durant les premiers jours la présence de matières organiques facilement biodégradables entraîne une forte activité microbienne générant une vitesse dans l'augmentation en température à l'intérieur du compost (**Franco , 2003**) .

6.2 La phase thermophile :

Dans cette phase une augmentation de la température. Allant de 60 ° C à 75 ° C Seules les bactéries peuvent survivre à ces températures. La grande partie de la matière organique est perdue sous forme de CO₂ et H₂O . (**Franco , 2003**) .

6.3 La phase de refroidissement :

Cette phase caractérisée par une diminution de la quantité de matières organiques facilement dégradables provoquant un ralentissement de l'activité microbienne . Ce ci favorise un refroidissement du compost (**Franco , 2003**) .

6.4 La phase de maturation :

processus d'humification prédominant ainsi que la dégradation lente des composés résistants . Cette phase de maturation continue jusqu'à l'utilisation du compost (**Franco , 2003**) . La figure représente l'évolution de la température au cours du compostage.

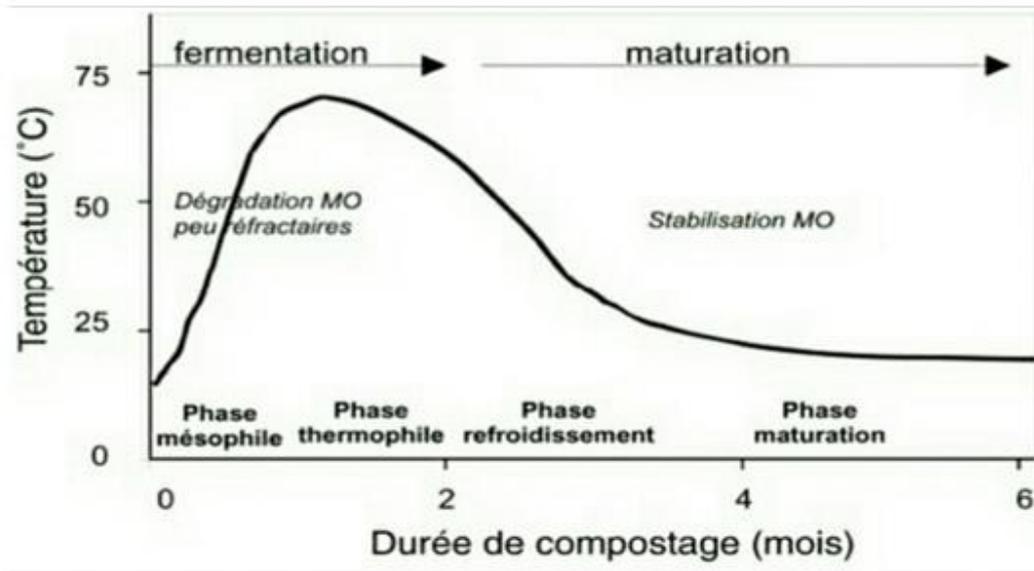


Figure 4 : Courbe d'évolution de la température au cours du compostage (**MICHAUD, 2007**).

7 Paramètre du compostage :

Les paramètres du compostage Les principaux paramètres du compostage sont ceux qui ont une influence sur les conditions de vie des microorganismes , c'est à dire ceux qui régissent leur métabolisme . Ce sont la température , le taux d'oxygène lacunaire (aération) , l'humidité , les caractéristiques physico - chimiques du substrat et les microorganismes (paramètres biologiques) . Ces paramètres agissent simultanément au cours du compostage (**Leclerc , 2001**) .

7.1 Le pH :

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

7.2 Température :

La température joue un rôle important dans toutes les phases de compostage , le suivi de la température est une mesure indirecte de l'intensité des dégradations . Il renseigne également sur la qualité du processus de dégradation . De plus , ce suivi caractérise au début du processus la qualité du mélange . Les variations de l'augmentation en température sont en fonction de l'aération et de la composition du substrat (**Amir , 2005 ; Elfels , 2014**) . Le Tableau 10 indique le type de bactéries détruites en fonction de la température atteinte lors du procédé .

Chapitre I : Le compost

Tableau 2 : Température et la durée d'exposition nécessaire à la destruction de pathogènes (VENGLOVSKY et al. 2005)

| Type de micro-organismes | Température et durée nécessaire à sa destruction |
|-----------------------------|--|
| <i>Ascaris lombricoïdes</i> | 4h à 60°C à 65 °C |
| <i>Salmonella spp</i> | 15-20 min à 60 °C ou 1h à 55°C |
| <i>Escherichia coli</i> | 15-20 min à 60 °C ou 1h à 55°C |
| <i>Taeniasaginata</i> | 5 min à 71°C |
| <i>Shigellaspp</i> | 1h à 55 °C |

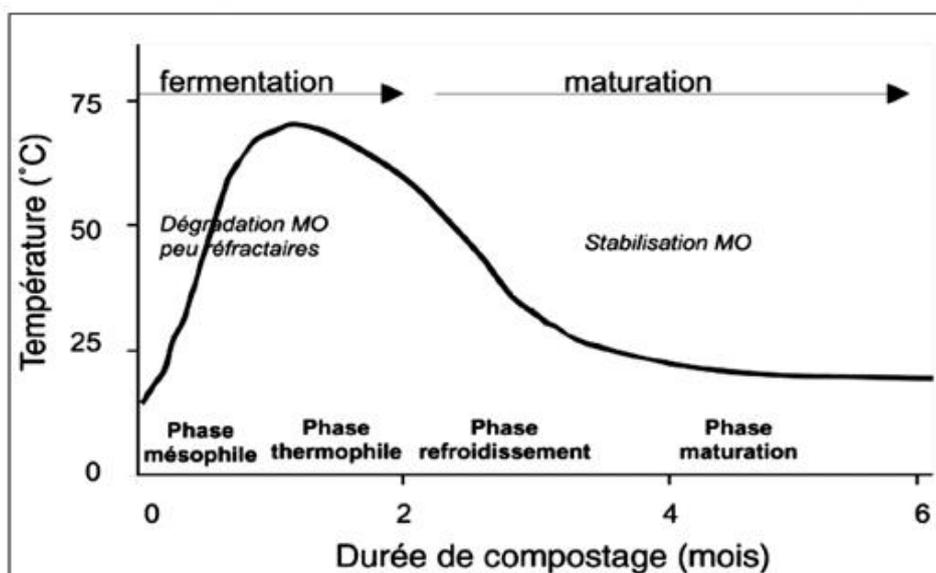


Figure 5 : Courbe théorique d'évolution de la température au cours du compostage (FRANCOU, 2003).

7.3 Teneur en humidité :

La teneur en eau (H %) du substrat conditionne l'activité des micro - organismes . Elle est sensible à deux phénomènes : .

- ✓ La dégradation de la matière organique provoquant une libération de l'eau .
- ✓ Une évaporation de l'eau sous l'effet de l'énergie calorifique libérée par la fermentation .

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 (Amir , 2005 ; Elfels , 2014) .

Chapitre I : Le compost

7.4 Apport d'oxygène :

L'oxygène est un facteur important pour les micro - organismes dans la respiration aérobie et de l'oxydation des substances organiques , donc la présence d'oxygène est indispensable dans le déroulement du compostage pour maintenir les conditions aérobies nécessaires à une décomposition rapide (Amir , 2005 ; Tahraoui , 2013) .

7.5 Granulométrie :

La granulométrie c'est un facteur qui détermine la vitesse de biodégradation . Elle trop fine induit un espace poral trop réduit et diminue l'accès puis la circulation de l'air du compost. Contrer 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 (Amir , 2005 ; Tahraoui , 2013 ; Elfels , 2014) .

Tableau 3 : Paramètres de contrôle et suivi du procédé . (Koledzi , 2011) .

| Paramètres | Phase initiale | Compost mur |
|-----------------------|--|--------------------|
| Rapport C/N | 20 à40 | 10-15 |
| Humidité % | 20à40 | 10à15 |
| Température (°C) | 40à65 | 35à45 |
| PH | 5à8 | 7à8.5 |
| Matière Organique (%) | 40à70 | 20à 40 |
| Granulométrie (cm) | ~1 en aération forcée 3-10 sans aération forcée | Dépend du criblage |

7.6 Matière organique ,et carbone et azote :

La matière organique d'un compost est constituée principalement des matières organiques plus ou moins dégradées des déchets compostés . La biomasse microbienne représente moins de 5 % de la masse totale de matière organique d'un compost (Annabi , 2001) . Seules les teneurs et les évolutions au cours du compostage de la matière organique et du carbone organique sont discutées ici .

7.6.1 Matière Organique :

La minéralisation importante de la matière organique entraîne une diminution des teneurs en matières organiques au cours du compostage . Les composts se caractérisent donc par des teneurs en matière organique inférieures celles des déchets bruts . La diminution relative de matière organique (rapport entre la masse de matière organique perdue et la masse de matière organique initiale) est très variable et dépend des conditions de compostage et de sa durée . Ces pertes peuvent atteindre 20 à 60 % de la matière organique initiale (Iannotti et al . , 1994 ; Canet & Pomares , 1995 ; Atkinson et al . , 1996) .

Chapitre I : Le compost

7.6.2 Le carbone organique :

Il est constitué du carbone organique total (COT), du carbone minéral (carbonates et bicarbonates). C'est le principal constituant des déchets à composter . Sa teneur dans les composts varie en fonction des déchets . Le COT varie dans les composts finaux de 20 à 30 % pour les composts de déchets verts (**Riffaldi et al . , 1986 ; Vallini et al . , 1993**), de 25 à 50 % pour les ordures ménagères (**Garcia et al . , 1992 ; Avnimelech et al . , 1996**) et de 30 à 40 % pour les boues (**Garcia et al . , 1992 ; Navarro et al . , 1993 ; Diaz - Burgos et al . , 1993 ; Ayuso et al . , 1996 ; Bernal et al . , 1998**) .

La minéralisation principalement en CO₂ au cours du compostage est à l'origine de la diminution de la teneur en carbone organique . On peut assister dans certains cas lorsque les conditions d'anaérobiose s'installent à un départ de carbone sous forme de méthane (**He et al . , 2000**) ou sous forme d'acides gras volatiles qui contribuent à baisser le pH du milieu (**Michel et Reddy , 1998 ; Beck Friis et al . , 2003**) .

7.6.3 Teneur en azote :

La majorité de l'azote contenu dans le compost est d'origine organique , et sous forme de protéines ou de peptides simples . La qualité du compost est également évaluée par le suivi de l'azote . En effet , les microorganismes nitrifient le substrat , se traduisant par une diminution de la concentration en NH₄⁺ et une apparition d'ions nitrate NO₃⁻ . Certains auteurs fixent la limite de stabilité d'un compost de la matière organique pour une teneur en NH₄⁺ de 0,04 % , soit 400 mg / kg (**Bernal ,1998 ; Bustamante et al . , 2008**) . Sanchez - Monedero (2001) a montré que la perte d'azote dans un compost d'ordures ménagères est proche de 40 % et qu'un rapport [N - NH₄⁺] / [N - NO₃⁻] inférieur ou égal à 0,11 % correspond à un indicateur de maturité pour ce type de compost .

L'azote organique des composts stabilisés , se minéralise lentement , avec une vitesse similaire à celle des sols (0,26 mg N / kg / j) sans évolution avec l'âge du compost . Pour les composts moins stables , la vitesse de minéralisation est supérieure (0,4 mg N / kg / j) (**Houot , 2002**) .

7.6.4 Le rapport C/N :

Les micro - organismes (bactéries) utilisent le carbone comme source d'énergie et l'azote comme source protéique . Le procédé de compostage entraîne une décomposition de la matière organique , donc une consommation de l'azote et du carbone , correspondant à la diminution du rapport C / N . Il est 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 (**Amir , 2005 ; Elfels , 2014**) .

7.7 Teneurs des composts de déchets verts :

Les valeurs peuvent varier fortement d'un compost à l'autre : le calcul du plan de fumure Doit se baser sur les données figurant sur le bulletin de livraison fourni par le producteur De compost.

Chapitre I : Le compost

| | | Matière sèche | Matière organique | N total | N disponible | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Mg | Ca |
|--------------------------|-------------------|---------------|-------------------|---------|--------------|-------------------------------|------------------|-----|------|
| Compost de déchets verts | kg/m ³ | 250 | 105 | 3.5 | 0.2 - 0.35 | 1.5 | 2.5 | 1.5 | 12.5 |
| | kg/t MF | 500 | 210 | 7 | 0.4 - 0.7 | 3 | 5 | 3 | 25 |
| Fumier bovin | kg/t MF | 190 | 150 | 4.9 | 1.0 - 2.0 | 3.2 | 6.6 | 0.8 | 3.7 |

Tableau 4 : Teneurs moyennes en éléments fertilisants des composts de déchets verts et fumier bovin en tas .

