

Production du Mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] sur des Sols Enrichis par la Boue Résiduaire, la Matière Organique et l'Engrais Chimique

Ibrahim Soumaïla Siddu

Mahaman Moustapha Adamou

Département Génie Rural/Eaux et Forêts/Faculté d'Agronomie,
Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger

Djibril Idrissa Guisso Maïga

Moussa Barage

Département de Sociologie et d'Économie Rurales/ Faculté d'Agronomie,
Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger

Mahamadou Boubavar Kourido

Département de Productions Végétales/Faculté d'Agronomie,
Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger

[Doi: 10.19044/esipreprint.6.2023.p442](https://doi.org/10.19044/esipreprint.6.2023.p442)

Approved: 17 June 2023

Posted: 20 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND
4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Siddu S. I., Adamou M.M, Guisso Maïga D.I., Brage M. & Kourido M.B. (2023).
*Production du Mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] sur des Sols Enrichis par la Boue Résiduaire, la Matière Organique et l'Engrais Chimique*. ESI Preprints.

<https://doi.org/10.19044/esipreprint.6.2023.p442>

Resume

La croissance rapide de la population, l'augmentation des besoins en aliments et la perte de la fertilité des sols agricoles amènent à réfléchir sur les moyens alternatifs de production durable. La boue résiduaire issue de l'usine de traitement d'eau potable de Goudel (Niamey), eu égard à sa richesse en éléments fertilisants, a été testée sur la culture de mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]. Le dispositif expérimental utilisé est un bloc complet randomisé composé de trois répétitions et huit traitements. Les résultats de l'étude montrent que les rendements en grains obtenus avec la boue comme matière fertilisante sont supérieurs (66,87%) à ceux obtenus sur les sols non amendés.

Mots-clés : Mil, rendement, boue, engrais, eau potable

The Production of the Millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] on the Lands Enriched with the Residual Mud, the Organic Substance and the Chemical Fertilizer

Ibrahim Soumaila Siddu

Mahaman Moustapha Adamou

Département Génie Rural/Eaux et Forêts/Faculté d'Agronomie,
Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger

Djibril Idrissa Guisso Maïga

Moussa Barage

Département de Sociologie et d'Économie Rurales/ Faculté d'Agronomie,
Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger

Mahamadou Boubavar Kourido

Département de Productions Végétales/Faculté d'Agronomie,
Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger

Abstract

The rapid increasing of the population, the raise in need of food and the loose of fertile agricultural soil draw people's minds on the alternative ways of durable production. The residual mud from the water treatment's factory of Goudel (Niamey), regarding to its richness in fertilizer's elements, is tested on the millet farming [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]. The experimental device used is a complete randomized block composed with three (3) repetitions and eight (8) treatments. The results of the study show that the outputs in seed gotten with the mud as a matter of fertilizer are superior (66,87%) to those found on the non-amendment soils.

Keywords: Millet, yield, sludge, fertilizer, drinkable water

Introduction

Le mil [*Pennisetum glaucum*. (L.) R. Br.] occupe une place importante dans la production céréalière mondiale. C'est la quatrième céréale la plus cultivée derrière le blé, le riz et le maïs (FAO, 2017). Au Niger, le mil est produit sur plus de 65% de la superficie emblavée (Tougiani et al., 2013 ; Kadri et al., 2019) et est la céréale la plus cultivée (Soumana, 2001 ; Soler, 2008 ; Hamadou et al., 2017). La production nationale est estimée à 4 154,15 millions de tonnes en 2020 (FAO, 2021). Le mil représente 75% de la consommation totale de céréales (FAO, 2000) et contribue à la sécurité alimentaire des ménages avec une dizaine de repas issue de la transformation des grains (Saïdou, 2011). Cependant, la faible pluviométrie et la pauvreté

des sols limitent le rendement du mil. Dans la zone soudano-sahélienne, les agriculteurs appliquent moins de 5 kg/ha/an d'engrais minéraux (Buerkert *et al.*, 2001). Les producteurs ruraux appliquent simultanément les engrais minéraux et organiques afin de maintenir la productivité des sols et répondre à la demande alimentaire croissante (Dutordoir, 2006). Les engrais chimiques importés sont chers et difficiles d'accès dans les zones rurales, d'où la nécessité de réfléchir sur des techniques alternatives d'amélioration de la fertilité des sols. L'usine de production d'eau potable de Goudel à Niamey produit une quantité énorme de boue, riche en éléments fertilisants, qui est directement rejetée dans le fleuve Niger. Cette étude porte sur l'évaluation des rendements du mil produit sur des sols amendés avec la boue résiduaire, le fumier et l'engrais chimique.

