

Étude de l'effet du compost des déchets ménagers sur l'amélioration du rendement de Maïs et de la Laitue

L. MRABET*, D. BELGHYTI, A. LOUKILI et B. ATTARASSI

*Laboratoire de Biologie et Santé, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail,
B.P 133 Kenitra, 14000 Maroc.*

* Correspondance, courriel : mrabetloubna@yahoo.fr

Résumé

La valorisation agronomique des ordures ménagères par compostage constitue la filière la plus prometteuse par comparaison avec d'autres voies d'élimination comme l'incinération. En effet, les composts constituent de bons engrais qui permettent une augmentation des récoltes des plantes cultivées, et améliorent les propriétés physicochimiques du sol. Dans cette optique, le présent travail a pour objectif de déterminer la valeur agronomique du compost, issu d'un dispositif de fermentation installé à la faculté des sciences de Kénitra, sur deux cultures maraîchères : maïs et laitue.

Le compost mur obtenu après une phase de fermentation aérobie de 6 mois est caractérisé par une humidité comprise entre 30 et 50 %, un pH de 7.8, un rapport C/N égale à 10, et une absence totale des germes indicateurs de contamination fécale : coliformes fécaux et streptocoques fécaux.

Les tests agronomiques, montrent que la teneur satisfaisante en éléments nutritifs fait du compost final un amendement organique intéressant. En effet, l'amélioration des rendements des deux cultures : laitue et maïs est proportionnellement liées à la dose du compost. L'incorporation d'une dose de 75 % s'avère satisfaisante pour atteindre le meilleur rendement.

Mots-clés : *compost, déchets ménagers, valorisation agronomique, cultures maraichères, Kénitra, Maroc.*

Abstract

Study of the effect of compost household waste on the performance improvement of Maize and Lettuce

The agricultural recycling of household waste by composting is the most promising sector in comparison to other disposal routes such as incineration. Indeed, the compost is a good fertilizer that can increase crop harvests, and improve the physicochemical properties of the soil. In this regard, the present study aims to determine the agronomic value of compost, from a fermentation device installed at the Faculty of Kenitra, on two vegetable crops: maize and lettuce.

Mature compost obtained after a period of 6 months of aerobic fermentation is characterized by humidity between 30 and 50 %, pH of 7.8, the C/N ratio equal to 7, and a total absence of fecal indicator bacteria: fecal coliform and fecal streptococcus.

Agronomic tests show that the adequate nutrient content of finished compost is an organic interesting. Indeed, the improved yields of both crops: lettuce and corn is proportionally related to the dose of compost. The incorporation of a dose of 75 % is satisfactory for achieving the best returns.

Keywords : *compost, household waste, agronomic value, market gardening, Kenitra, Morocco.*

1. Introduction

Le développement des activités socioéconomiques, l'accroissement démographique et urbain et l'amélioration du niveau de vie, génèrent une augmentation importante des quantités de déchets solides domestiques qui peuvent avoir des impacts néfastes sur la santé humaine. La gestion de ces déchets et leur élimination devient une obligation. Par ailleurs, la valorisation biologique des ordures ménagères par compostage constitue la filière la plus prometteuse par comparaison avec d'autres voies d'élimination comme l'incinération, du fait que ces déchets sont exceptionnellement riches en matières organiques compostables avec un taux d'humidité suffisamment élevé [1-3].

Les teneurs élevées en matière organique fermentescible des ordures ménagères rendent celles-ci potentiellement avantageuses comme amendement organique des sols [4,5].

L'objectif de ce travail consiste à évaluer la valeur agronomique du compost obtenu après fermentation aérobie de six mois des déchets urbains de la ville de Kenitra afin de déterminer la réponse de deux cultures : la laitue et le maïs.

2. Matériel et méthodes

Le compost utilisé dans cette étude est obtenu après compostage en tas d'une tonne des déchets urbains en provenance de la ville de Kenitra [4,6].

Tableau 1 : *Caractéristiques du compost obtenu selon les normes de l'OMS*

Paramètres	Valeur du produit fini	Normes de qualité de compost [7]
Température (°C)	22	-
pH	7,8	6-9
Humidité (g/100g)	35	30-50
Matière organique (g/100g)	19,22	10-30
N%	1,57	0,1-1,8
C	11,15	-
C/N	7,1	10-15
P ₂ O ₅ (%)	1,2	0,1-1,7
K ₂ O (%)	0,4	0,1-2,3
Test du chrome	Coloration brune	Couleur brun vert boueuse
Conductivité électrique en µs/cm	40	-
Taille des particules (mm)	5	2-10
Couleur	Brun	Brun foncé à noire
Odeur	Odeur de terre sèche humectée	Odeur de terre humidifiée
Coliforme fécaux et Streptocoques fécaux.	Absence	Absence

On obtient un compost dont les caractéristiques physicochimiques et microbiologiques sont regroupées dans le **Tableau 1**.