8 Les avantages du compostage :

Selon Grand et Michel (2018) les avantages du compostage sont cités comme suit :

8.1 Matière organique du sol :

Le compost a une teneur élevée en matière organique et peut facilement augmenter le niveau de matière organique dans les sols . Il en résulte une meilleure stabilité structurale du sol , une meilleure capacité de rétention d'eau et un taux d'infiltration plus élevé , d'échange cationique supérieure .

8.2 Abondance et diversité microbienne:

L'une des caractéristiques uniques du compost est son abondance et sa diversité microbienne . Comme les microbes sont les principaux acteurs du processus de compostage , le compost contient une vaste gamme de bactéries , d'archées et de protozoaires . Ceci stimule l'activité microbienne des sols amendés avec du compost .

8.3 Elimination des maladies du sol :

Les microbes jouent un rôle très important en soutenant les plantes et en leur fournissant des nutriments , mais aussi en éliminant les maladies du sol . Beaucoup de composts ont la capacité de réprimer l'activité des agents pathogènes . Les effets directs comprennent la compétition microbienne pour les nutriments , les substances humiques , les substances volatiles toxiques ou les effets parasitaires directs . Les effets indirects des composts ont une croissance vigoureuse ou saine des plantes , une réduction du stress , une résistance induite et une amélioration de la structure du sol . En général , bien que le compost ne soit pas un agent phytosanitaire en tant que tel , il peut être d'une grande aide pour réduire la pression des maladies du sol.

8.4 Disponibilité des nutriments:

La disponibilité des éléments nutritifs dans le compost est également due à l'activité microbienne . Non seulement certains des éléments nutritifs contenus dans le compost sont immédiatement disponibles pour les plantes , mais lorsqu'ils sont enfouis dans le sol , les microbes du compost commencent à mobiliser les éléments nutritifs du sol , ce qui rend ces derniers assimilables par les plantes . Les plantes peuvent contrôler ces effets grâce à leurs exsudats racinaires .

9 Effet sur la structure du sol :

- Amélioration de la structure du sol par augmentation des agrégats .
- le compost de couleur foncée , augmente l'absorption des rayons solaires (réchauffement) .
- Meilleure perméabilité à l'air et à l'eau .
- une réduction importante de l'effet du gel , de l'érosion (hydrique et éolienne) et diminution de la dessiccation par ventilation : (**Guittouny – Larchevêque , 2004**) .

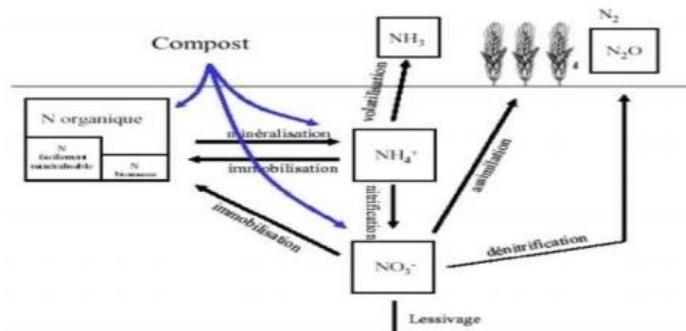


Figure 6 : Schéma du cycle de l'azote lié à un apport de compost(**Franco, 2003**).

10 L'effet du compost sur sol et les plantes :

Ainsi, **SERRA-WETTLING (1995)** et **SERRA-WETTLING et al, (1997)** ont révélé Que l'addition de 10 % en volume de compost de fraction fermentescible d'ordure ménagères, à un sol limoneux permet de diminuer voire de supprimer le développement de la Fusariose vasculaire du lin (causée par *Fusarium oxysporum*).

Selon **ZNAIDI, (2002)**, l'effet bénéfique du compost est dû à l'activité biologique et/ou à une modification physique du milieu. La résistance d'origine biologique est attribuée soit à l'ensemble des microorganismes du sol et du compost (c'est la résistance générale), soit À la présence de micro-organismes antagonistes des agents pathogènes (c'est la résistance spécifique).

En outre, **GILLARD (2002)** a observé que l'épandage de compost jeune de déchets végétaux, comme apport d'une source carbonée fraîche destinée à améliorer la vie microbiologique des sols, permis d'atteindre de nombreux objectifs :l'amélioration du pH, la réorganisation d'azote, la séquestration du carbone, l'amélioration de la porosité (meilleure circulation de la phase gazeuse et meilleure rétention d'eau), la hausse de la capacité d'infiltration de l'eau et la présence d'un système à base de mycélium ont été obtenus(**GILLARD, 2002**).

Ainsi d'une part l'apport de compost frais de déchets végétaux montre une capacité à favoriser la rétention d'eau à partir de 30 t/ha, et d'autre part, l'ajout de compost frais de déchets végétaux montre une capacité à réorganiser de l'azote dès 20 t/ha, limitant ainsi le risque de lessivage.

La valeur amendant (capacité à augmenter le stock de MO du sol) augmente avec la stabilité de la MO. L'utilisation des composts en support de culture exige qu'ils soient bien stabilisés pour éviter tout risque de phytotoxicité. Evolution de la stabilisation de la MO des composts est étroitement dépendante des déchets compostés. Le choix du compost à utiliser en amendement

Chapitre I : Le compost

organique devra donc être réfléchi en fonction des objectifs recherchés avec l'utilisation de ce type de matières fertilisantes (**HOUOT (2009)**).

Chapitre II :

Le Biochar

1 Définition de biochar:

Le mot biochar est un néologisme anglais, composé du préfixe bio- (au sens de : d'origine végétale) et du début du mot charcoal qui signifie charbon de bois, c'est-à-dire la partie solide résultant de la pyrolyse d'un combustible solide, du charbon du bois a été ajoutée aux sols pendant des millénaires par des procédés naturels (feux de forêt et de gazon) et par la main humaine .

Le biochar a reçu beaucoup d'intérêt à l'échelle internationale au cours des dernières années. Produit carboné microporeux résultant de la thermo - dégradation de la biomasse (matières organiques) en l'absence d'oxygène (pyrolyse) . Il est distingué du charbon de bois (obtenu par carbonisation) à usage énergétique par son orientation à être utilisé comme amendement du sol (**Lehman .2009**) .

Le biochar est un matériau à base de charbon à grain fin , produit par pyrolyse . Grâce ce dernier la matière première change chimiquement pour former des structures Plus résistantes à la dégradation microbienne que le matériau d'origine . Qui sont beaucoup De nombreuses sources différentes Les matériaux de type Biochar produits par des incendies de forêt sont déjà une partie importante de cycle global du carbone du sol . (**Lehmann et al . , 2009**)

Le biochar très stable chimiquement et biologiquement et peut persister Dans la nature pendant de longues périodes . Les propriétés du biochar ne changent pas à long terme après Son dépôt . Très peu connu sur la demi - vie du biochar parce que la récurrence de biochar dépend grandement d'une multitude de facteurs , tel que le type de Biomasse utilisée pour la pyrolyse , la production Les conditions , les propriétés du sol et le climat (**Lehmann et al . , 2006**)



Figure 7 : Le biochar

2 Historique :

L'origine du biochar proviendrait des pratiques agricoles des habitants d'Amazonie qui incorporaient de grandes quantités de charbon au sol ainsi que des fumiers et autres engrais biologiques pour améliorer les rendements de leurs cultures (**Sohi, 2012**).

Après plus de 500 années après la fin de ces pratiques agricoles qui ont mené à leur création, les sols noirs d'Amazonie ou Terra Preta sont les plus prisés des sols agricoles pour leur excellente fertilité, leur fort contenu en éléments nutritifs (C, N, P, K et Ca), leur bonne capacité d'échange cationique (CEC) et leur capacité à retenir et recycler les éléments nutritifs sur de longues périodes de culture (**Laird et al, 2010; Lima et al, 2002 ; Steiner et al, 2008**).

Au XIX siècle la découverte d'un sol noir amazonien, la "terra preta", très riches en carbone, qui coexiste avec des sols gris sédimentaires pauvres. Ce sol parfois épais (1 m) est composé d'un mélange de sol en place, de petites particules de charbon de bois, de minéraux de bois et de matière organique humifiée. Cette fertilité serait due à la présence de carbone en forte proportion (9 % de carbone et plus vis-à-vis des sols gris locaux à 5 % MO et moins) (**Michel Mustin, 2013**).



Figure 8 : La terra preta (Bruno Glaser et al,2001)

3 Production du biochar la pyrolyse:

Il existe de nombreuses façons de fabriquer du biochar , mais toutes impliquent de chauffer la biomasse avec peu ou pas d'oxygène pour chasser les gaz volatils , laissant le carbone derrière. Ce processus simple est appelé décomposition thermique , généralement par pyrolyse ou gazéification . (**Lehmann , 2007**) .

La pyrolyse est une technologie thermochimique relativement simple, peu coûteuse et robuste pour transformer la biomasse en bio-huile, biochar et gaz (**David, 2009**).

Production du biochar par le procédé de pyrolyse : La pyrolyse qui produit le biochar utilise une biomasse riche en cellulose comme matière première telle des copeaux de bois , des résidus de l'agriculture . La biomasse riche en carbone est brûlée dans un four industriel sous haute température et dans un environnement pauvre en oxygène . (**Laurin Lanctôt , 2015**).

Cette pyrolyse génère 50 % du carbone sous forme de biochar qui est utilisé principalement comme amendement au sol et un autre 50 % du carbone sous forme de

Chapitre II : Le Biochar

bioénergie telle des gaz synthétiques ou des huiles pouvant être utilisées pour produire de la chaleur et / ou de l'énergie (Laurin - Lanctôt , 2015) .

4 Principaux Avantages du Biochar (Don , 2009):

La pyrolyse de la biomasse en biochar et en énergie crée quatre avantages principaux :

- Amélioration de la productivité du sol pour atteindre des rendements plus élevés ;
- Création d'une bioénergie en substitution des énergies fossiles ;
- Séquestration de carbone dans le sol qui réduira le dioxyde de carbone atmosphérique
- Gestion des déchets.



Figure 9 : Avantages Environnement, Sociaux et Financiers (Lehmann et Joseph,2015).

5 Quel genre de biochar est le meilleur ?

Les mesures les plus importantes de la qualité de biochar comprennent l'adsorption , la capacité d'échange cationique , la matière mobile Et le type des matières premières organiques utilisées .

Au fil du temps , la capacité d'adsorption du biochar diminue . Alors que sa capacité d'échange cationique augmente (Mebarki , 2017) .

6 Intérêt du Biochar Comme Amendement:

Les bénéfices environnementaux du biochar séquestrent du carbone dans le sol ; la stabilité du biochar dans le sol est une question fondamentale puisque seule une longue période de résidence peut assurer une séquestration durable du carbone . (Badji , 2011) . Ses principaux avantages pour les sols sont :

- Augmentation significative et permanente de la capacité d'échange de cations (CEC) du sol - c'est - à - dire de la capacité du sol à retenir les nutriments
- En raison de sa grande porosité , il crée de nombreux habitats pour les microbes bénéfiques
- Rétention d'eau accrue (Wojciech ,2014) .

Chapitre II : Le Biochar

La conversion de la biomasse en biochar change fondamentalement les dynamiques de transformation en ce qui concerne la séquestration du carbone. En carbonisant la biomasse , 50 % de son carbone est immédiatement libéré , laissant stable le reste du carbone dans le biochar . (Badji , 2011) .

7 Propriétés Physico - Chimiques du Biochar :

Selon la matière organique utilisée et la température appliquée , différents types de biocharbon peuvent être obtenus . Ils possèdent ainsi des propriétés physico - chimiques telles que la porosité , la surface spécifique , la composition minérale et la capacité d'échange cationique , qui sont très variables .

Le biochar se caractérise par sa composition importante en carbone aromatique . Il se caractérise aussi par un bon transport de gaz . C'est grâce à son contenu en micro et macro pores , qui retiennent l'air et l'eau , qu'il représente un bon habitat pour les microorganismes en leur garantissant les différents besoins métaboliques (Lehmann et al . , 2011 in Héla , 2016) .

8 Le Biochar et les Emissions de Gaz à Effet de Serre :

Le biochar diminue les émissions du sol en CO₂ et méthane , mais aussi en protoxyde d'azote (N₂O ou oxyde nitreux) , trois gaz à effet de serre préoccupants pour le climat (Rondon et al , 2007) .