Matériel et méthodes

➤ Matériel

Les essais ont été réalisés à la Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey et au village de Kongou Tonkado dans l'arrondissement communal 3 de Niamey. L'expérimentation a été conduite durant les saisons pluvieuses 2020 et 2021. La variété utilisée est le HKP (Figure 1) qui a un cycle de 75 à 90 jours (MA, 2012). Les matériels techniques utilisés se composent d'un décimètre, d'un pied à coulisse et d'une balance électronique (précision 0,1 g), pour mesurer respectivement la longueur, le diamètre et le poids.





Figure 1. Semence et plants de la variété du mil HKP

Tous les paramètres en trait avec la production de biomasse sont importants à prendre en compte dans l'évaluation de la production en ce sens qu'ils figurent au centre d'intérêt des producteurs. C'est ainsi qu'en plus de la production en grains, les paramètres dendrométriques (hauteur et diamètre) ainsi que le poids de la biomasse ont été mesurés.

➤ **Méthodes**

La méthodologie utilisée pour l'évaluation du comportement du mil en réponse aux différents types de fertilisants appliqués s'articule autour des points suivants : le dispositif expérimental utilisé, la conduite de la culture, les mesures effectuées et le traitement des données. Le dispositif utilisé est un bloc complet randomisé ou bloc de Fisher de trois (3) répétitions. Chaque répétition contient huit (8) traitements. Chacun des traitements compte dix (10) poquets, alignés sur lesquels les apports des fertilisants ont été effectués (Figure 2). La technique d'apport est celle de micro-dose qui consiste à placer le fertilisant au pied de la plante (Tableau1).

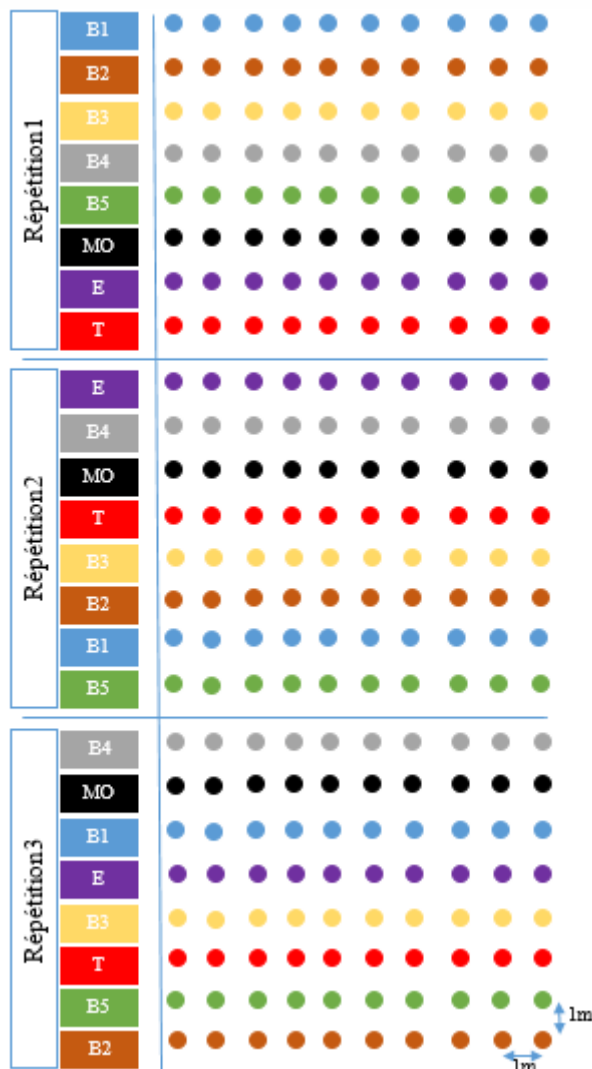


Figure 1. Schéma du dispositif expérimental

Tableau 1. Doses de fertilisants appliqués

Traitements	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	MO	E		T
							N	NPK	
Doses/Poquet (Kg)	1,64	2,46	3,28	4,1	4,92	1,75	0,001	0,006	0

B₁ : 1^{ère} dose de boue ; B₂ : 2^{ème} dose de boue ; B₃ : 3^{ème} dose de boue ; B₄ : 4^{ème} dose de boue ; B₅ : 5^{ème} dose de boue ; MO : Fumure organique ; E : Engrais chimique (N : Azote, NPK₁₅₋₁₅₋₁₅ : Azote + Phosphore + Potassium ; T : témoin.

