



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

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

***Ibrahim Soumaïla Siddo***

***Mahaman Moustapha Adamou***

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

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

***Djibril Idrissa Guisso Maïga***

***Moussa Barage***

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

***Mahamadou Boubacar Kourido***

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

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

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n24p55](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n24p55)

Submitted: 14 May 2023  
Accepted: 20 August 2023  
Published: 31 August 2023

Copyright 2023 Author(s)  
Under Creative Commons CC-BY 4.0  
OPEN ACCESS

*Cite As:*

Soumaïla Siddo I., Adamou M.M., Idrissa Guisso Maïga D., Barage M. & Boubacar Kourido M. (2023). *Production du Mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] sur des Sols Enrichis par la Boue Résiduaire, la Fumure Bovine et l'Engrais Chimique NPK* European Scientific Journal, ESJ, 19 (24), 55. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n24p55>

### **Résumé**

La croissance rapide de la population, l'augmentation des besoins en aliment 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 élément fertilisant, 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. Cinq traitements avec des doses croissantes de boues, un traitement de fumure bovine, un traitement

d'engrais chimique (NPK\_15-15-15) et un traitement témoin sans apport. Les paramètres mesurés sont la Hauteur des tiges, la longueur des épis, le diamètre des tiges et des épis, la biomasse, le nombre d'épis et le rendement en graines. Les résultats de cette étude comparative 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. Ils montrent également que la dose de boue B3 a permis de concilier les meilleurs rendements en grain et en biomasse de mil, il est de ce fait considéré comme le meilleur traitement dans le cadre d'une valorisation de ces boues en culture pluviale.

---

**Mots-clés:** Mil, rendement, boue, fumure bovine, NPK, Niamey

---

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

*Ibrahim Soumaïla Siddo*

*Mahaman Moustapha Adamou*

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

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

*Djibril Idrissa Guisso Maïga*

*Moussa Barage*

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

*Mahamadou Boubacar Kourido*

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

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

---

### **Abstract**

Rapid population growth, increasing food requirements, and the loss of fertility in agricultural soils are prompting reflection on alternative means of sustainable production. Waste sludge from the Goudel drinking water treatment plant (Niamey) was tested on millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.], given its richness in fertilizing elements. The experimental set-up used was a randomized complete block with three replicates and eight treatments. Five treatments with increasing doses of sludge, one treatment of bovine

manure, one treatment of chemical fertilizer (NPK\_15-15-15), and one control treatment with no input. The parameters measured were stem height, ear length, stem and ear diameter, biomass, number of ears, and seed yield. The results of this comparative study show that grain yields obtained with sludge as fertilizer are higher (66.87%) than those obtained on unamended soils. They also show that the B3 sludge dose was able to reconcile the best grain and millet biomass yields, and is therefore considered the best treatment for rainfed sludge utilization.

---

**Keywords:** Millet, yield, sludge, Cow manure, NPK, Niamey

## Introduction

Le mil [*Pennisetum glaucum*.(L.) R. Br.] occupe une place importante dans la production céréalière mondiale. Les pays en développement (surtout en Afrique et en Asie) produisent 94 % de la production mondiale du mil (FAO et ICRISAT, 1997). Au Niger, le mil est produit sur plus de 65% de la superficie emblavée (Tougiani et al., 2013 ; Kadri et al., 2019). Il 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 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 de 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 (2535 ppm de phosphore total, 2,108 ppm de phosphore assimilable, 1,68% de carbone, 2,89% de matière organique oxydable et 0,21% d'azote), 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, fumier (fumure bovine) et l'engrais chimique (NPK 15-15-15).

### ➤ Matériel

Les essais ont été réalisés à la Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni et au village de Kongou Tonkado dans l'arrondissement communal<sup>3</sup> de Niamey au Niger. L'expérimentation a été conduite durant les saisons pluvieuses 2020 et 2021. La variété utilisée est le HKP (Haini Kirey

Précoce) (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 0,1g), pour mesurer respectivement la longueur, le diamètre et le poids. Les trois types de fertilisants apportés sont la boue, la fumure de vache et l'engrais chimique. Les deux derniers avaient déjà des effets positifs prouvés sur les cultures. L'utilisation de la boue, eu égard à sa composition (Tableau 1), en comparaison avec les autres fertilisants, permet de mesurer ses effets sur le rendement.