Une étude récente estime qu'au moins 12 % des émissions de gaz à effet de serre émis par l'activité humaine pourraient être compensés par le développement du bio - charbon (Devd , 2015) .

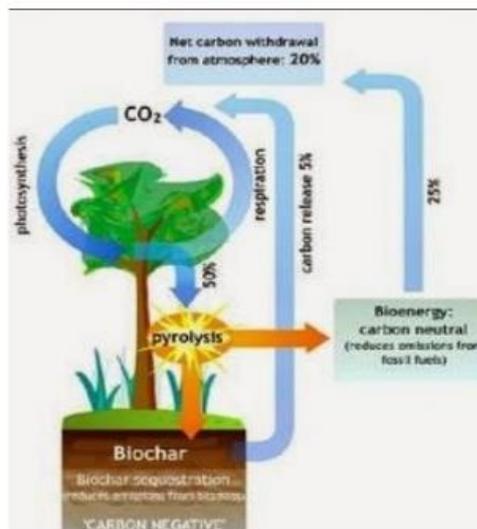


Figure 10 : Le Biochar: Système Pour Piéger le Dioxyde de Carbone dans le Sol (Devd , 2015) .

Chapitre II : Le Biochar

Le réacteur fonctionne sans émissions de GES autre que le CO₂ recyclé dans le processus de régénération de la biomasse renouvelable Le charbon vert présente les avantages suivants :

- ✓ Evite la pression sur les forêts par la substitution d'autres biomasses renouvelables à la place du bois . Cette déforestation évitée représente une séquestration de carbone additionnelle par rapport au scénario de référence .
- ✓ Evite la combustion en plein air de résidus agricoles traditionnellement pratiquée , ce qui permet de réduire les émissions de CO₂ , NH₄ et N₂O .
- ✓ Elimine les émissions de CH₄ dues à la production traditionnelle de charbon de bois . Cette technologie améliore considérablement l'efficacité de la carbonisation (30-45 %) par rapport aux méthodes traditionnelles (10-15 %) . (**Pro - Natura , 2010**) .

9 Effet du biochar :

9.1 Effets biologiques et agronomiques :

L'augmentation du taux de matière organique dans le sol (minéralisation régulée et freinée)

Stimulation de l'activité biologiques des sols (+40% de champignons de mycorhize)

9.2 Effets physico-chimiques (amendement) :

- * L'augmentation de la capacité de rétention d'eau dans le sol (jusqu'à +18%)
- * L'amélioration de la rétention des nutriments (+50% d'échanges cationiques)
- * L'accroissement du pH du sol (+ 1 unité pH) utile contre l'acidification

9.2.1 Effet du biochar sur la texture du sol :

Le biochar peut améliorer la texture du sol et sa maniabilité, en particulier les sols argileux lourds, quoiqu'il ait montré de grandes promesses dans tous les types de sols

9.2.2 Effet du biochar sur la CR du sol:

le biochar augmente la superficie totale du sol, qui est censé être responsable de surmonter le problème d'une trop grande quantité d'eau dans les sols argileux, en raison de l'aération accrue du sol et de l'augmentation de la teneur en eau, Capacité de rétention d'eau dans les sols sablonneux (**Lehmann et Joseph, 2009**).

9.2.3 Effet du biochar sur la CE du sol

Kumari et al., (2014) trouvés une diminution de la CE dans les colonnes de sols modifiées par le biochar

Le biochar possède également un fort potentiel de sorption de sel est donc diminue la salinité global du sol (**Thomas et al., 2013**).

L'addition de biochar peut atténuer considérablement le stress de la salinité en raison de sa forte capacité de sorption de sel et en augmentant K⁺ disponible qui améliore finalement la croissance, et le rendement de végétal. (**Akhtar, 2015**)

Chapitre II : Le Biochar

9.2.4 Effet du biochar sur la CEC du sol:

Les recherches ont montré que l'application de biochar au sol peut améliorer la capacité d'échange cationique (CEC) des sols de laquelle découle une réduction du lessivage des nutriments (**Lehmann et Joseph, 2009**).

9.3 Effet du biochar sur les propriétés biologiques du sol:

Le biochar peut servir de source d'énergie pour les microorganismes hétérotrophes. Le biochar est une source de protection pour les microorganismes; en adsorbant le carbone labile et les nutriments, le biochar augmente la croissance et l'efficacité métabolique des microorganismes (**Lehmann et Joseph, 2009**).

D'autre part, l'ajout de biochar au sol affecte le pH et influence ainsi l'abondance microbienne. Généralement, sous des conditions environnementales similaires, la biomasse microbienne augmente avec une hausse du pH de 3,7 à 8,3.

Il a été démontré que la surface du biochar grand dont la plupart se trouve à l'intérieur et fournit une grande place pour l'habitat microbien.

9.4 Effets du biochar sur le végétal

Le biochar de haute qualité agit comme une éponge, retenant de l'eau et des nutriments dans le sol auquel les racines d'une plante peuvent accéder.

L'amendement en biochar améliore la production végétale, cependant. Des auteurs ont rapporté lors d'une expérimentation sous serre une augmentation significative (jusqu'à 96 %) des rendements de radis au cours de l'application de biochar issu de la litière de volaille et ont suggéré que cette augmentation du rendement est en grande partie en raison de la capacité du biochar à augmenter la disponibilité de N (**Chanet al., 2008**).

Le biochar peut augmenter la nutrition azotée du végétal lorsqu'il est appliqué avec un engrais azoté ce qui augmenterait les rendements de cultures. Ceci est dû soit à la diminution de la perte d'azote en raison de l'augmentation de la CEC du sol, ou à la capacité du biochar à inhiber la transformation du N-NO₃ et N-NH₄ libéré par les engrais (**Steiner et al., 2007**).

9.5 Prétraitement du biochar (Activation) :

Pour que le biochar soit bénéfique, il doit être activé ou chargé de microorganismes, matière organique (compost, fumier etc.) ou de nutriments (engrais minéraux) cela dépend de l'emplacement. Les besoins de culture, le type de sol et le climat.

Le processus d'activation a pour effet immédiat d'absorber et de fixer les nutriments disponibles et l'eau du sol au moins temporairement. L'activation du biochar à partir des microorganismes du sol peut durer de 3 mois à un an (ou plus) en fonction de la présence et des concentrations des microorganismes indigènes. Pendant cette période d'activation, les sols seront déficients en microorganismes bénéfiques du sol et les rendements des cultures seront réduits (**Limet al., 2015**).

Il est important de comprendre les mécanismes d'activation et la façon par laquelle les produits de départ améliorent le potentiel d'adsorption du biochar ainsi que le choix du produit par lequel il doit être activé (**Custum, 2012**).

Chapitre II : Le Biochar

Il existe de nombreuses méthodes pour l'activation de biochar , soit l'activation par une incorporation avec des fertilisants organiques comme les composts , les fumiers et les boues ou par une incorporation avec des fertilisants minéraux (liquides ou solides) surtout fertilisants azotés .

Chapitre III :

Matériels et

Méthodes

1 Objectif de l'expérimentale :

Dans ce chapitre, nous allons présenter les protocoles expérimentaux et méthodes utilisés pour obtenir les réponses à notre problématique à savoir ; est-ce qu'il y a un effet positif du compost et biochar sur les paramètres végétaux de la plante de melon ?, notamment en ce qui concerne les caractères tels que, la croissance des tiges et feuilles, le nombre des fruits, poids des fruits, calibre et enfin le rendement.

2 Site expérimental:

Nos études ont été réalisées au niveau du terrain de la Faculté des sciences agronomiques de l'université MOHAMMAD KHIDER d'BISKRA.

3 Matériels et méthodes :

3.1 Matériel :

3.1.1 Matériel végétal:

- Espèce :Cucumis Melo
- Famille : Cucurbitacées
- Variété locale: Afrique tropicale
- Fruit : plus ou moins sphérique
- Qualité gustative : sucrée, parfumée, savoureuse

3.1.2 le paillage plastique:

-film plastique polyéthylène noir, de 50 microns d'épaisseur et de 1.20 m de largeur, qui a été utilisé comme paillage pour la réalisation de l'essai.

3.1.3 Matériel de la taille:

-Sécateur

3.1.4 La serre:

- Une serre plastique installée (de dimensions 49 m x 8.70 m)



Figure 11 : Vue extérieure de la serre

3.1.5 Le biochar :

Le biochar provient de la région de BISKRA, produit par la méthode traditionnelle à l'aide d'une pyrolyse ancienne.

3.1.6 Fumier :

Fumier provient de la même région d'étude Biskra, préparé traditionnellement de restes des ovins.

3.1.7 Compost :

Le compost utilisé est PALM COMPOST d'CHETMA.



Figure 12 : le compost utilisé : PALM COMPOST

3.2 Méthode :

3.2.1 Traitements

Les traitements étaient comme suit :

- ✓ B1 : biochar dose 1+
- ✓ B2 : biochar dose 2
- ✓ C1 : compost dose 1
- ✓ C2 : compost dose 2
- ✓ B1 C1 : biochar dose 1 + compost dose 1
- ✓ B2 C1:biochar dose 2 + compost dose 1
- ✓ C2 B1 : compost dose 2+ biochar dose 1
- ✓ C2 B2: compost dose 2+ biochar dose 2
- ✓ F : fumier
- ✓ NPK : matière organique
- ✓ T : témoin

3.2.2 Production du biochar :

Le biochar utilisé provenait de Feuille de palme.



Figure 13 : les feuilles de palme

Les étapes de fabrication de biochar : (04/12/2022)

- Remplir le baril par les Feuilles de palme et laisser un espace vide aux centres de forme cyclique qui joue le rôle d'une cheminé pour faciliter la sortie de la vapeur d'eau et des huiles lors de la combustion.
- Puis couvrir complètement le baril pour empêcher l'entrée d'O₂ , Laissez - le pendant 1 heures ou 2 heures pour la carbonisation .
- Mettre le biochar dans un autre récipient , pour être broyé .

Etape 1

Etape 2



Etape 3



Etape 4



Figure 14 :les étapes de fabrication de biochar

3.2.3 Dispositif et Protocole Expérimental:

3.2.3.1 *Choix de dispositif expérimental:*

Nous avons retenu la méthode des blocs pour notre dispositif, et cela en raison de sa possibilité d'application à tout sorte d'expérience et à sa simplicité.

- **Avantages et inconvénients du dispositif:**

- **Avantage :**

- Comparaison aisés des traitements sur le terrain
- Quand le terrain hétérogène, la précision des résultats est accrue, il permet d'estimer la part de variation des résultats qui est due à cette hétérogénéité.

- **Inconvénients :**

- La réduction de la précision de l'ensemble de l'essai est due à l'influence des résultats manquants.