La comparaison des moyennes par le test de Newman-Keuls au seuil de 5% est réalisée à l'aide du logiciel GenStat 9th version. Les représentations

graphiques (tableaux et histogrammes) ont été réalisées à l'aide des logiciels Microsoft (Excel et Word version 2016).

Résultats

Hauteur des tiges et longueurs des épis

La figure 3 montre la variation des hauteurs et des longueurs des parties végétatives. Les dimensions des tiges et des épis ont varié en fonction des types et doses des fertilisants appliqués. L'analyse des données croisées issues des sites expérimentaux a permis de faire une classification des traitements. Ainsi, les traitements avec la matière organique (MO) et l'engrais chimique (E) ont obtenu les meilleures hauteurs de tiges principales (HTP) et longueurs des épis principaux (LEP). Les plus faibles valeurs de ces deux paramètres ont été enregistrées avec les traitements ayant reçu respectivement les B₂, B₅ et le témoin (T) n'ayant reçu aucun apport.

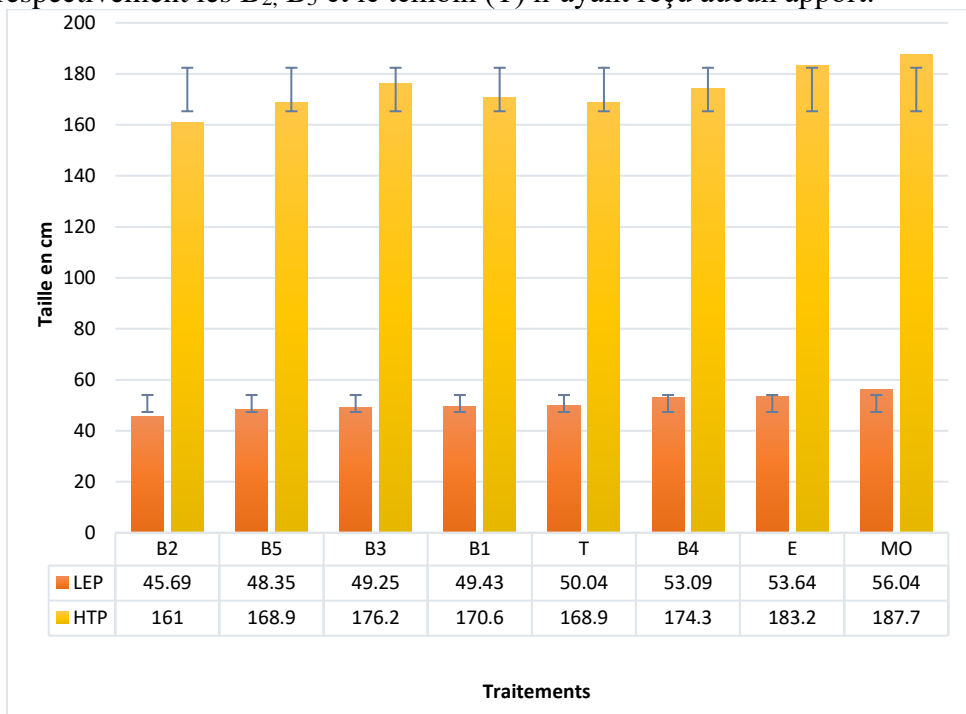


Figure 2. Hauteur moyenne des tiges principales et longueur moyenne des épis

Diamètres des tiges et des épis

Le diamètre de la tige principale a été relevé au même moment que le diamètre de l'épi sur des plantes au stade de maturité à la récolte au niveau de l'ensemble des poquets de chaque traitement (Figure 4). Ainsi, les valeurs moyennes des diamètres des tiges principales ont varié de 1,41 cm pour le témoin à 1,56 cm pour traitement B₄. Avec ces faibles écarts de valeurs de diamètres de tiges, l'analyse statistique a montré qu'il n'y a pas de différence

significative entre les traitements ($P < 0,469$). En ce qui concerne le diamètre des épis principaux (DEP), il varie de 2,24 à 2,51 cm respectivement pour le traitement témoin (T) et le traitement avec la matière organique (MO). L'analyse de variance par le test de Newman-Keuls n'a pas mis en évidence une différence significative entre les traitements au seuil de 5% ($P < 0,109$).