**Tableau 1.** Composition des fertilisants appliqués (Soumaïla, 2022)

Boue							Engrais chimique		
pH	CE	Pt	Pa	C	MO	N	N	P	K
5,7	0,222 ms/cm	2535 ppm	2,108 ppm	1,68%	2,89%	0,21%	15%	15%	15%



**Figure 1.** Semence et plants de la variété du mil HKP (SONICOSEM, 2023)

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). Chaque traitement se trouve sur trois (3) lignes réparties entre les trois (3) répétitions. La technique d'apport est celle de micro-dose qui consiste à placer le fertilisant au pied de la plante (Tableau2). Etant donné que les plants sont écartés de 1 m sur 1 m, ce qui correspond à 10 000 poquets/hectare, la formule suivante a été utilisée pour déterminer la moyenne par poquet. L'utilisation de cette moyenne par extrapolation a permis d'avoir le rendement à l'hectare.

$$\text{Rdt} = \frac{(pR_1 + pR_2 + pR_3)}{ntp} \times 10\,000$$

Rdt : rendement,  $pR_1$  : poids des 10 poquets du traitement n dans  $R_1$ ,  $pR_2$  : poids des 10 poquets du traitement n dans  $R_2$ ,  $pR_3$  : poids des 10 poquets du traitement n dans  $R_3$ , ntp : nombre total de poquets du traitement n dans  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$ . 10000 : nombre de poquet à l'hectare.

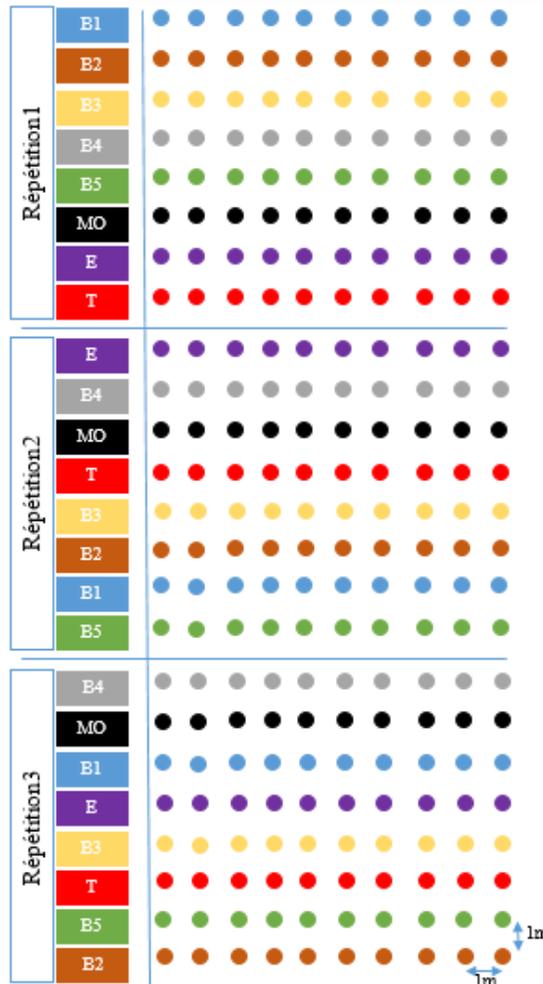


Figure 2. Schéma du dispositif expérimental (Soumaïla, 2022)

Tableau 2. Doses de fertilisants appliqués (Soumaïla, 2022)

Traitements	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	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