3.2.3.2 *Fiche descriptive du dispositif:*

- Nombre de répétition 04
- Nombre de blocs 04
- Nombre de parcelles 44
- Nombre total des plants 440
- Nombre de plante par parcelle 10
- Distance entre plants 0.50cm
- Surface d'une parcelle 2.28 m²

Chapitre III : Matériels et Méthodes

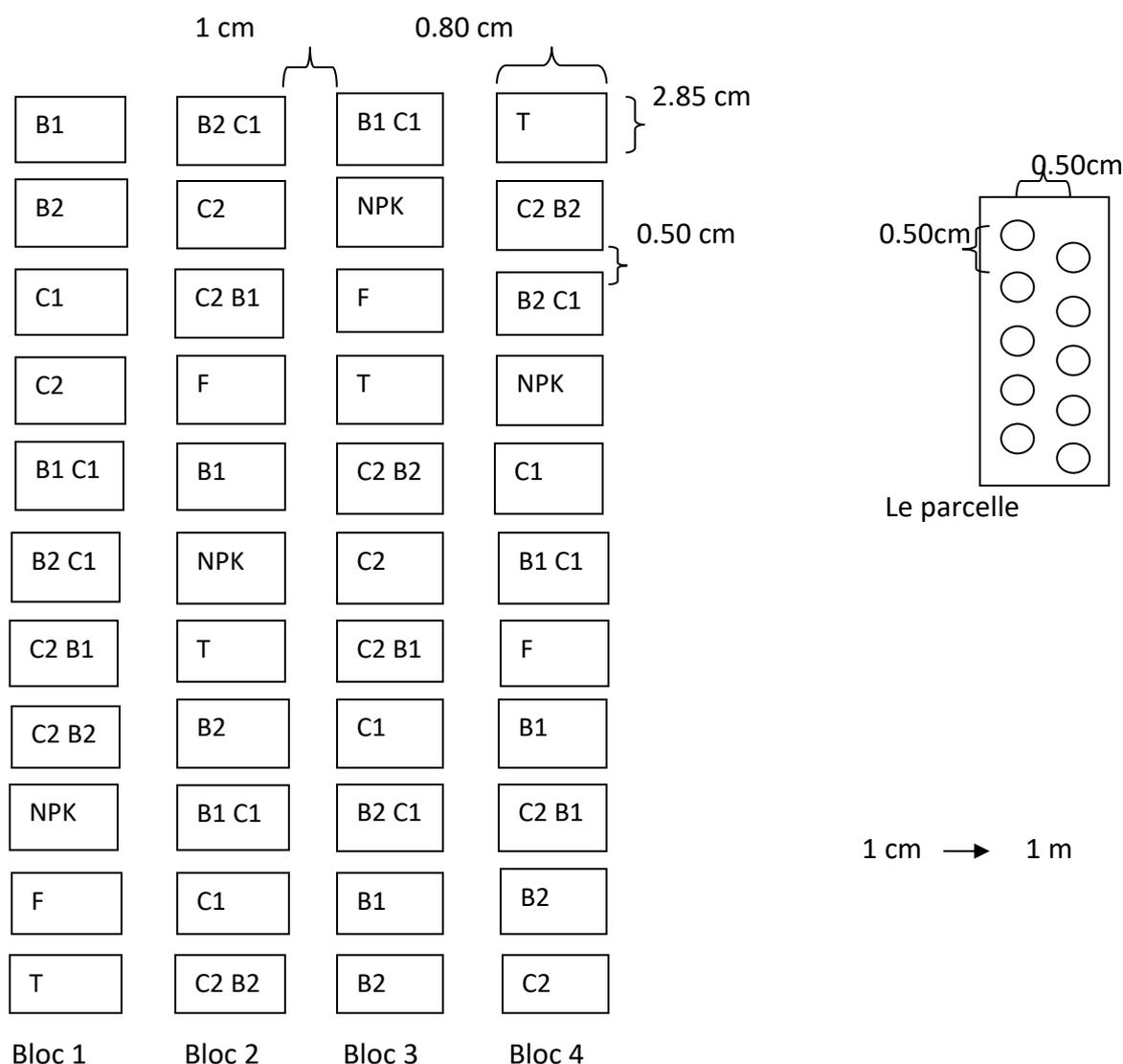


Figure 15 : Protocole expérimentale des parcelles de la culture de Melon.

3.2.4 Calcul des doses d'engrais et amendements organiques

3.2.4.1 Le biochar :

Nous avons utilisé 10 t/ha de deux doses :

Superficie : la longueur x largeur

$$= 0.8 \text{ m} \times 2.85 \text{ m} = 2.28 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ T} = 1000 \text{ kg}$$

$$1 \text{ ha} = 10000 \text{ m}^2$$

➤ la première dose de B1 :

$$B1 = 5T \rightarrow B1 = 5000 \text{ kg} \rightarrow 10000 \text{ m}^2$$

$$X \rightarrow 2,28 \text{ m}^2$$

$$X = 1.14 \text{ kg / parcelle}$$

Chapitre III : Matériels et Méthodes

➤ la deuxième dose de B2 :

$$\begin{array}{lcl} B2 = 10 \text{ T} \longrightarrow & B2 = 10000 \text{ kg} \longrightarrow & 10000 \text{ m}^2 \\ & X \longrightarrow & 2.28 \text{ m}^2 \end{array} \quad \left| \quad X = 2.28 \text{ kg / parcelle} \right.$$

Cette quantité à 42kg de biochar qui est la dose optimale recommande pour les sols .

3.2.4.2 Compost :

Il y a deux doses :

➤ C1 = 60 T/ha

$$\begin{array}{lcl} 60000 \text{ kg} \longrightarrow & 10000 \text{ m}^2 & \\ X \longrightarrow & 2.28 \text{ m}^2 & \end{array} \quad \left| \quad X = 13.68 \text{ kg / parcelle} \right.$$

➤ C2 = 80 T/ha

$$\begin{array}{lcl} 80000 \text{ kg} \longrightarrow & 10000 \text{ m}^2 & \\ X \longrightarrow & 2.28 \text{ m}^2 & \end{array} \quad \left| \quad X = 18.24 \text{ kg /parcelle} \right.$$

3.2.4.3 Fumier:

On a :

$$\begin{array}{lcl} F = 35 \text{ T} \longrightarrow & 35000 \text{ kg} \longrightarrow & 10000 \text{ m}^2 \\ & X \longrightarrow & 2.28 \text{ m}^2 \end{array} \quad \left| \quad X = 7.98 \text{ kg / parcelle} \right.$$

3.2.4.4 Engrais Minérale

Fumure de fond :

170 à 200 unités de N/ ha

100 à 150 unités de P/ ha

200 à 250 unités de K/ ha

Fumure d'entretien :

1^{er} apport : 40 unités de N/ ha après floraison

2^{ème} apport : 40 unités de N /ha

50 unités de K/ha 03 semaines après le 1^{er} apport.

3.2.5 Mise en place et conduite de l'essai

3.2.5.1 La préparation des plants

Le 14/01/2023, nous avons apporté de jeunes plants de melon prêts de la pépinière. Semez-le directement dans son emplacement définitif.



Figure 16 : plants en pépinière

3.2.5.2 Travaux de préparation du sol :

3.2.5.2.1 Labour et incorporation les amendements organiques:

Le 11/01/2023 , nous avons commencé à préparer le terrain pour les jeunes plants en effectuant un labour manuel profond 20 à 30 cm pour :

- Briser les couches dures et imperméables sous la surface du sol
- Aération le sol, l'air qui pénètre dans la terre permet la vie et le développement de tous les petits organismes et champignons nécessaires à la fertilité du sol et au développement de l'humus.
- Homogénéité de la distribution des engrais.
- Eliminer les Caillaux et les racines des mauvaises herbes.

Par la suite l'incorporation du compost et biochar et fumier dans le sol dans chaque parcelle .Griffer énergiquement le sol afin de la niveler et de briser les mottes. La terre doit être parfaitement meuble.



Figure 17 : l'incorporation des amendements organiques

3.2.5.2.2 Installation du système d'irrigation:

Nous avons installé des gaines de goutte à goutte.



Figure 18 : Installations des gaines gouttes à gouttes

Chapitre III : Matériels et Méthodes

3.2.5.2.3 Pose de film de paillage:

Après avoir bien préparé notre serre, on a installé le film plastique le 14/01/2023. Le film a été installé manuellement en l'enterré ses extrémités au milieu des gaines de goutte à goutte.

Puis on a effectué une pré-irrigation pour humidifier le sol pour une meilleure réussite du repiquage.



Figure 19 : Le paillage plastique

3.2.5.2.4 Repiquage :

Dans le 14/01/2023, Creuser des trous de profonds 1.5 à 2.5 cm et espacés de 0.50 cm. Planter les jeunes plants jusqu'aux cotylédons et placer-les sur film plastique polyéthylène noir. Sur chaque parcelle nous avons planté dix petits plants



Figure 20 : Plant repiqué

Chapitre III : Matériels et Méthodes

3.2.5.2.5 Irrigation :

Besoins estimés 3000 à 4000 m³ / ha doses et fréquences selon le stade végétatif des plants et la demande climatique.

L'arrosage doit être suffisant pour permettre la formation des fruits. Une trop grande quantité d'eau provoque l'éclatement et une faible teneur en sucre des fruits .

Exigences :

- Aime les sols profonds bien drainés.
- Plante exigeante en lumière et en chaleur .
- Température optimum : 25 °C
- Zéro végétatif : 12 – 13 °C
- Ph : 6,5 à 7,5 .
- Salinité : plante moyennement tolérante 1,92 à 3,20 g/l

3.2.5.2.6 Travaux d'entretien :

- Palissage
- Taille : Dès que la plante a formé 3 à 5 feuilles, il faut couper la tête en pinçant la tige principale pour favoriser l'apparition de nouvelles ramifications.

Ensuite dès que les nouvelles tiges se seront formées , effectuer la même opération au dessus de la 3^{ème} feuille.

Lorsque le melon est à son tour formé, couper au dessus de la feuille située après le fruit.



Figure 21 : Palissage des plantes

Chapitre III : Matériels et Méthodes

3.2.5.2.7 Principaux problèmes phytosanitaires :

- Oïdium : Taches poudreuses blanches sur la face supérieur des feuilles. Attaque du oïdium a été observé le 13/04/2023



Figure 22 : Une attaque d'oïdium

- Mineuses : Galeries sinueuses entre les épidermes des feuilles. Attaque du mineuses a été observé le 02/04/2023.



Figure 23 : Une attaque des mineuses

- Pucerons : Crispation des feuilles, sécrétion de miellat. Un attaque des pucerons a été observé le 14/03/2023



Figure 24 : Une attaque des pucerons

3.2.5.2.8 Récolte :

Manuelle : Lorsque les fruits parviennent à maturité , ceci se reconnaît dès l'apparition du cerne autour du pédoncule et jaunissement de la feuille proche du fruit .



Figure 25 : Récolte de melon

3.3 Les paramètres d'études :

3.3.1 Les paramètres de croissance:

3.3.1.1 Longueur d'entre nœuds :

Un nœud est le point d'attache d'une feuille ou d'un rameau sur le tige chez les spermatophytes. L'entre nœud se situe entre deux nœuds successifs.

Nous avons mesuré la longueur du dixième entre-nœud de toutes les plantes à l'aide d'un Pied à Coulisse.(17/04/2023)



Figure 26 : Mesure la longueur d'entre nœuds

3.3.1.2 La surface foliaire :

Pour mesurer la surface foliaire, nous avons prélevé sur chaque parcelle dix feuilles. Les feuilles ont été enlevées au dixième nœud de la plante (25/04/2023).



Figure 27 : Mesure la surface foliaire

Chapitre III : Matériels et Méthodes

Le CI-202 est un appareil laser portable qui utilise une technologie laser avancée pour nous permet de mesurer avec précision et commodité la surface foliaire .

Pour mesure une feuille :

Soulever le film transparent, placer la feuille sur la planche et glisser le scanner sur la planche. Le CI-202 fournit des résultats instantanés pour les mesures de la surface foliaire, de la longueur, de la largeur, du périmètre, du rapport et du facteur de forme.

3.3.1.3 Diamètre final des tiges:

Mesure le diamètre de la tige de chaque plante avec un Pied à Coulisse.(16/05/2023)



Figure 28 : Mesure le diamètre final des tiges

3.3.1.4 La date de la maturité de 1 er fruit :

Chaque fruit récolté a fait l'objet d'une notation sur le champ, avec les paramètres suivants : le nombre de bloc et le traitement, la date.

3.3.2 Les paramètres de production :

3.3.2.1 Poids total des fruits par traitement :

On procède ensuite à la pesée des fruits à l'aide d'une balance de précision.



Figure 29 : Mesure poids des fruits

3.3.2.2 (Longueurs / Diamètres) des fruits :

La mesure de périmètre équatorial de chaque fruit récolté par plant suivi en fonction du traitement a été effectuée à l'aide d'un Pied à Coulisse.



Figure 30 : Mesure la longueur / Diamètres des fruits

3.3.2.3 Rendement total :

La quantité de récoltée pour chaque traitement

$$\text{Rendement (Qx/ha)} = \frac{\text{poids de melon}}{\text{nombre des fruits par traitement}}$$



Figure 31 : le rondement totale

Chapitre IV :

Résultats et

Discussions

Chapitre IV : Résultats et Discussions

Dans ce chapitre, nous allons présenter les résultats et discussions d'après les données obtenus par l'incorporation de biochar et compost dans le sol pour agir sur ses propriétés physique et biologique traduite par l'étude de son l'influence sur la croissance du melon et les rendements.

1 Longueur d'entre nœuds:

A partir des résultats présentés dans (figure 32) nous remarquons que la moyenne de la longueur d'entre nœuds des plantes est située dans le traitement **NPK** avec une valeur maximum de **7,690 cm**, Viennent en deuxième position les traitements **C2** et **T** avec des moyenne respectivement **7,323 cm** et **7,223 cm**. Tendis que le reste des traitements regrouper des valeurs communes de distance entre nœuds des traitements ; **C2 B1, B2 , B1 , C2 B2 , F, B2 C1 , C1 , B1 C1** avec des valeurs moyennes de ; **7,058 cm ; 7,018 cm ; 6,978 cm ; 6,955 cm ; 6,955 ; 6,868 cm ; 6,865 cm ; 6,770 cm**, respectivement.