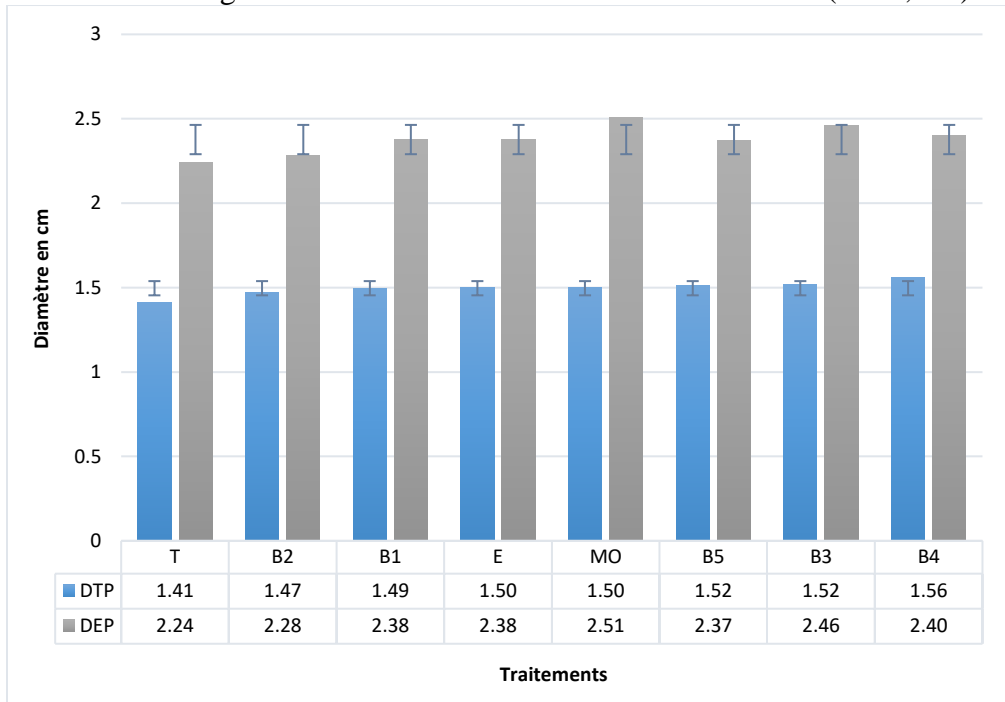


Figure 4. Diamètre des tiges et des épis

Biomasse

Les poids secs des pailles et des épis, après récolte et séchage au soleil, ont servi à la détermination de la biomasse. Cette biomasse était totale parce que la plante entière a été dessouchée, séchée et pesée. L'évaluation a été faite par poquet, ensuite par traitement, puis extrapolée à l'hectare. L'analyse des données a montré que les variations des quantités n'étaient pas statistiquement significatives au seuil de 5% ($P < 0,063$). Cela suppose que les biomasses de tous les traitements sont égales entre elles (Figure 5).