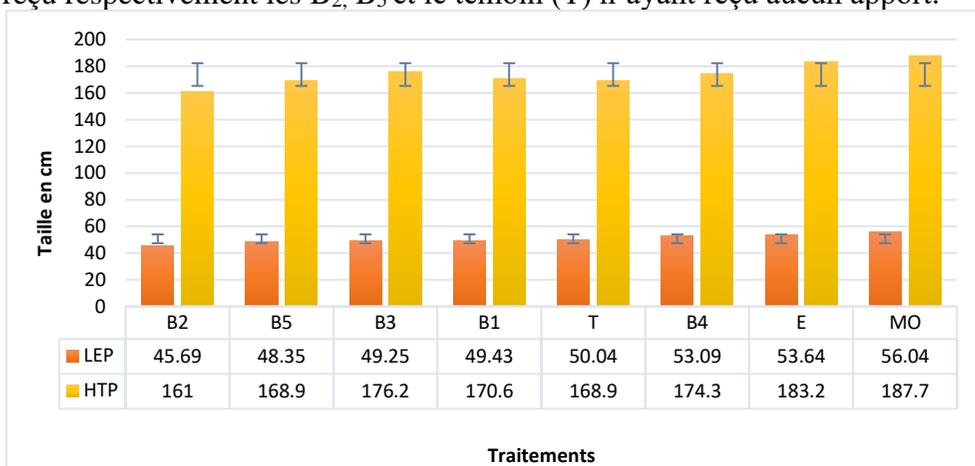
B<sub>1</sub> : 1<sup>ère</sup> dose de boue ; B<sub>2</sub> : 2<sup>ème</sup> dose de boue ; B<sub>3</sub> : 3<sup>ème</sup> dose de boue ; B<sub>4</sub> : 4<sup>ème</sup> dose de boue ; B<sub>5</sub> : 5<sup>ème</sup> dose de boue ; MO : Fumure organique ; E : Engrais chimique (N : Azote, NPK<sub>15-15-15</sub> : 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 9<sup>th</sup> version. Les représentations graphiques (tableaux et figures) sont réalisées à l'aide des logiciels Microsoft (Excel et Word version 2016).

## Résultats

### Hauteur des tiges et longueur des épis

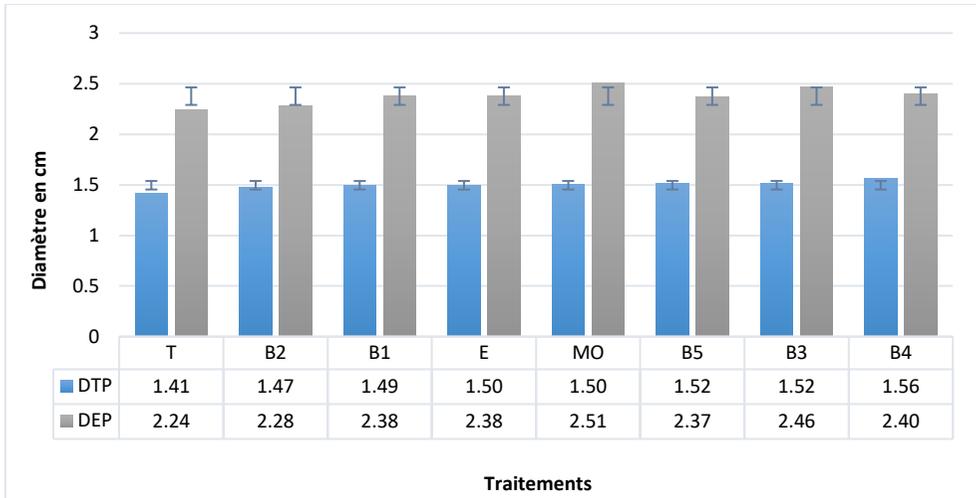
La figure 3 montre la variation des hauteurs et des longueurs des parties végétatives. Les dimensions des tiges et des épis ont varié en fonction des types et doses des fertilisants appliqués. L'analyse des données croisées issues des sites expérimentaux a permis de faire une classification des traitements. 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 Epis Principaux (LEP). Les plus faibles valeurs de ces deux paramètres ont été enregistrées avec les traitements ayant reçu respectivement les B<sub>2</sub>, B<sub>5</sub> et le témoin (T) n'ayant reçu aucun apport.