Dans le but d'estimer la valeur fertilisante du compost et d'évaluer son impact sur le sol et le produit végétal, il a été procédé à des expérimentations sous serre. Ces dernières ont été réalisées sur un sol de type sableux et sur deux cultures tests :

- La laitue (*Lactuca sativa*), type Batavia verte ;
- Maïs (*Zea mays*), maïs vitreux (semoules).

Le sol utilisé est un sol de la région qui présente les caractéristiques suivantes (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Propriétés physicochimiques du sol utilisé

Granulométrie	(%)	Matière organique	(%)	Bases échangeable (meq/100g)	
Terre fine	0	Matière organique	0,7	Calcium	6,3
Argile	4,8	Carbone organique	0,41	Mg	0,2
Limon fin	2,7	Azote total	0,05	Na	0,3
Limon grossier	0,8	Phosphore total	2,39	K	0,15
Sable fin	66,6	Phosphore assimilable	0,048	Capacité d'échange cationique	7
Sable grossier	24,5			PH	7,53
Calcaire total	0,8			Salinité	0,1

On ce qui concerne les Tests agronomiques, les graines de laitue enrobées sont semées à raison d'une graine au centre de chaque alvéole contenant de la tourbe humidifiée ; Ensuite les graines sont recouvertes d'une fine couche de tourbe, le plateau d'alvéoles est arrosé pour éviter l'assèchement des graines. Au stade de 4 feuilles, les plantules de la laitue sont récupérées pour un repiquage ultérieur ; En ce qui concerne le maïs, les graines sont directement semées dans les pots [4].

L'étape suivante consiste à semer un même nombre de graines (3 graines) pour le maïs ou de plantules (3 plantules) pour la laitue dans des pots contenant du sable seul, compost seul ou sable additionné de 25 à 75 % du compost et à raison de 4 pots par catégorie. Un arrosage journalier est nécessaire pour maintenir l'humidité à 80 % [4].

Après la récolte, on a suivi le pH du sol ; la conductivité électrique, les paramètres de croissance (Nombre des feuilles, Longueur de la surface foliaire, Longueur et largeur des feuilles, Poids sec des racines) et les paramètres de rendement (Nombre des fruits, Longueur et largeur des fruits, Nombre de graine par fruit).

3. Résultats et discussion

3-1. Effet du compost sur le pH du sol

L'examen de la stabilité du pH du sol a été déterminé, en présence des concentrations croissantes du compost (0, 25, 75 et 100 %).

Les observations faites après traitement (**Figure 1**) montrent que le pH subit une légère diminution quelle que soit la dose appliquée. Ainsi, en absence du compost (témoin), le pH enregistré après récolte est de 7,6.

Alors que les sols amendés avec 25 et 75 % du compost, le pH obtenu est respectivement de l'ordre de 7,5 et 7,3.

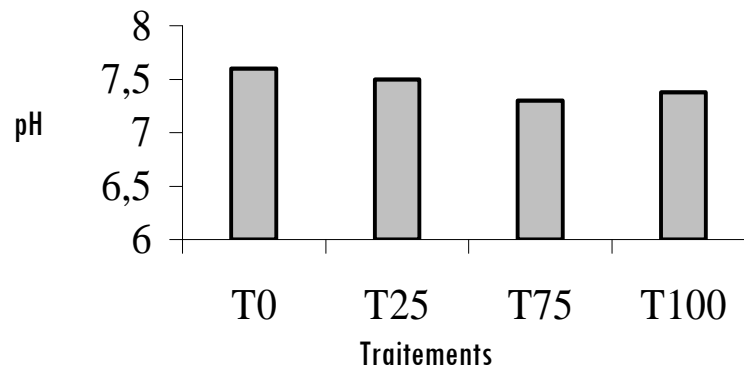


Figure 1 : Effet du compost sur la stabilité du pH du sol après traitement

A la lumière de ces résultats, il s'est avéré que le compost utilisé au cours de cette étude n'a pas eu d'effet négatif sur la stabilité du pH du sol même à des concentrations élevées (75 %).

En effet, les composts qui tendent à devenir acides, peuvent générer un risque de dégradation du sol et une mise en solution des éléments traces, ce qui facilite leur émigration vers la plante. *Costa et al.* [8], ont souligné que les effets nuisibles des métaux lourds sur les plantes, dépendaient de la dose du compost et des propriétés du sol, particulièrement le pH qui affecte directement leur solubilité.