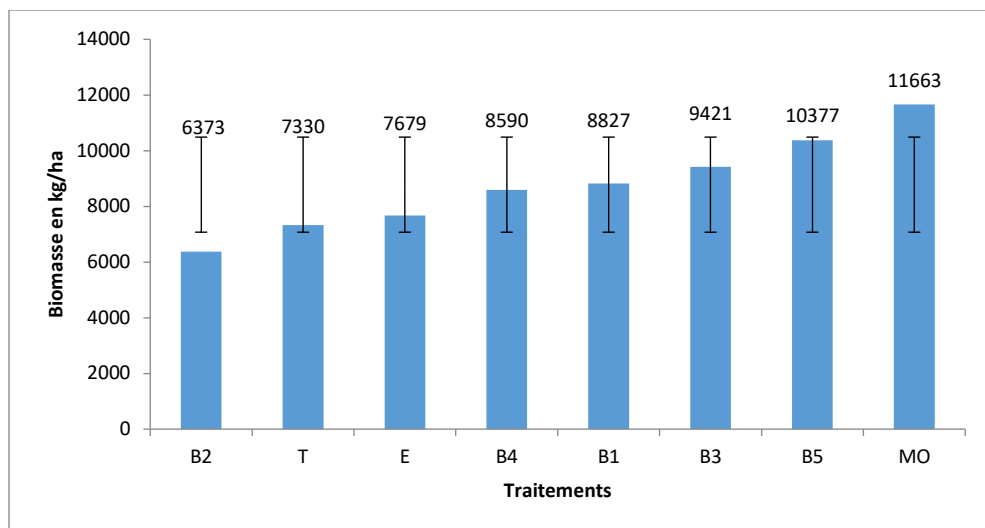


Figure 5. Biomasse

Nombre d'épis

Le nombre d'épis varie en moyenne de 5,13 à 6,99 épis/poquet respectivement pour les traitements B₂ et MO (Figure 6). Malgré l'écart élevé entre les traitements, l'analyse n'a pas mis en évidence une différence significative au seuil de 5% mais les traitements MO, B₅ et B₃ semblent plus favorables que les autres.

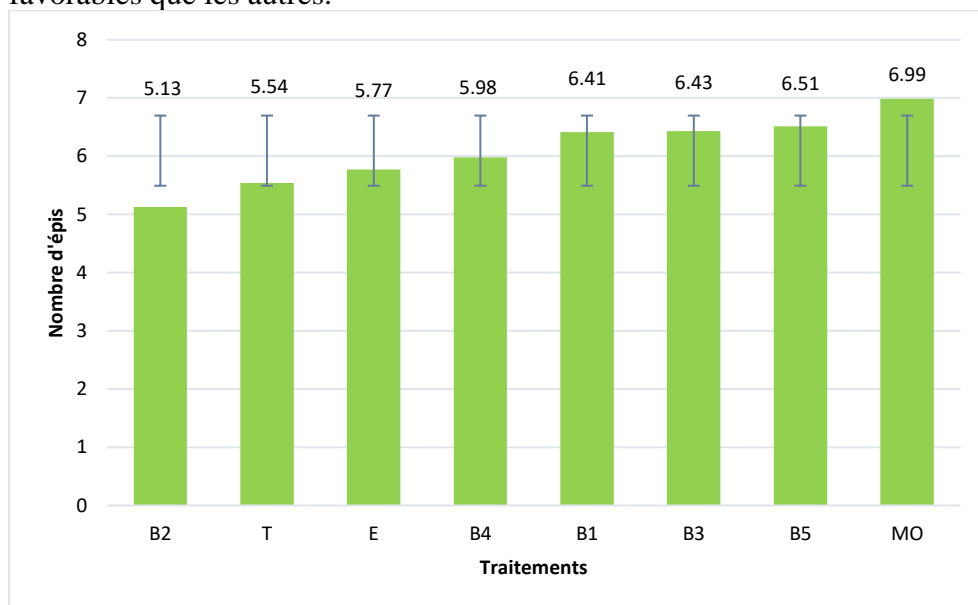


Figure 6. Nombre moyen d'épis

Rendements en graines

Dans les zones où le mil est cultivé pour la consommation humaine, la production en graine est de loin l'aspect qui intéresse les producteurs. Dans le cadre de cette étude, les rendements en graines ont varié de 1184 à 2433 kg/ha respectivement pour B₂ et MO. La comparaison des moyennes par le test de Newman-keuls au seuil de 5% a mis en évidence une différence significative entre les traitements ($P < 0,027$). Cela montre que tous les traitements sont égaux entre eux, excepté MO qui était supérieur à B₂ (Figure 7).