L'analyse statistique a donné que les traitements n'a aucun signification sur la longueur d'entre nœuds. Le test Newman-Keuls (95%) a donné un seul groupe homogène **A** regroupe les traitements ; **(NPK),(C2),(T),(C2 B1),(B2),(B1),(C2 B2),(F),(B2 C1),(C1),(B1 C1)**, avec les moyenne maximale successivement de longueur d'entre nœuds par traitement ; **7,690cm(NPK), 7,323cm(C2), 7,223cm(T), 7,058cm(C2 B1), 7,018cm(B2), 6,978cm(B1), 6,955cm(C2 B2), 6,955cm(F), 6,868cm(B2 C1), 6,865cm(C1), 6,770cm(B1 C1)**.

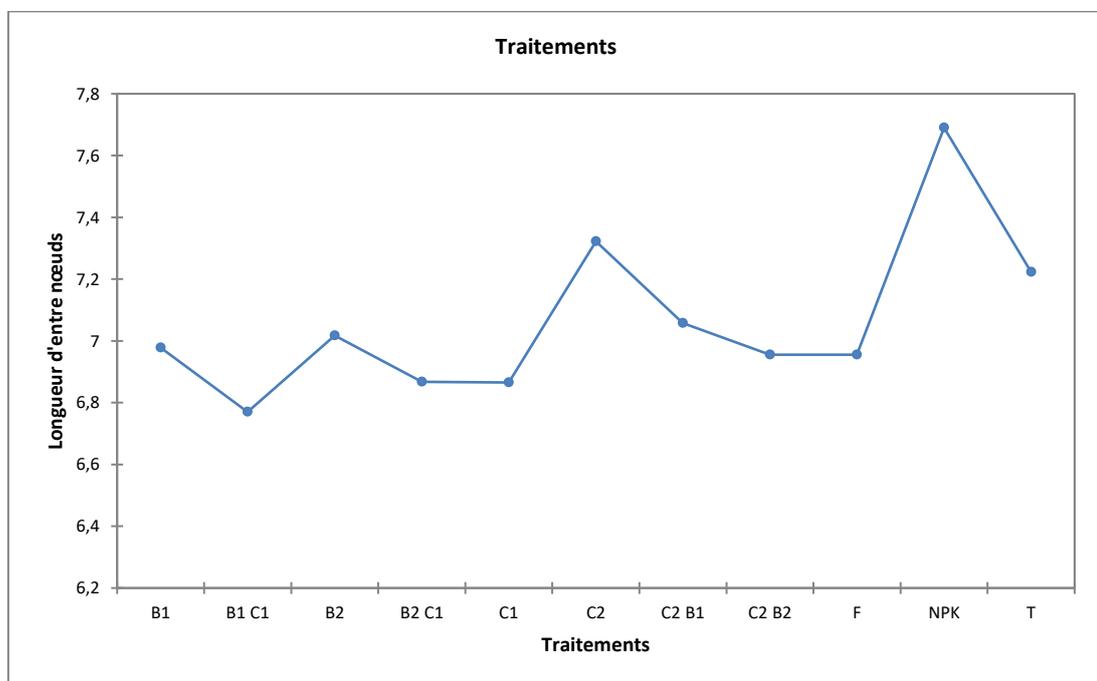


Figure 32 : Courbe de la Longueur d'entre nœuds cm.

Tableau 5 : Synthèse des comparaisons multiples par paire pour traitement.

| Modalité | Moyenne estimée | Groupes |
|----------|--------------------|---------|
| NPK | 7,690 | A |
| C2 | 7,323 | A |
| T | 7,223 | A |
| C2 B1 | 7,058 | A |
| B2 | 7,018 | A |
| B1 | 6,978 | A |
| C2 B2 | 6,955 | A |
| F | 6,955 | A |
| B2 C1 | 6,868 | A |
| C1 | 6,865 | A |
| B1 C1 | 6,770 | A |

2 Surface foliaire:

A partir des résultats présentés dans (figure 33) nous remarquons que la moyenne de la surface foliaire des plantes est située dans le traitement **NPK** avec une valeur maximum de **84,165 cm²**, Vient en deuxième position le traitement **C2 B2** avec une moyenne de **74,070 cm²**. Tandis que le reste des traitements regroupent des valeurs communes de surface foliaire des traitements ; **B1 C1, C1, F, T, C2, B2, B2 C1, C2 B1, B1** avec des valeurs moyennes de ; **72,513 ; 72,178 ; 71,938 ; 70,000 ; 69,503 ; 68,798 ; 68,108 ; 67,378 ; 66,705 cm²**, respectivement.

L'analyse statistique a donné que les traitements n'ont aucune signification sur la surface foliaire. Le test Newman-Keuls (95%) a donné un seul groupe homogène **A** regroupe les traitements ; (**NPK**), (**C2 B2**), (**B1 C1**), (**C1**), (**F**), (**T**), (**C2**), (**B2**), (**B2 C1**), (**C2 B1**), (**B1**), avec les moyennes maximales successivement de surface foliaire par traitement ; **84,165cm²(NPK), 74,070cm²(C2 B2), 72,513cm²(B1 C1), 72,178cm²(C1), 71,938 cm²(F), 70,000cm²(T), 69,503cm²(C2), 68,798cm²(B2), 68,108cm²(B2 C1), 67,378cm²(C2 B1), 66,705cm²(B1).**

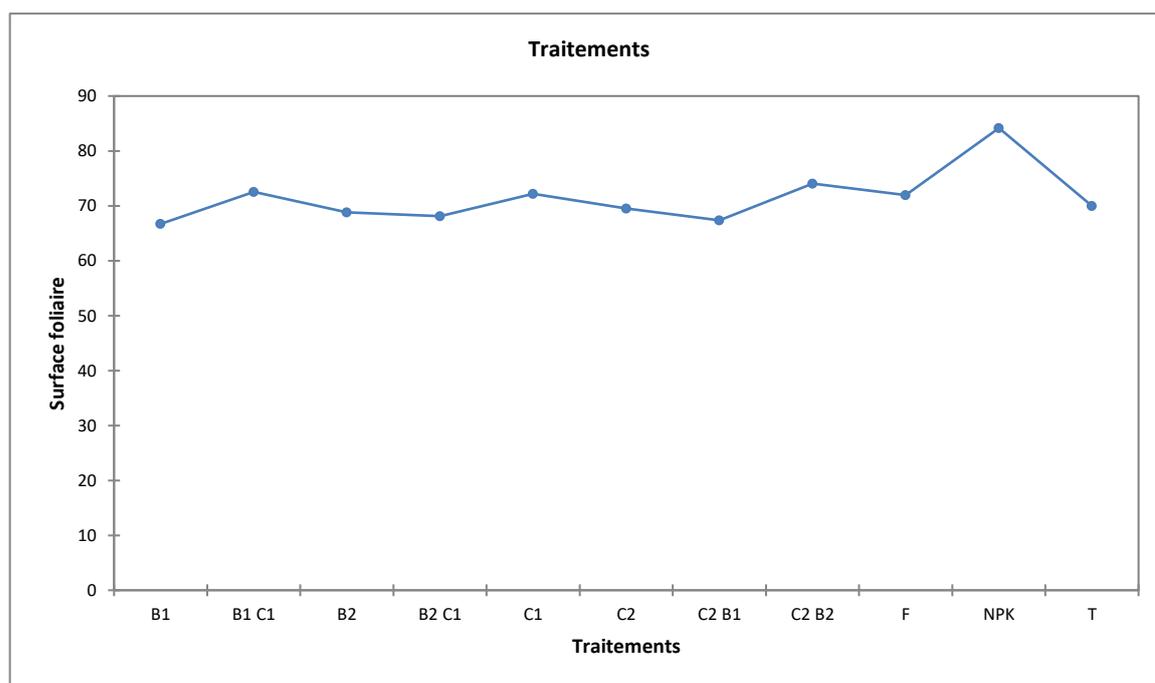


Figure 33 : Courbe de la surface foliaire cm².

| Modalité | Moyenne estimée | Groupes |
|----------|-----------------|---------|
| NPK | 84,165 | A |
| C2 B2 | 74,070 | A |
| B1 C1 | 72,513 | A |
| C1 | 72,178 | A |
| F | 71,938 | A |
| T | 70,000 | A |
| C2 | 69,503 | A |
| B2 | 68,798 | A |
| B2 C1 | 68,108 | A |
| C2 B1 | 67,378 | A |
| B1 | 66,705 | A |

3 Diamètre final des tiges:

A partir des résultats présentés dans (figure 34) nous remarquons que la moyenne du diamètre final des tiges des plantes est située dans le traitement **NPK** avec une valeur maximum de **1,383cm**, Viennent en deuxième position les traitements **F** et **B2** avec des moyennes respectivement **1,270 cm** ; **1,240 cm**. Tandis que le reste des traitements regroupent des valeurs communes de distance entre nœuds des traitements **C2 B2** ,**C1** ,**C2 B1** , **C2** ,**B1 C1** , **B1** , **T** , **B2 C1** avec des valeurs moyennes de ; **1,230 cm**; **1,223 cm**; **1,223 cm**; **1,190 cm**; **1,175 cm**; **1,160 cm**; **1,148 cm**; **1,133 cm**, respectivement.

L'analyse statistique a donné que les traitements n'ont aucune signification sur le diamètre final des tiges. Le test Newman-Keuls (95%) a donné un seul groupe homogène **A** qui regroupe les

Chapitre IV : Résultats et Discussions

traitements ; (NPK) , (F) , (B2) , (C2 B2) , (C1) , (C2 B1) , (C2) , (B1 C1) , (B1) , (T) , (B2 C1), avec les moyenne maximale successivement de diamètre final des tiges par traitement ; 1,383cm(NPK) , 1,270cm(F) , 1,240cm(B2) , 1,230cm(C2 B2) , 1,223cm(C1) , 1,223cm(C2 B1) , 1,190cm(C2) , 1,175cm(B1 C1) , 1,160cm(B1) , 1,148cm(T) , 1,133cm(B2 C1).

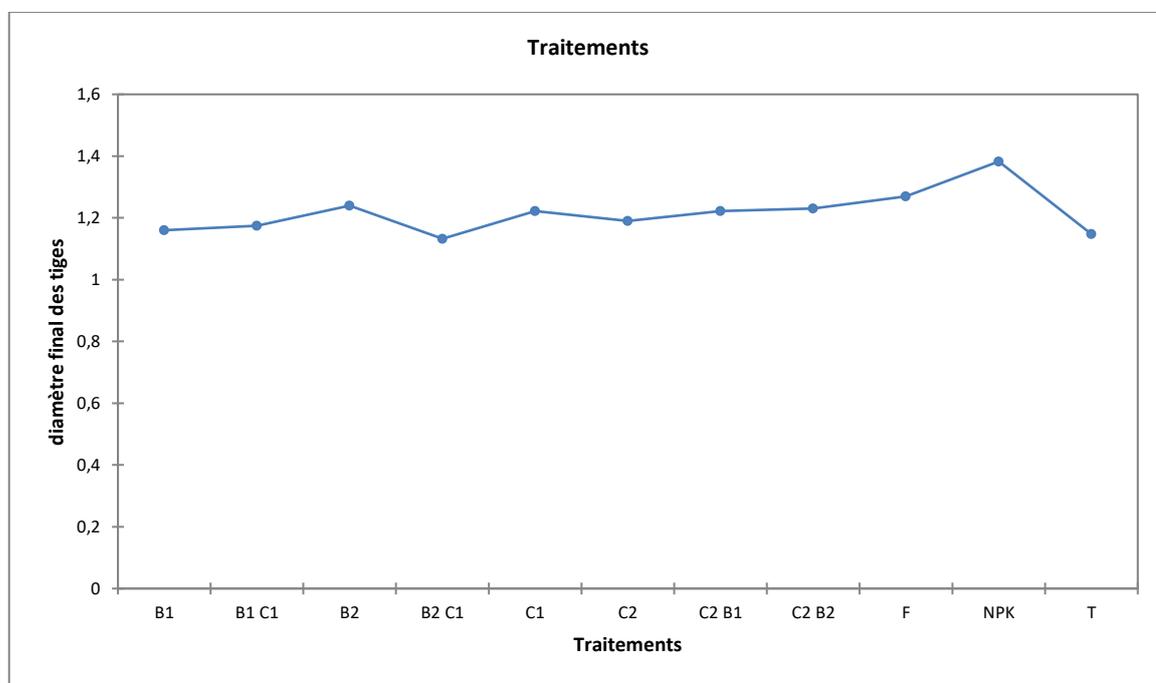


Figure 34 : Courbe du diamètre final des tiges cm.

| Modalité | Moyenne estimée | Groupes |
|----------|-----------------|---------|
| NPK | 1,383 | A |
| F | 1,270 | A |
| B2 | 1,240 | A |
| C2 B2 | 1,230 | A |
| C1 | 1,223 | A |
| C2 B1 | 1,223 | A |
| C2 | 1,190 | A |
| B1 C1 | 1,175 | A |
| B1 | 1,160 | A |
| T | 1,148 | A |
| B2 C1 | 1,133 | A |

L'étude a montré que l'amendement du sol avec du biochar et compost n'avait aucun effet significatif sur les paramètres de croissance des plantes. De plus, aucun effet synergique ou sommatif positif exercé par le compost et le biochar en combinaison n'a été observé.