3-2. Effet du compost sur la salinité du sol

Les résultats illustrés dans la **Figure 2** permettent de préciser l'effet du compost sur la salinité du sol. L'analyse de ces résultats montre que la salinité du sol en termes de conductivité électrique augmente progressivement en présence du compost. Cette augmentation est d'autant plus importante que la concentration de compost est plus élevée. Les valeurs observées passent respectivement de 9,4 $\mu\text{s}/\text{cm}$ pour le témoin (0 % du compost) à 14,5 $\mu\text{s}/\text{cm}$; 96 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et 151 $\mu\text{s}/\text{cm}$ en présence de 25 %, 75 % et 100 % du compost.

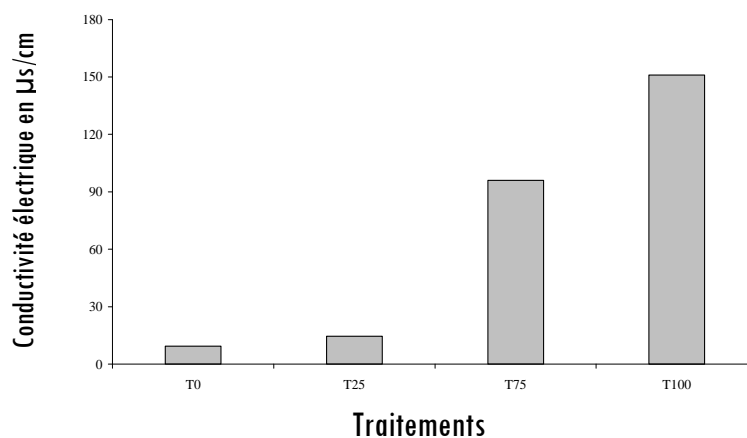


Figure 2 : Effet du compost sur la salinité du sol après traitement

Sur la base des résultats obtenus, il convient donc de préciser que l'apparition d'une conductivité élevée après traitement est liée soit à la dose du compost appliquée, soit à l'abondance des ions minéraux dans le produit fini.

3-3. Étude des paramètres du rendement chez la laitue

3-3-1. Effet du compost sur le nombre des feuilles

L'examen de la **Figure 3** révèle que la croissance de la laitue sur le sol amendé en compost (25, 75 et 100 %) a donné un nombre de feuilles significativement supérieur par rapport à celui de témoin (0 % du compost). A une concentration de 25 et 100 %, le nombre des feuilles obtenu est de 14 feuilles par plante. Alors qu'en présence d'une concentration de 75 %, l'amélioration du rendement a été nettement observée (18 feuilles par plante).

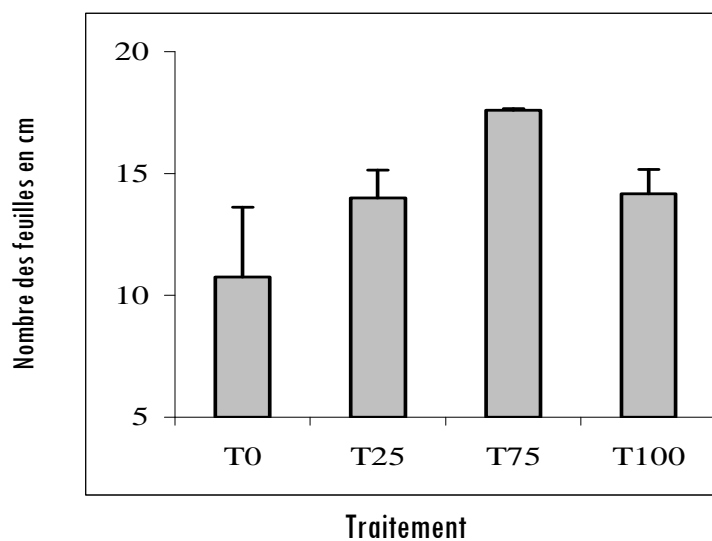


Figure 3 : Effet du compost sur le nombre des feuilles

D'autre part, l'analyse statistique des données (test LSD) a permis de noter un effet significatif entre les différents traitements appliqués et le témoin (sol seul). Tandis que l'analyse inter-traitement, nous a conduit à conclure qu'il y a une différence significative entre le traitement T_{75} et T_{25} et entre le traitement T_{100} . Mais aucune différence significative n'a été enregistrée entre le traitement T_{25} et T_{100} .