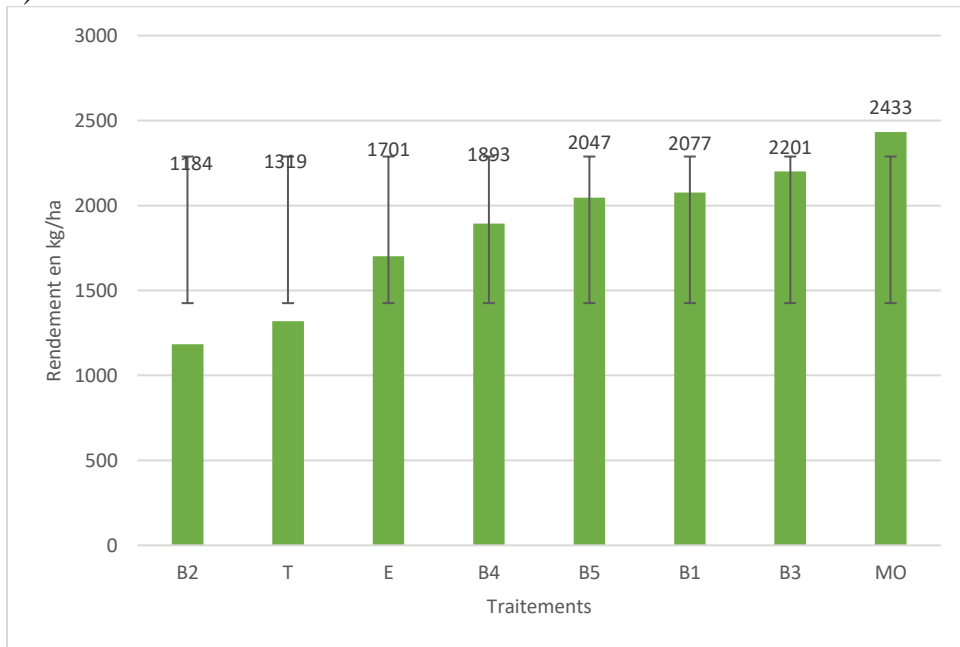


Figure 7. Rendements en graines

Discussion

Le suivi des paramètres de croissance a montré une sensibilité des plantes aux différents types de fertilisants apportés (boue, engrais chimiques et fumure organique). L'observation, la mesure et l'analyse des données ont permis de déceler des différences significatives entre certains paramètres. S'agissant de la hauteur des tiges principales (HTP), elle a significativement varié en fonction des traitements ($P < 0,018$). Les plantes fertilisées avec la matière organique et l'engrais chimique étaient les plus longues. Ces plantes ont également fourni les plus longs épis en dépassant significativement les autres traitements ($P < 0,001$). Ce qui corrobore le résultat de Boutmedjet et *al.* (2015), qui avait obtenu une hauteur des plantes d'orge significativement variable entre les traitements et qui augmentait proportionnellement avec la dose de boue épandue. La variation de croissance peut être due au fait que

les quantités d'éléments fertilisants prélevées par les cultures diffèrent. En ce sens, Jemali *et al.* (1998) avait constaté que les quantités d'azote de boue prélevées par le ray grass italien diffèrent d'un sol à l'autre et d'une dose à l'autre. S'agissant du diamètre, les valeurs ont subi une légère variation. L'analyse de variance a montré que les plus faibles DTP et DEP étaient obtenus pas le témoin T secondé par B₂. Et, les plus grands par B₄ pour DTP, et MO pour DEP, mais tous secondés par le traitement B₃. Alors, c'était la dose de boue B₃ qui permet de concilier les meilleures des deux diamètres (DTP et DEP). La DTP ($P < 0,469$) et la DEP ($P < 0,109$) n'ont pas été significativement influencées par les traitements.

Quant au nombre d'épis, il n'a pas été sensible aux différents fertilisants appliqués. Bien qu'il ait significativement varié en fonction des sites, au sein d'un même site les nombres d'épis étaient très proches de sorte qu'aucune différence n'a été décelée. Mais, MO et B₅ semblaient être les meilleurs traitements favorisant la multiplication de nombre d'épis.

S'agissant de la biomasse, elle a aussi varié en fonction des traitements ou types de fertilisants apportés mais la différence n'était pas significative. Les plus grandes quantités ont été obtenues par MO (11663 kg/ha), B₅ (10377 kg/ha) et B₃ (9421 kg/ha) et les plus petites par B₂ (6373 kg/ha) et le témoin T (7330 kg/ha). En tenant compte du rendement en grains et de la biomasse, la MO a été le meilleur traitement suivi des quatre (4) doses de boues (B₃, B₅, B₁ et B₄), puis de E, B₂ et T. Ce qui est en désaccord avec Jemali *et al.* (1998) pour lesquels le traitement minéral dépasse largement ceux des différentes doses des boues. A l'instar du rendement en grains, l'augmentation de la biomasse ne suivait pas celle des doses de boues. Cela est également en désaccord avec Boutmedjet *et al.* (2015) qui avaient obtenu des quantités de biomasse qui augmentaient quand la dose de boue s'élevait.