Cependant, il peut améliorer et maintenir les caractéristiques biophysiques et chimiques du sol au fil du temps, étant donné que la majeure partie du compost disparaîtra par

Chapitre IV : Résultats et Discussions

minéralisation dans les 5 ans suivant l'application, tandis que la majeure partie du biochar restera dans le sol pendant des décennies.

4 La date de la maturation de 1er fruit:

| Date de la maturation | Traitement | Bloc |
|-----------------------|------------|------|
| 22/04/2023 | NPK | 1 |
| 23/04/2023 | C2 | 1 |
| 26/04/2023 | C1 | 4 |
| 26/04/2023 | B1 C1 | 4 |
| 27/04/2023 | B1 | 1 |
| 27/04/2023 | C2 B1 | 3 |
| 30/04/2023 | B2 C1 | 2 |
| 30/04/2023 | T | 1 |
| 07/04/2023 | C2 B2 | 2 |
| 07/05/2023 | F | 2 |
| 09/05/2023 | B2 | 1 |

5 Les paramètres de production:

5.1 Poids total des fruits par traitement:

D'après les résultats observés dans (figure 35), nous remarquons que la moyenne du poids total des fruits est située dans le traitement **C2 B2** avec une valeur maximum de **1168,825kg**, Viennent en deuxième position les traitements **B2, B1** avec des moyenne respectivement **1156,550 kg ; 1110,458 kg**. Tendis que le reste des traitements regrouper des valeurs communes de poids total des fruits des traitements ; **B1 C1, C1, B2 C1, C2, C2 B1 , NPK, F, T** avec des valeurs moyennes de ; **1072,615 kg; 958,998 kg; 944,595 kg; 891,818 kg; 820,400 kg; 803,855 kg; 611,250 kg; 540,915 kg**, respectivement.

L'analyse statistique a donné une significatif entre les moyennes des traitements d'où le test Newman-Keuls (95%) a donné 05 groupes homogènes **A** et **AB, ABC, BC** et **C**, le premier groupe **A** regroupe les traitements ; **(C2 B2),(B2),(B1),(B1 C1),(C1),(B2 C1)** avec les moyenne maximale successivement de poids totale des fruits par traitement ; **1168,825kg(C2 B2), 1156,550kg(B2), 1110,458kg(B1), 1072,615kg(B1 C1), 958,998 kg(C1), 944,595kg(B2 C1)**. Alors que le deuxième groupe **AB** avec un moyen maximal en poids totale des fruits par traitement de **891,818 kg (C2)**. Et le troisième groupe **ABC** regroupe les traitements ; **(C2 B1),(NPK)** avec les moyenne maximale successivement de poids totale des fruits par traitement ; **820,400 kg(C2 B1), 803,855 kg(NPK)**, le quatrième groupe **BC** avec un moyen maximal en poids totale des fruits par traitement de **611,250 kg(F)**, le cinquième groupe **C** avec un moyen maximal en poids totale des fruits par traitement de **540,915 kg (T)**.

Chapitre IV : Résultats et Discussions

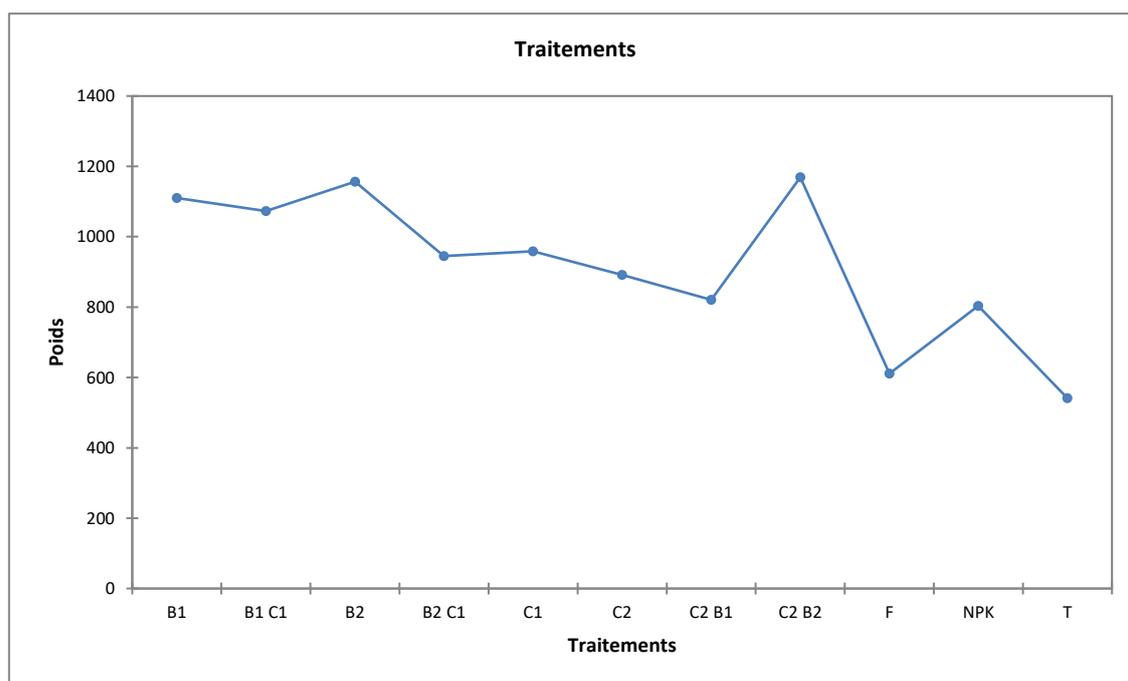


Figure 35 : Courbe de poids total des fruits par traitement.

Tableau : synthèse des comparaisons multiples par paires pour traitement.

| Modalité | Moyenne estimée | Groupes | | |
|----------|-----------------|---------|---|---|
| C2 B2 | 1168,825 | A | | |
| B2 | 1156,550 | A | | |
| B1 | 1110,458 | A | | |
| B1 C1 | 1072,615 | A | | |
| C1 | 958,998 | A | | |
| B2 C1 | 944,595 | A | | |
| C2 | 891,818 | A | B | |
| C2 B1 | 820,400 | A | B | C |
| NPK | 803,855 | A | B | C |
| F | 611,250 | | B | C |
| T | 540,915 | | | C |

5.2 Longueur des fruits:

A partir des résultats présentés dans (figure36) nous remarquons que la moyenne de la longueur des fruits est située dans le traitement **C2 B2** avec une valeur maximum de **12,913cm**, Viennent en deuxième position les traitements **B2**, **B1** avec des moyenne respectivement **12,880 cm**; **12,868 cm**. Tendis que le reste des traitements regrouper des valeurs communes de la longueur fruits des traitements ; **B1 C1** , **C1** , **B2 C1** , **C2** , **C2 B1** , **NPK** , **F** , **T** avec des valeurs moyennes de ; **12,633** ; **12,150** ; **11,935** ; **11,880** ; **11,438** ; **11,403** ; **10,538** ; **8,280 cm**, respectivement..

Chapitre IV : Résultats et Discussions

L'analyse statistique a donné une significatif entre les moyennes des traitements d'où le test Newman-Keuls (95%) a donné 03 groupes homogènes **A** et **AB**, **B**, le premier groupe **A** regroupe les traitements ;(C2 B2),(B2),(B1),(B1 C1) avec les moyenne maximale successivement de la longueur des fruits par traitement ; **12,913cm (C2 B2)**, **12,880 cm (B2)**, **12,868 cm(B1)**, **12,633 cm(B1 C1)**, Alors que le deuxième groupe **AB** regroupe les traitements ;(C1),(B2 C1),(C2),(C2 B1),(NPK),(F) avec les moyenne maximale successivement de la longueur des fruits par traitement ; **12,150cm (C1)**, **11,935cm (B2 C1)**, **11,880 (C2)**, **11,438 cm (C2 B1)**, **11,403cm (NPK)**, **10,538 cm(F)**, et le troisième groupe **B** avec un moyen maximal en longueur des fruits par traitement de **8,280 cm(T)**.

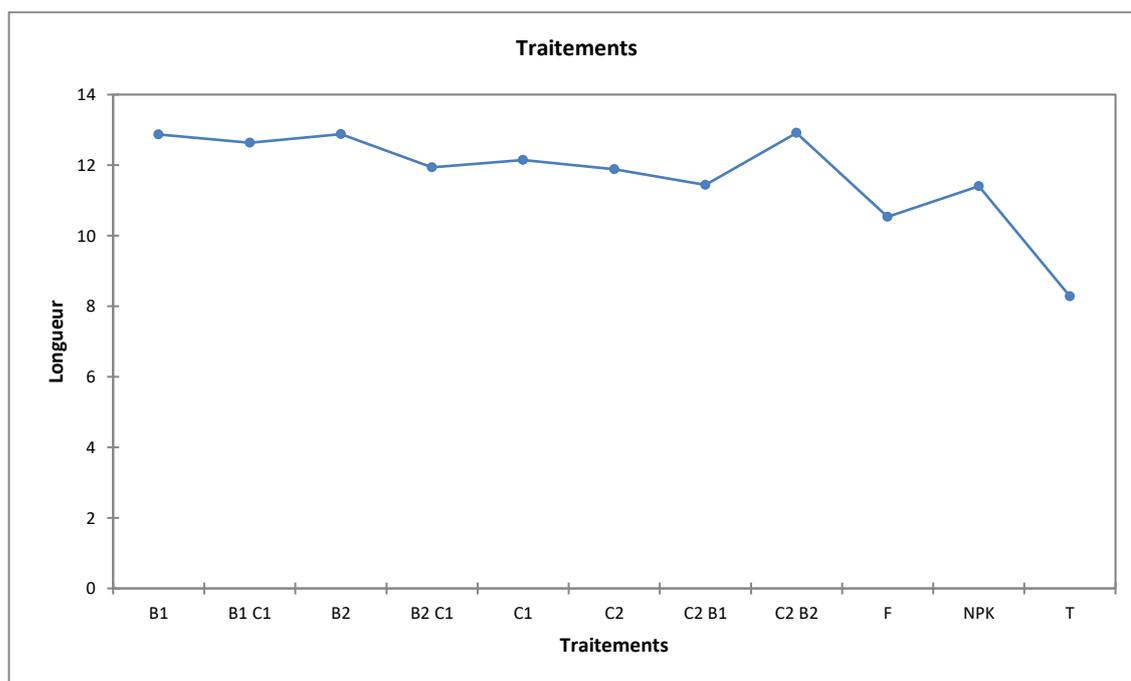


Figure 36 : Courbe de la Longueur des fruits.

| Modalité | Moyenne estimée | Groupes | |
|----------|-----------------|---------|---|
| C2 B2 | 12,913 | A | |
| B2 | 12,880 | A | |
| B1 | 12,868 | A | |
| B1 C1 | 12,633 | A | |
| C1 | 12,150 | A | B |
| B2 C1 | 11,935 | A | B |
| C2 | 11,880 | A | B |
| C2 B1 | 11,438 | A | B |
| NPK | 11,403 | A | B |
| F | 10,538 | A | B |
| T | 8,280 | | B |

5.3 Diamètre des fruits:

A partir des résultats présentés dans (figure37) nous remarquons que la moyenne de la diamètre des fruits est située dans le traitement **B2** avec une valeur maximum de **11,965 cm**, Viennent en deuxième position les traitements **B1** , **B1 C1** , **C2 B2** avec des moyenne respectivement **11,800 cm**; **11,783 cm**; **11,758 cm** . Tendis que le reste des traitements regrouper des valeurs communes de la diamètre des fruits des traitements ; **C1** , **B2 C1** , **C2 B1** , **C2** , **NPK** , **F** , **T** avec des valeurs moyennes de ; **11,383** ; **11,220** ; **11,065** ; **10,903** ; **10,475** ; **9,953** ; **7,760 cm**, respectivement.