3-3-2. Effet du compost sur la longueur et la largeur des feuilles

L'incorporation du compost au sol influence significativement le rendement des plantes ($P < 5\%$). En effet chez les plantes cultivées en présence de 25 % et 100 % du compost, les rendements en termes de longueur des feuilles sont de l'ordre de 18,50cm et 18,21cm alors qu'en termes de largeur les rendements sont de l'ordre 8,83 cm et 9,49 cm soit une amélioration d'environ 2 fois supérieure que celui observé chez les plantes témoins. Cette amélioration du rendement est encore plus remarquable lorsque les plantes sont cultivées sur le sol amendé avec 75 % du compost. Cette dernière donne un rendement de 21,06 cm et 11,01cm respectivement pour la longueur et la largeur des feuilles (**Figure 4**).

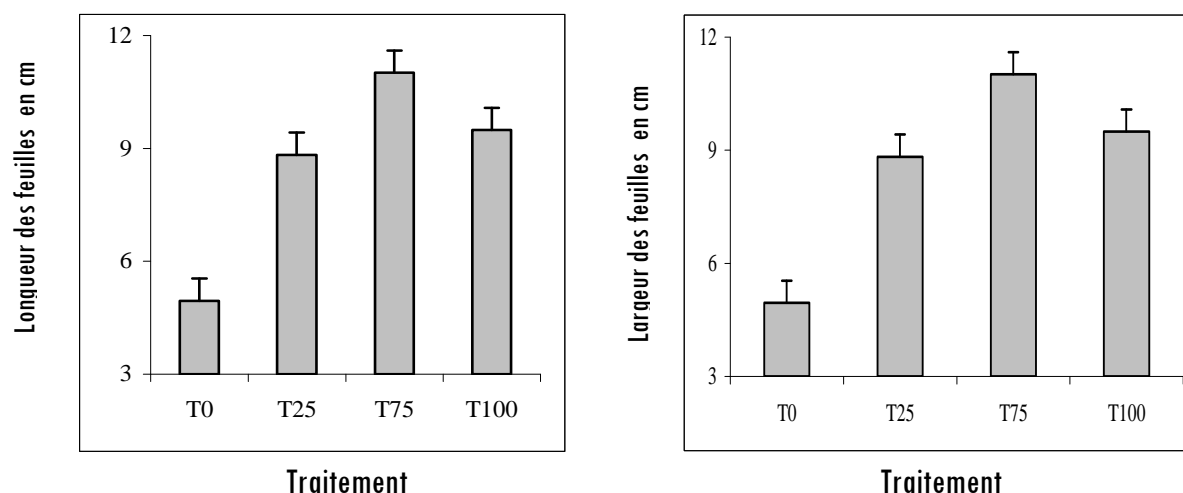


Figure 4 : Effet du compost sur la longueur et la largeur des feuilles

3-3-3. Effet du compost sur le poids frais et sec de la masse foliaire

L'interprétation des résultats de la **Figure 5** nous a permis de constater que chez les plantes traitées avec 25 et 100 % du compost, le rendement en poids frais de la masse foliaire représente 52,31g pour T₂₅ et 52,50g pour T₁₀₀, soit une augmentation de 5 fois le poids obtenu chez les plantes témoins (10,14g). Alors que pour les plantes cultivées, en présence de 75 % le rendement en poids frais est de 90,98g, soit une amélioration de 9 fois en comparaison avec le témoin.