Le rendement en grain du mil est le paramètre qui intéresse le plus les producteurs. Les importants rendements moyens ont été obtenus sur les différents sites mais ces rendements varient en fonction des années. Cette variation inter annuelle pourrait être liée à la pluviométrie. En effet, l'année 2020 a enregistré, à Niamey, un cumul pluviométrique de 657,9 mm dépassant l'année 2021 ayant enregistré 533,6 mm (relevés pluviométriques de l'IRI/Université Abdou Moumouni). Le sahel étant une zone de culture à risque (Bezançon *et al.*, 2003), sa pluviométrie varie fortement en fonction des années. Ces quantités ont également varié en fonction des types de fertilisants appliqués. La MO (2433 kg/ha) a obtenu le plus grand rendement suivi de B₃ (2201 kg/ha) et B₁ (2077 kg/ha). Et, le traitement le moins favorisé en termes de rendement en grain était B₂ (1184 kg/ha), suivi de T (1319 kg/ha). La quasi-totalité des traitements (B₁, B₃, B₄, B₅, E et MO) a donné des rendements en grains supérieurs au témoin. Ce qui corrobore le

résultat d'Aomar (1994) qui disait que l'épandage de boue sur la production de pommes de terre révèle un accroissement significatif des rendements. Par contre, ces résultats étaient en désaccord avec ceux de Jemali *et al.* (1998) et Boutmedjet *et al.* (2015) qui ont obtenu des rendements respectifs de ray grass italien et d'orge qui augmentaient de manière très marquée de la dose de boue appliquée. Ces résultats montre également que malgré la meilleure adaptation du mil à la sécheresse et à la chaleur (Allouis *et al.*, 2001), son rendement est tributaire de la fertilité de sols. Il est cependant nécessaire de diversifier les méthodes de traitement des boues pour s'adapter à l'augmentation de leur volume (Olivier et Nicolas, 2002). La valorisation de ces boues doit apporter une valeur ajoutée avec des bénéfices sur le plan environnemental, social et économique.

Conclusion

Au terme de cette étude comparative sur l'évaluation de la production du mil fertilisé par la boue, l'engrais chimique et la matière organique, on constate une variation entre les variables suivies. Par rapport aux paramètres de croissance, la HTP, la LEP, le DTP et DEP n'ont pas été significativement influencés par les types de fertilisants. Par contre, pour les paramètres de rendement, le rendement en grain du mil a varié en fonction des types de fertilisants appliqués. La matière organique (MO) a obtenu le plus grand rendement suivi de la dose de boue B₃. Les plus grandes quantités de biomasses ont été obtenues par MO, B₅ et B₃ et les plus petites par B₂ et le témoin T. En tenant compte du rendement en grains et de la biomasse, la MO a été le meilleur traitement suivi des quatre (4) doses de boues (B₃, B₅, B₁ et B₄), puis de E, B₂ et T. L'apport de boue a eu donc un effet positif sur le rendement du mil comparativement au témoin.

Remerciements

Ce travail a été réalisé grâce aux appuis techniques et financiers de la Société d'Exploitation des Eaux du Niger (SEEN) et de la Société de Patrimoine des Eaux du Niger (SPEN), nous leur remercions pour l'intérêt accordé à la problématique de protection de l'environnement. Nous remercions également Dr Adamou MAHAMAN MOUSTAPHA pour le choix du sujet, Pr Moussa BARAGE pour son appui dans l'élaboration du dispositif expérimental et l'ensemble des co-auteurs pour leurs participations aux travaux.

References:

1. Allouis, S., Lindup, X.Qi.S., Gale M.D. & Devos, K.M. (2001). Construction of a BAC library of pearl millet, *Pennisetum glaucum*. *Theor Appl Genet*, 102 : 1200-1205.