L'analyse statistique a donné une significatif entre les moyennes des traitements d'où le test Newman-Keuls (95%) a donné 03 groupes homogènes **A** et **AB** , **B**, le premier groupe **A** regroupe les traitements ;(**B2**), (**B1**) ,(**B1 C1**) ,(**C2 B2**), (**C1**) ,(**B2 C1**),(**C2 B1**),(**C2**) avec les moyenne maximale successivement de la diamètre des fruits par traitement ; **11,965 cm** (**B2**), **11,800 cm**(**B1**), **11,783 cm**(**B1 C1**), **11,758 cm**(**C2 B2**), **11,383 cm**(**C1**), **11,220 cm**(**B2 C1**), **11,065 cm**(**C2 B1**), **10,903 cm**(**C2**),Alors que le deuxième groupe **AB** regroupe les traitements ;(**NPK**),(**F**) avec les moyenne maximale successivement de la diamètre des fruits par traitement ; **10,475cm** (**NPK**), **9,953cm**(**F**), et le troisième groupe **B** avec un moyen maximal en longueur des fruits par traitement de **7,760 cm**(**T**).

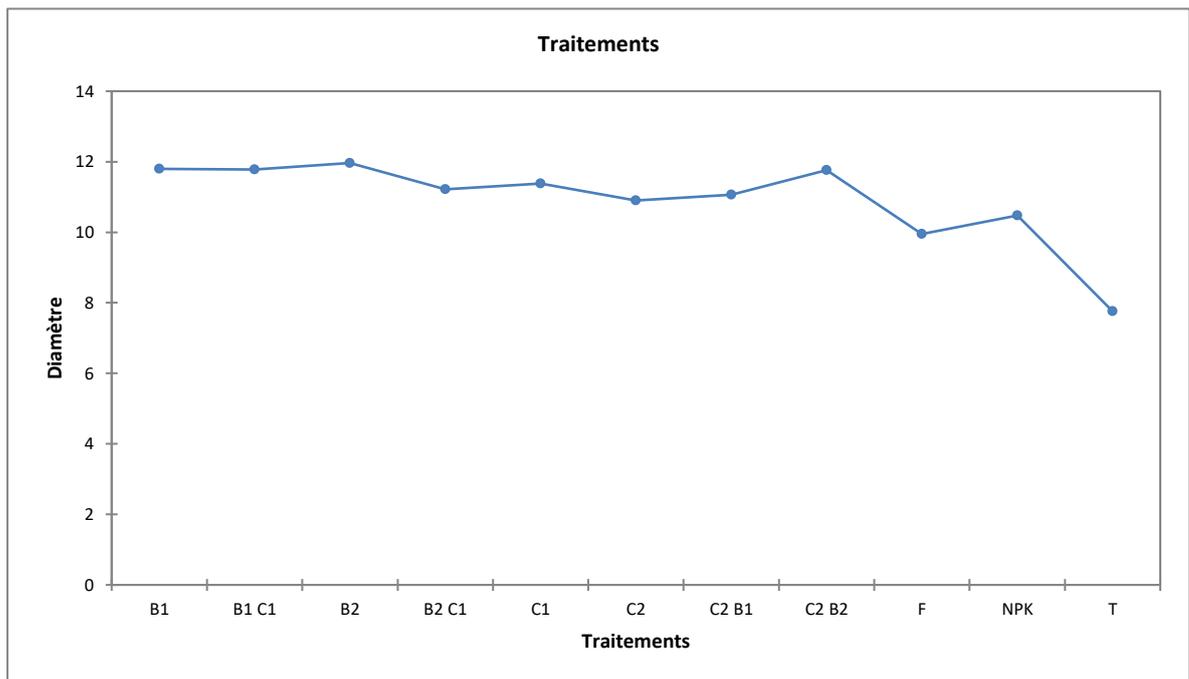


Figure 37 : Courbe de la Diamètre des fruits cm .

Chapitre IV : Résultats et Discussions

| Modalité | Moyenne estimée | Groupes | |
|----------|-----------------|---------|---|
| B2 | 11,965 | A | |
| B1 | 11,800 | A | |
| B1 C1 | 11,783 | A | |
| C2 B2 | 11,758 | A | |
| C1 | 11,383 | A | |
| B2 C1 | 11,220 | A | |
| C2 B1 | 11,065 | A | |
| C2 | 10,903 | A | |
| NPK | 10,475 | A | B |
| F | 9,953 | A | B |
| T | 7,760 | | B |

6 Rendement total:

A partir des résultats présentés dans (figure38) nous remarquons que la moyenne de rendement total est située dans le traitement **C2 B2** avec une valeur maximum de **3,113 q/ha** , Viennent en deuxième position les traitements **B2 , B1, B1 C1** avec des moyenne respectivement **3,033 q/ha et 2,963 q/ha , 2,935 q/ha** . Tendis que le reste des traitements regrouper des valeurs communes de rendement total des traitements ; **C1 , C2 B1 , C2, F, B2 C1 , NPK , T** avec des valeurs moyennes de ; **2,743 q/ha ; 2,453 q/ha ; 2,300 q/ha ;2,265 q/ha ; 2,165 q/ha ; 1,640 q/ha ; 1,523 q/ha** ,respectivement.

L'analyse statistique a donné que les traitements n'a aucun signification sur le rendement total. Le test Newman-Keuls (95%) a donné un seul groupe homogène **A** regroupe les traitements ; **(C2 B2),(B2),(B1),(B1 C1),(C1),(C2 B1),(C2),(F),(B2 C1),(NPK),(T)**, avec les moyenne maximale successivement de rendement total par traitement ; **3,113 q/ha (C2 B2), 3,033 q/ha (B2), 2,963 q/ha (B1), 2,935 q/ha (B1 C1), 2,743 q/ha (C1), 2,453 q/ha (C2 B1), 2,300 q/ha (C2) , 2,265 q/ha (F), 2,165 q/ha (B2 C1), 1,640 q/ha (NPK), 1,523 q/ha (T)**.

Chapitre IV : Résultats et Discussions

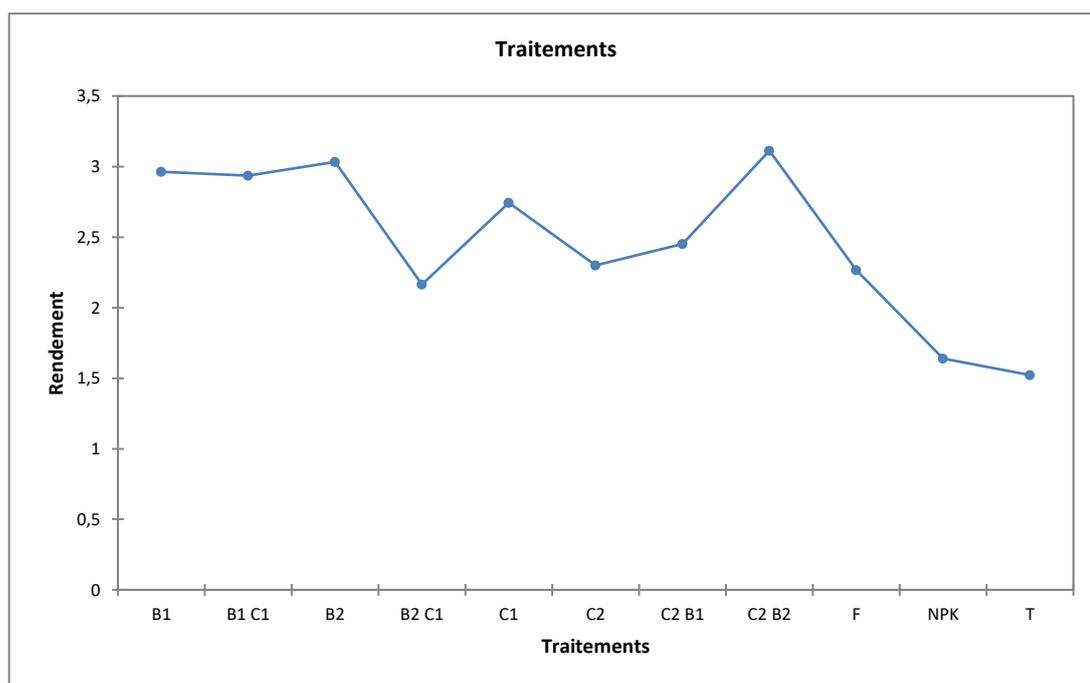


Figure 38 : Courbe du rendement total.

| Modalité | Moyenne estimée | Groupes |
|----------|-----------------|---------|
| C2 B2 | 3,113 | A |
| B2 | 3,033 | A |
| B1 | 2,963 | A |
| B1 C1 | 2,935 | A |
| C1 | 2,743 | A |
| C2 B1 | 2,453 | A |
| C2 | 2,300 | A |
| F | 2,265 | A |
| B2 C1 | 2,165 | A |
| NPK | 1,640 | A |
| T | 1,523 | A |

En détail, ces résultats démontrent que l'application de biochar seul pourrait également être utilisé efficacement pour améliorer la fertilité du sol et le rendement.

Cependant, les résultats montrent que l'application de compost seul a provoqué une réponse positive dans la production de melon et une augmentation de poids, de la longueur et diamètre de melon.

Comme on pouvait s'y attendre, l'application combinée de biochar et de compost a surperformé en termes de rendement du melon et de poids, la longueur et diamètre de melon.

Conclusion

Conclusion

En conclusion, l'utilisation de biochar et compost contribue à améliorer les propriétés du sol ainsi que les paramètres de production de la plante de Melon.

Les résultats de cette recherche ont montré que ces deux amendements du sol avaient eu un impact positif sur les paramètres de production de la plante de Melon. La combinaison de biochar et de compost a donné les meilleurs résultats en améliorant le rendement de melon et le poids, la longueur / diamètre des fruits. Cependant, aucun effet positif exercé par le compost et le biochar en combinaison n'a été observé sur les paramètres de croissance.

Références

Références

A

- **ADEME, 2001.** "Déchets organiques - Essai agronomique de plein champ d'un compost des Déchets verts (résultats 8e année d'expérimentation)." Paris, France.
- **ADEME, 2008.** Guide pratique sur le compostage. ADEME édition, Paris, 20 pages
- **ALBRECHT R., 2007.** Co-compostage de boues de station d'épuration et de déchets verts: nouvelle méthodologie du suivi des transformations de la matière organique. Thèse de doctorat. Université Paul Cézanne AIX-Marseille III, 189p.
- **ABSI R. 2008.** Essai de mise au point d'un compost d'origine urbain. Thèse. ING. Agro, Univers- Biskra, 54p.
- **AMIR. S., 2005.** Contribution a la valorisation de boues de stations d'épuration par compostage: devenir des micropolluants métalliques et organiques et bilan humique du compost. Thèse de doctorat. Institut national polytechnique de Toulouse, 312p.
- **Anonyme, 2008.** Les matières organiques du sol : rôle, risques et enjeux. Colloque de Restitution du programme GESSOL2. Paris. 57p.
- **Akhtar.S.S , Andersen M. N et Liu.F.2015,** Biochar Mitigates Salinity Stress in Potato in journal of agronomy and crop science.p11 4. Aubert. G, (1976) : les sols sodiques en Algérie de nord , INA d'Alger .n °01 . p 185.196.
- agronomie and croup science. P11 4. Aubert. G, (1976) : les sols sodiques en Algérie de nord , INA d'Alger .n °01 . p 185.196.
- **Ahmed. A, Ji by. K, et Vijaya, R,2016.** Biochar influences on agricultural soils, croup production, and the environnement : A review. Environnemental Reviews, <https://mc06.manuscriptcentral.com/er-pubs>.
- **Antoine et Richard.E,2009 ;** Le biochar est-il vert ? -SCFD. [08/2009]. <http://www.csf-desertification.org/combattre-la-desertification/item/lebiochar-est-il-vert>.