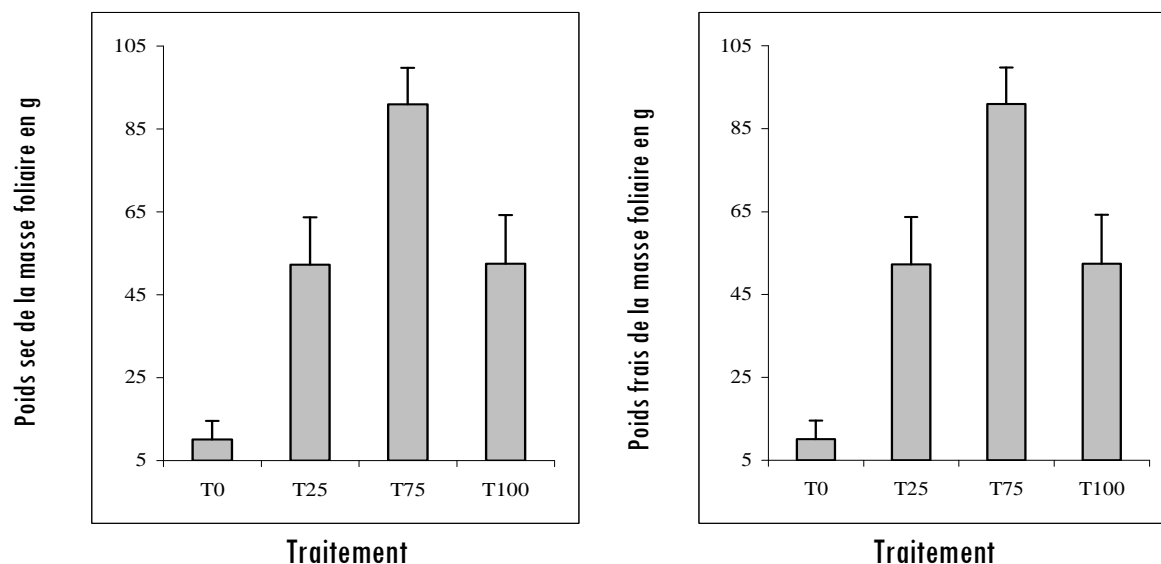


Figure 5 : Effet du compost sur le poids sec et frais de la masse foliaire de la laitue

En ce qui concerne le poids sec de la masse foliaire, nous constatons que le rendement augmente d'environ 2 fois chez les plantes traitées avec 25 et 100 %, alors qu'il atteint environ 3 fois chez les plantes cultivées en présence de 75 %.

3-3-4. Effet du compost sur le poids frais et sec de la racine

L'interprétation des résultats de la **Figure 6** fait apparaître que pour toutes les concentrations testées le rendement observé en poids frais et sec de la racine est environ 3 à 4 fois supérieur pour le poids frais de la racine et d'environ 3 fois pour le poids sec de la racine dans le cas des plantes traitées avec le compost. De même nous avons remarqué que les rendements les plus importants sont obtenus avec le traitement (75 % du compost), ce qui laisse penser que cette dose demeure satisfaisante pour améliorer la productivité du sol. L'analyse de la variance a permis de noter que le rendement en poids frais et sec a été influencé de manière significative par l'ajout du compost.

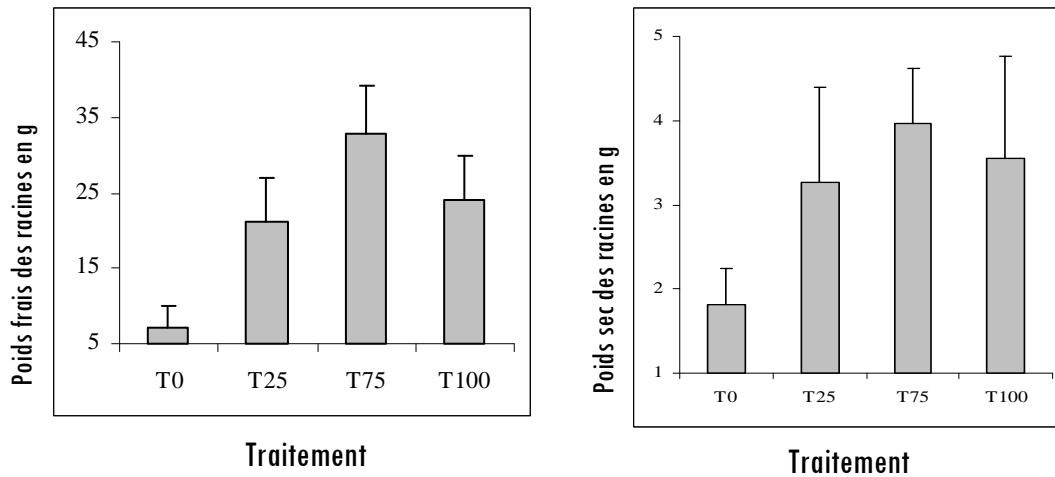


Figure 6 : Effet du compost sur le poids frais et sec des racines de la laitue

(Deux résultats de même lettre, ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 %)

3-4. Étude des paramètres du rendement chez le maïs

3-4-1. Effet du compost sur le nombre des feuilles et la longueur de la surface foliaire

L'examen des résultats de **Tableau 3** révèle que le nombre des feuilles est relativement différent entre les différents traitements et le témoin. Ainsi ce nombre atteint 13; 15 et 14 feuilles par plante respectivement pour les traitements 25 ; 75 et 100 % contre 9 seulement pour le témoin (sol seul).