2. Aomar, B. (1994). Caractérisation et valorisation agricole des boues résiduaires de Draa Ben Khedda (Algérie). *Cahiers Agricultures*, 3 : 295-9.
3. Bezançon, G., Vigouroux, Y., Mariac, C., Benoît, L. Pham, J.L., Luxereau, A., Allinne, C., Guengant, J.P., Kapran, I et Mamadou, M.A., Sagnard, F., Deu, M., Chantereau, J. Ndjeunga, J., Bissala, H.Y., Gérard, B. & Amoukou, I. (2003). Evolution de la diversité du mil et du sorgho cultivés au Niger entre 1976 et 2003: Influence des facteurs naturels et anthropiques. Institut de recherche pour le développement (IRD). 1p.
4. Boutmedjet, A., Boukaya, N., Houyou, Z., Ouakid M.L & Bielder, S. (2015). Etude des effets de l'application de boues d'épuration urbaines sur un sol érode cultivé dans la région de Laghouat. *Revue des Régions Arides*, Numéro special-n°36, vol (1): 235-246.
5. Buerkert, A., Bationo, A. & Piepho, H.-P. (2001). Efficient phosphorus application strategies for increased crop production in sub-Saharan West Africa. *Field Crops Research* 72 (2001) 1-15.
6. Dutordoir, C.D. (2006). Impact de pratiques de gestion de la fertilité sur les rendements en mil dans le Fakara (Niger). Mémoire, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, 214 p.
7. FAO. (2000). Production yearbook. Food and Agricultural Organization, Rome. Alimentation et agriculture. Production et santé animales par J.W. Czerkawski, J.D. Dargie, L. E. Edqvist, M.C.N. Jayasuriya. FAO.
8. FAO. (2017). FAOSTAT (2003).
9. FAO. (2021). Niger/Moyen d'existence agricoles et sécurité alimentaire dans le cadre de la covid-19:rapport de suivi, mai 2021. Rome, 66p.
10. Hamadou, M., Soumana, I., Chaïbou, M., Souleymane, O. & Kindomihou, V. (2017). Potentialités fourragères du mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br) : Revue de littérature. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 34(2): 5424-5447.
11. Jemali, A., Soudi, B. & Berdai, H. (1998). Valorisation agricole des boues résiduaires: Valeur fertilisante et leur Impact sur les sols. In Proceeding of 13th International Congress on Agricultural Engineering, Vol I: *Land and Water Use*, Rabat, Maroc, 16p.
12. Kadri, A., Halilou, H. & Karimou, I. (2019). Culture du mil [*Pennisetum glaucum* (L) R. Br] et ses contraintes à la production : une revue. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13(1): 503-524.
13. MA. 2012. Catalogue National des Espèces et Variétés Végétales (CNEV). Ministère de l'Agriculture/République du Niger, 276p.

14. Olivier, B. & Nicolas, R. (2002). La valorisation des boues issues de stations d'épuration par des procédés thermo-chimiques : les procédés de gazéification, une alternative dans le traitement des boues. Réalité et perspectives. IUT de Marseille, l'eau, l'industrie, les nuisances. n° 247. 10p.
15. Saïdou, A. (2011). Etude moléculaire, évolution et caractérisation de gènes impliqués dans l'adaptation du mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] aux changements climatiques. Thèse de doctorat, Montpellier Sup Agro, Montpellier, 236p.
16. Soler, C.M.T., Maman, N., Zhang, X., Mason, S.C. & Hoogenboom, G. (2008). Determining optimum planting dates for pearl millet for two contrasting environments using a modeling approach. *Journal of Agricultural Science*, 146: 445-459.
17. Soumana, I. (2001). Bilan diagnostic sur la production du mil et du Sorgho au Niger. Initiative pour le développement des mils et sorghos en Afrique de l'Ouest et du Centre: Un pilotage par l'aval", www.hubrural.org/IMG/pdf/mil-sorgho-niger.pdf.
18. Tougiani, A., Yayé, A., Abdoul-Habou, Z., Adamou, A.I. & Adam, T., 2013. Influence des Parcs agro-forestiers à *Piliostigma reticulatum* sur l'infestation des plants de mil par les insectes floricoles et *Coniesta ignefusalis* (Hmps) (Lépidoptère: Pyralidae) dans la zone d'Aguié au Niger. *Journal of Applied Biosciences*, 66: 5140–5146.