B

- **Badji, A.2011 ;** EFFETS DU BIOCHAR SUR LES ACTIVITES MICROBIOLOGIQUES DU SOL SOUS FORTS INTRANTS AZOTES (MARAICHAGE). Dakar, Sénégal . UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR, 48p.Mém MASTER II EN BIOTECHNOLOGIE VEGETALE ET MICROBIENNE.
- **BIEDERMAN, L. a., HARPOLE, W.S., 2012.** Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: a meta-analysis. GCB Bioenergy.Doi:10.1111/gcbb.12037
- **BROWN, R., 2009 ;**Biochar production technology. In: Biochar for environmental Management: Science and technology. (Ends Lehmann, J. and Joseph, S.). Earth scan, London, 127-146 p
- **Bradley, A., Larson, R. A. &Rung, T. 2015.** Effect of Wood Biochar in Manure Applied Sand Columns on Leach ate Quality. J Environ Quall, 44, 1720-8.
- **BONZI M., 1989.** Etudes des techniques de compostage et évaluation de la qualité des composts : effets des matières organiques sur les cultures et la fertilité des sols. Mémoire ingénieur IDR/Agronomie.66p.

Références

- **Ballet J. (2008).** Gestion des déchets. Aide-mémoire. Paris : Lavoisier. 246p.

C

- **Charny, (2005),** Compostage des déchets urbains dans les Pays en Développement : élaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost, p36.
- **Chanet , K. Y., L. Van Zwieten, I. Meszaros, A. Downier and Joseph's. 2008.** Using poultry litter biochars as soil amendments. Australian Journal of Soil Research 46(5): 437- 444.
-
- **Chintala, R., Mollinedo, J., Schumacher, T. E., Malo, D. D. & Julson, J. L. 2014.** Effect of biochar on chemical properties of acidic soil. Archives of Agronomy and Soil Science, 60, 393- 404.
- **Costume Biological, Inc. Deerfield Beach, FL.USA., 2012:** Activating Biochar Activate your Biochar by using BiotMax, a soil probiotic, BiotMax contains beneficial bacteria and beneficial fungi d'Algérie en vue de leur mise en culture. Theses de 3 eme cycle. Univ de Renne,

D

- **David A. Laird, Robert C. Brown, James E. Amonette Johannes Lehmann .2009** Review of the paralysis' platform for coproducing bio-oil and biochar Volume 3, Issue 5 September/October 2009 Pages 547–562.
- **DEVISSCHER S., 1997.** Le compost. Mémoire D.E.S.S., université Picardie, 60p.
- **Denys Leclerc,(2002).**étude le compost, une filière de valorisation des déchets organiques a développer, P.126.

F

- **Franco C. 2003.** Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains : Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage: Recherche d'indicateurs pertinents. Thèse de doctorat d'état. Dissertation, Institut national agronomique. Paris- Grignon, France. 288 p.
- **FRANCOU C., 2003.** Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains: Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage - Recherche d'indicateurs pertinents. Thèse de doctorat, Institut nationale agronomique. Paris- Grignon, France. 289p.

J

- **Johann, (2005).** Gestion de déchets de jussée par compostage. 4 p.
- **JOSEPH, S.D., DOWNIE, A., MUNROE, P., CROSKY, A., LEHMANN, J., 2007.**Biochar for Carbon Sequestration, Reduction of Greenhouse Gas Emissions and Enhancement of Soil Fertility; A Review of the Materials Science 130–133.

L

- **LAIRD, D., FLEMING, P., WANG, B., HORTON, R., KARLEN, D., 2010.** Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. Geoderma 158, 436–442. doi:10.1016/j.geoderma.2010.05.01

Références

- **LARBI M. 2006.** Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques. Thèse de Doctorat Es-Sciences,. Faculté des Sciences de l'Université de Neuchâtel, Institut de Botanique, 140pp.
- **Lehmann J., Czimczik C., Laird D., and Sohi S. 2009.** Stability of biochar in soil. In: Lehmann J., Stephen J. (eds.) Biochar for Environmental Management: Science and Technology. Earth scan Publ., London, pp. 183-205..
- **Lim, I.M ; Ro, K.S ; Reddy, G.B ; Boykin, D.L ; Klasson, K.T.,2015 :** Efficacy of chicken litter and wood biochars and their activated counterparts in heavy metal cleanup from waste water. Agriculture, 5, 806-825 p .

M

- **Mustin Michel,(2013) :** le biochar, rôle agronomique et environnemental
- **Mebarki mounira ,(2017) :** effet de biochar sur les propriétés physico chimiques d'un sol soumis a une irrigation avec une eau salés. thèse master. Univ Batna .
- **Michaud L. (2007).** Tout sur le compost : le connaitre, le faire et l'utiliser. Québec : Litho Chic. 212p.
- **MISRA. RV, ROY. RN, HIRAOKA. H., 2005.** Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole. Documents de travail sur les terres et les eaux. Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture, Rome.51P
- **MISRA et al. (2005).**Méthode de compostage au niveau de l'exploitation agricole. P.13.
- **MUSTIN, M. 1987.** Le Compost, Gestion de la Matière Organique. Paris., France, 954p.

R

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

S

- **SLIMANI D., 2005.** La gestion des déchets ménagers dans la ville d'Ouargla avec un essai de compostage. Thèse d'Ing.ECO. Veg-Env. ITAS, Ouargla, 111p.

T

- **Thomas, S. C., S. Frye, N. Gale, M. Garmon, R. Launch bury, N. Machado, S. Melamed, J. Murray, A. Petroff, and C. Wins borough, 2013:** Biochar mitigates negative effects of salt additions on two herbaceous plant species. J. Environ. Manage. 129, 62–68.

Z

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

Annexes

Annexes

Annexe 1 : Analyse de la variance (Longueur d'entre nœuds).

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | Pr > F |
|---------------|-----|------------------|--------------------|-------|--------|
| Modèle | 10 | 2,728 | 0,273 | 1,764 | 0,108 |
| Erreur | 33 | 5,104 | 0,155 | | |
| Total corrigé | 43 | 7,832 | | | |

Annexe 2 : Analyse de la variance (Surface foliaire).

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | Pr > F |
|---------------|-----|------------------|--------------------|-------|--------|
| Modèle | 10 | 934,410 | 93,441 | 0,280 | 0,981 |
| Erreur | 33 | 11005,053 | 333,486 | | |
| Total corrigé | 43 | 11939,463 | | | |

Annexe 3 : Analyse de la variance (diamètre final des tiges).

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | Pr > F |
|---------------|-----|------------------|--------------------|-------|--------|
| Modèle | 10 | 0,195 | 0,019 | 0,863 | 0,575 |
| Erreur | 33 | 0,744 | 0,023 | | |
| Total corrigé | 43 | 0,939 | | | |

Annexe 4 : Analyse de la variance (poids total des fruits).

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | Pr > F |
|---------------|-----|------------------|--------------------|-------|----------|
| Modèle | 10 | 1770614,122 | 177061,412 | 6,978 | < 0,0001 |
| Erreur | 33 | 837351,554 | 25374,290 | | |
| Total corrigé | 43 | 2607965,675 | | | |

Annexes

Annexe 5 : Analyse de la variance (longueurs des fruits).

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | Pr > F |
|---------------|-----|------------------|--------------------|-------|--------|
| Modèle | 10 | 74,345 | 7,435 | 2,388 | 0,029 |
| Erreur | 33 | 102,725 | 3,113 | | |
| Total corrigé | 43 | 177,070 | | | |

Annexe 6 : Analyse de la variance (diamètres des fruits).

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | Pr > F |
|---------------|-----|------------------|--------------------|-------|--------|
| Modèle | 10 | 59,025 | 5,903 | 2,278 | 0,037 |
| Erreur | 33 | 85,514 | 2,591 | | |
| Total corrigé | 43 | 144,539 | | | |

Annexe 7 : Analyse de la variance (Rendement total).

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | Pr > F |
|---------------|-----|------------------|--------------------|-------|--------|
| Modèle | 10 | 191875,050 | 19187,505 | 2,085 | 0,055 |
| Erreur | 33 | 303617,061 | 9200,517 | | |
| Total corrigé | 43 | 495492,111 | | | |

Résumé:

Les effets de l'application de biochar et compost ne sont pas entièrement compris. Dans cette étude, nous avons testé les effets du biochar et compost sur les paramètres de croissance et production des plantes de melon.

Cette étude a été réalisée au niveau du terrain de la Faculté des sciences agronomiques de l'université Mohamed Khider Biskra.

L'étude a été organisée selon le schéma en bloc complet randomisé avec 11 traitements et 4 blocs. les traitements sont : B1(biochar ; 1.14 kg/parcelle), B2 (biochar ;2.28kg/parcelle), C1(compost ;13.68 kg/parcelle), C2(compost 18.24 kg/parcelle), B1 C1(biochar ; 1.14 kg/parcelle + compost ;13.68 kg/parcelle),B2 C1(biochar ;2.28kg/parcelle + compost ;13.68 kg/parcelle),C2 B1(compost 18.24 kg/parcelle + biochar ; 1.14 kg/parcelle),C2 B2(compost 18.24 kg/parcelle + biochar ;2.28kg/parcelle),F(fumier ;7.98 kg/parcelle),T(témoin), NPK.

Les résultats obtenus à partir de cette étude montrent qu'il n'y a pas d'effet significatif du biochar et de compost sur les paramètres de croissance des plantes, y compris la longueur d'entre nœuds et la surface foliaire, diamètre final des tiges. Cependant, les traitements consistant en biochar et compost ont donné les meilleurs effets clair et positif sur les paramètres de la production y compris le rendement de melon et le poids, la longueur / diamètre des fruits.

Mots-clés : Compost, Biochar, La culture de melon, Croissance, Rendement.

ملخص:

آثار تطبيق الفحم الحيوي والسماد ليست مفهومة تمامًا. في هذه الدراسة، قمنا باختبار تأثيرات الفحم الحيوي والسماد على معايير النمو والإنتاج لنباتات البطيخ.

أجريت هذه الدراسة على المستوى الميداني لكلية العلوم الزراعية بجامعة محمد خضر بسكرة. تم تنظيم الدراسة وفقًا لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة مع 11 معاملة و 4 كتل. العلاجات هي: 1B (الفحم الحيوي؛ 1.14 كجم / قطعة أرض)، 2B (الفحم الحيوي ؛ 2.28 كجم / قطعة أرض)، 1C (سماد ؛ 13.68 كجم / قطعة أرض)، 2C (سماد 18.24 كجم / قطعة أرض)، B1 C1 (فحم حيوي ؛ 1.14 كجم / قطعة أرض + سماد ؛ 13.68 كجم / قطعة أرض)، B2 C1 (الفحم الحيوي ؛ 2.28 كجم / قطعة أرض + سماد ؛ 13.68 كجم / قطعة أرض)، C2 B1 (سماد 18.24 كجم / قطعة أرض + الفحم الحيوي ؛ 1.14 كجم / قطعة أرض)، C2B2 (سماد 18.24 كجم / قطعة أرض + الفحم الحيوي ؛ 2.28 كجم / قطعة أرض)، F (روث ؛ 7.98 كجم / قطعة أرض)، T (شاهد)، NPK.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة أنه لا يوجد تأثير معنوي للفحم الحيوي والسماد العضوي على معايير نمو النبات، بما في ذلك الطول بين العقد ومساحة الورقة والقطر النهائي للسيقان. ومع ذلك، فإن المعاملات المكونة من الفحم الحيوي والسماد أعطت أفضل التأثيرات الواضحة والإيجابية على معاملات الإنتاج بما في ذلك محصول البطيخ ووزن الثمار والطول / القطر المرود.

الكلمات المفتاحية : السماد، الفحم الحيوي، زراعة البطيخ، النمو، المرود.

Abstract:

The effects of applying biochar and compost are not fully understood. In this study, we tested the effects of biochar and compost on the growth and production parameters of melon plants.

This study was carried out at the field level of the Faculty of Agricultural Sciences of Mohamed Khider Biskra University.

The study was organized according to the randomized complete block design with 11 treatments and 4 blocks. the treatments are: B1 (biochar; 1.14 kg/plot), B2 (biochar; 2.28kg/plot), C1 (compost; 13.68 kg/plot), C2 (compost 18.24 kg/plot), B1 C1 (biochar; 1.14 kg / plot + compost; 13.68 kg/plot), B2 C1 (biochar; 2.28kg/plot + compost: 13.68 kg/plot), C2 B1 (compost 18.24 kg/plot + biochar; 1.14 kg/plot), C2B2 (compost 18.24 kg/plot + biochar; 2.28kg/plot), F (manure; 7.98 kg/plot), T (control), NPK.

The results obtained from this study show that there is no significant effect of biochar and compost on plant growth parameters, including internodes length and leaf area, final diameter of stems. However, the treatments consisting of biochar and compost gave the best clear and positive effects on production parameters including melon yield and fruit weight, length / diameter.

Keywords: Compost, Biochar, Watermelon cultivation, Growth, Performance.