Tableau 3 : Effet du compost sur le nombre de feuilles et la longueur de la surface foliaire

Traitement	Nombre des feuilles	Longueur de la surface foliaire en (cm)
T ₀	9,13 ± 1,5 b	114,50 ± 4,3 b
T ₂₅	12,9 ± 1,5 a	177,1 ± 17,3 a
T ₇₅	14,6 ± 1,1 a	181,6 ± 26,3 a
T ₁₀₀	15 ± 1,4 a	176,9 ± 10,8 a

D'autre part, l'analyse statistique a révélé une différence significative entre les différents traitements appliqués et le témoin. Tandis qu'il n'y a pas de différence significative entre les traitements T_{25} , T_{75} et T_{100} . En ce qui concerne la longueur de la surface foliaire, nous constatons qu'il y a une différence significative entre les traitements T_{25} , T_{75} , T_{100} et le témoin. En revanche, aucune différence significative n'a été enregistrée entre les traitements T_{25} , T_{75} et T_{100} .

3-4-2. Effet de compost sur la longueur et la largeur des feuilles

Le **Tableau 4** représente l'effet du compost sur la longueur et la largeur des feuilles de maïs en fonction de la dose appliquée. On constate que les rendements augmentent de façon croissante avec l'apport du compost. Les meilleurs rendements sont obtenus chez les plantes cultivées en présence de 75 % du compost. Ainsi, les échantillons dépourvus de tout traitement ont donné les résultats les plus faibles.

Tableau 4 : Effet du compost sur la longueur et la largeur des feuilles du Maïs

Traitement	Longueur des feuilles en (cm)	Largeur des feuilles en (cm)
T_0	$39,72 \pm 1,8$ b	$4,80 \pm 0,4$ b
T_{25}	$66,8 \pm 12,3$ a	$6,8 \pm 1$ a
T_{75}	$74,2 \pm 13,2$ a	$7,2 \pm 0,9$ a
T_{100}	$70,6 \pm 9,5$ a	$7,2 \pm 1,3$ a

Deux résultats de la même colonne et de la même lettre, ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 %.

3-3-3. Effet du compost sur le nombre et le poids des graines

La présence du compost dans le sol, influence significativement le rendement du maïs en termes de nombre et du poids des graines par fruit (**Tableau 5**). En effet le nombre des graines passe de 32 graines chez les plantes témoins à 301 et 118 graines par fruit respectivement chez les plantes traités avec 25 et 100 % du compost.

Tableau 5 : Effet du compost sur le nombre et le poids des graines du fruit de Maïs

Traitement	Nombre des graines par fruit	Poids des graines par fruit en (g)
T_0	$32 \pm 4,7$ b	$10,65 \pm 3,9$ b
T_{25}	$301 \pm 70,8$ a	$90 \pm 16,5$ a
T_{75}	$337 \pm 75,5$ a	$92 \pm 19,8$ a
T_{100}	118 ± 20 b	67 ± 14 ab

Cette amélioration du rendement est nettement plus importante (337 graines) lorsque les plantes sont cultivées sur sol traité avec 75 % du compost.

Quant au poids des graines par fruit, on constate que l'apport de 25 et 75 % du compost permet une amélioration d'environ 9 fois supérieure en comparaison avec le témoin (sable seul). Alors que l'addition de 100 % du compost permet d'obtenir un rendement 6 fois supérieur que celui du témoin.

3-394. Effet du compost sur le nombre, la longueur, la largeur et le poids des fruits

Les résultats obtenus indiquent que les traitements T_{25} et T_{100} n'ont pas eu d'effet bénéfique sur le nombre de fruits. Pour les deux traitements le nombre de fruits obtenu reste similaire à celui du témoin. Alors que le traitement T_{75} manifeste une légère amélioration par rapport au témoin.

Par ailleurs, l'examen du rendement relatif à la longueur et la largeur des fruits nous a permis de noter que l'addition du compost influence significativement le rendement du maïs. En effet, pour tous les traitements testés (T_{25} , T_{75} et T_{100}), les rendements calculés sont d'environ 2 fois supérieures en comparaison avec le témoin (T_0).

Tableau 6 : Effet du compost sur le nombre, la longueur, Largeur et le poids des fruits du Maïs

Traitement	Nombre des fruits	Longueur des fruits en (cm)	Largeur des fruits en (cm)	Poids des fruits en (g)
T_0	$1 \pm 0,5 b$	$13,75 \pm 4,1b$	$1,50 \pm 0,2b$	$20,97 \pm 1,3b$
T_{25}	$1 \pm 0,5 ab$	$26,4 \pm 3a$	$3,5 \pm 0,9a$	$127 \pm 17,7a$
T_{75}	$2 \pm 0,6a$	$28,6 \pm 3,9a$	$3,8 \pm 0,2a$	$134,6 \pm 19,3a$
T_{100}	$1 \pm 0,5ab$	$21,2 \pm 2,6ab$	$3,5 \pm 1a$	$65,3 \pm 5,7b$

Les résultats concernant le poids des fruits, ont mis en évidence que les plantes traitées donnent les meilleurs rendements avec des valeurs de l'ordre de 127, 134,7 et 65,3 g respectivement pour T_{25} , T_{75} et T_{100} .

L'efficacité de l'ajout du compost d'ordures ménagères à des cultures a été clairement démontrée. Cet impact sur la croissance a été également observé avec d'autres types de composts [9,10]. *El Hanafi* [11], a montré que l'ajout d'un compost fabriqué à partir de déchets de thé a eu des effets positifs sur le rendement de la tomate : la biomasse végétale, le nombre de fruits et le poids des racines ont été augmentés par rapport aux témoins. Par ailleurs, *Lee et al.* et *Séréomé* [12,13], ont étudié la croissance de la laitue (*Lactuca sativa*) en présence d'un compost à différentes concentrations, dans le meilleur cas ils ont obtenu une croissance de la plante 2 à 3 fois plus importante en présence du compost par rapport aux témoins au bout de 6 semaines d'expérience. L'effet positif du compost sur la croissance végétale est dû principalement à l'amélioration de la qualité physicochimique et biologique du sol [14], du rythme de diffusion des nutriments et la capacité de rétention d'eau. Les végétaux plantés dans un milieu de croissance contenant du compost sont plus forts et ont un meilleur rendement. Le compost ajoute non seulement de la matière organique au sol mais aussi des éléments traces tels que le fer, le manganèse, le cuivre, le zinc et le bore, nécessaires à la croissance des végétaux [15,16].

De même *Dekkaki* [5], a montré que l'ajout d'un compost fabriqué à partir de déchets verts a eu des effets positifs sur la croissance du blé et de la véronique de perse : la Biomasse aérienne comme la biomasse racinaire et le poids sec total des plantes sont significativement plus élevées dans les pots contenant du compost que dans les pots qui en sont dépourvus.

L'utilisation du compost augmente la productivité des plantes [12]. Cette amélioration est dû d'une part à l'amélioration des qualités physiques (structure, porosité) et chimiques (teneur en azote, en carbone et en oligoéléments) des sols [17] d'autre part à la présence d'une microflore abondante et diversifiée [18] qui peuvent agir soit directement sur la minéralisation de la matière organique soit en orientant l'activité de la microflore tellurique [19].

Nous avons remarqué que l'amélioration des rendements de la laitue et maïs est proportionnellement liée à la dose du compost. En effet, l'incorporation d'une dose de 75 % permet d'augmenter le pH du sol et par conséquent de réduire l'acidité du sol, et de diminuer ainsi les risques d'exportation des métaux vers la plante. Ces résultats sont en accord avec ceux de *Paino et al.* [20], qui ont constaté que l'apport de compost d'ordures ménagères a permis d'augmenter le pH des sols de 5,8 à plus de 7,6 qui limitera la solubilisation d'aluminium échangeable phytotoxique. De leur côté *Bolan et al.* [21], constatent que l'ajout de compost à un sol permet de réduire la solubilité des polluants métalliques par rapport au même sol non amendé.

De plus, Plusieurs études ont montré que les apports de composts urbains augmentent l'aération du sol. Cette augmentation est proportionnelle aux doses apportées [22].

4. Conclusion

L'évolution des ordures ménagères au cours du compostage conduit à des modifications importantes de leur composition. Cette évolution conduit à une stabilisation du produit fini que l'on peut valoriser en agriculture. Par ailleurs, les résultats obtenus à travers les essais agronomiques ont montré que le compost des ordures ménagères peut être considéré comme un amendement organique qui permet d'améliorer les propriétés physiques et chimiques des sols et par conséquent les rendements des cultures.

De même nous avons remarqué que l'amélioration des rendements des deux cultures: laitue et maïs est proportionnellement liée à la dose du compost. En effet, l'incorporation d'une dose de 75 % s'avère être la meilleure alternative pour atteindre les meilleurs rendements.

Le compost des ordures ménagères constitue, donc, une source intéressante de matière organique pour l'agriculture notamment les cultures maraîchers.

Références

- [1] - F. LOUKIL et L. HAOUAOUI Évaluation du système de gestion des déchets ménagers en Tunisie ; Cinquième colloque international «Énergies, changements climatiques et développement durable» Hammamet, Tunisie (2009).
- [2] - Secrétariat d'État chargé de l'Environnement (SEE), Direction de la surveillance et de la prévention des risques (DSPR), Secteur des déchets Solides : Situation actuel et perspective de développement. Rabat (2003).
- [3] - B. SOUDI, Household solid waste composting and valorization of compost, (2001).
- [4] - L. MRABET, traitement et valorisation des déchets solides ménagers de la ville de Kenitra, DESA, Faculté des Sciences Université Ibn Tofail, Kénitra, (2005).
- [5] - DEKKAKI, Impact de l'utilisation d'un compost vert sur l'activité et la diversité de la microflore tellurique, Thèse de Doctorat, Université Paris XII Val de marne, (2008).
- [6] - B. ATTRASSI, D. KRIMOU et L. MRABET, «Étude de la valorisation agronomique des composts des déchets ménagers», *Rev. Microbiol. Ind. San et Environn.* N°1, (2007) p 23-30.
- [7] - OMS, Urban Solid waste Management, Ed 1985 et 1991-1993 (1993).

- [8] - F. COSTA, I. MORENO, T. HERNADEZ, A. LAX, J. CEGARRA et A. ROIG, Mineralization of organic materials in calcareous Soil. *Biological wastes*, 28 (1991) 189-201.
- [9] - Avarez (*à compléter*)
- [10] - W.C. WONG JONATHAN Effects of lime addition on sewage sludge composting process. *Water Research*. 34(15) (2000) 3691-3698.
- [11] - K. EL HANAFI SEBTI, Compost tea effects on soil fertility and plant growth of organic tomato (*Solanum lycopersicum* Mill) in comparison with different organic fertilizers. Master thesis, Organic farming. IAMB Mediterranean Agronomic Institute of Bari. Published in collection Master of Science IAMB-CIHEAM (International Centre for advanced Mediterranean Agronomic studies) no.405 (2006).
- [12] - J. J. LEE, R. D. PARK, Effect of food waste compost on microbial population, soil enzyme activity and lettuce growth, *Bioresource Technology* 93(1), (2004) 21-28.
- [13] - A. SÉRÉMÉ Valorisation agricole des ordures ménagères en zone soudano-sahélienne: cas de la ville de Bobo Dioulasso. *Sciences et Médecine CAMES- Série A*, Vol. 05 (2007) P 64-71.
- [14] - S. HOUOT, A. DUPARQUE, N. DAMAY, B. MARY, Les valeurs amendantes des produits résiduaux organiques. « L'utilisation des produits organiques pour fertiliser les cultures et amender les sols dans une agriculture durable » *Journée COMIFER Académie d'Agriculture*, 17 Mars (2009).
- [15] - J. DUPLESSIS, Le compostage facilité : guide sur le compostage domestique NOVA Envirocom (2002) 107p.
- [16] - M. FAGNANO, P. ADAMO, M. ZAMPELLA, N. FIORENTINO, Environmental and agronomic impact of fertilization with composted organic fraction from municipal solid waste: A case study in the region of Naples, Italy, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 141, Issues 1-2, (2011) 100-107.
- [17] - P. CASTALDI, G. GARAU et P. MELIS, Influence of compost from sea weeds on heavy metal dynamics in the soil-plant system. *Fresenius Environment Bulletin*, Vol.13, (2004) 1322-1328.
- [18] - E. GOMEZ, L. FERRERAS, S. TORESANI, Soil bacterial functional diversity as influenced by organic amendment application. *Bioresource Technol.* 97, (2006) 1484-1489.
- [19] - S. P. MANNIX, H. SHIN, H. MASARU, S. RUMIKO, Y. CHIE, H. KOICHIRO, I. MASAHARU, and I. YASUO, Denaturing gradient gel Electrophoresis analyses of microbial community from field-scale composter. *J. Biosci. Bioengineer*, 91, (2001) 159-165.
- [20] - V. PAINO, J. P. PEILEX et O. MONTLAHUC, Municipal tropical compost: effect on crops and soil properties. *Compost science and utilization*, 4(2) (1996) 62-69.
- [21] - N. S. BOLAN, D. C. ADRIANO, R. NATESAN et B. J. KOO, Effects of organic amendments on the reduction and phytoavailability of chromate in mineral soil. *J. Environ. Qual.*, 32 (2003) 120-128.
- [22] - M. S. TURNER, G. A. CLARK, C. D. STANLEY, A. G. SMAJSTALA, Physical characteristics of a sandy Soil amended With municipal Solid Waste Compost; *Soil Crop. Sci. Florida Proc.* 53 (1994) 24-26.