**Figure 3.** Hauteur moyenne des tiges principales et longueur moyenne des épis (Soumaïla, 2022)

### Diamètres des tiges et des épis

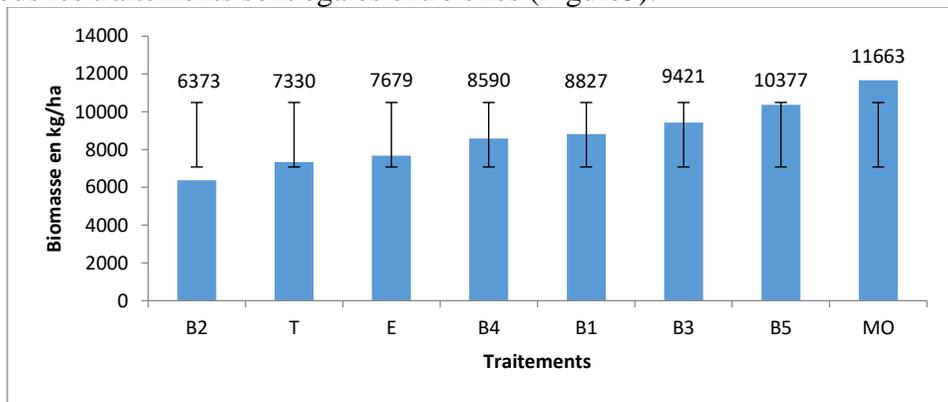
Le diamètre de la tige principale a été relevé au même moment que le diamètre de l'épi sur des plantes au stade de maturité à la récolte au niveau de l'ensemble des poquets de chaque traitement (Figure 4). Ainsi, les valeurs moyennes des diamètres des tiges principales ont varié de 1,41 cm pour le témoin à 1,56 cm pour le traitement B<sub>4</sub>. 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 Epis 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 (Soumaïla, 2022)

### 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 (Figure5).



**Figure 5.** Variation de la biomasse (Soumaïla, 2022)

### Nombre d'épis

Le nombre d'épis varie en moyenne de 5,13 à 6,99 épis/poquet respectivement pour les traitements B<sub>2</sub> 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, B<sub>5</sub> et B<sub>3</sub> semblent plus favorables que les autres.

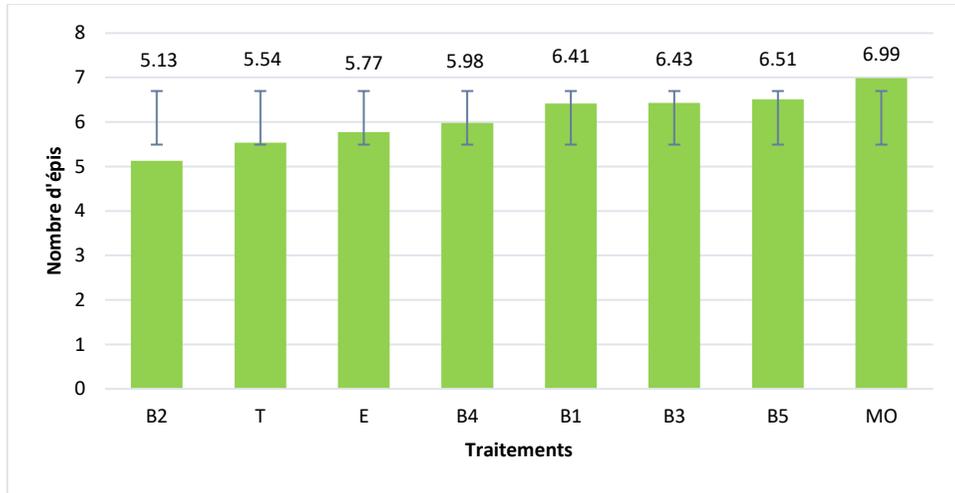


Figure 6. Nombre moyen d'épis (Soumaïla, 2022)

### 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 B<sub>2</sub> 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 B<sub>2</sub> (Figure 7).

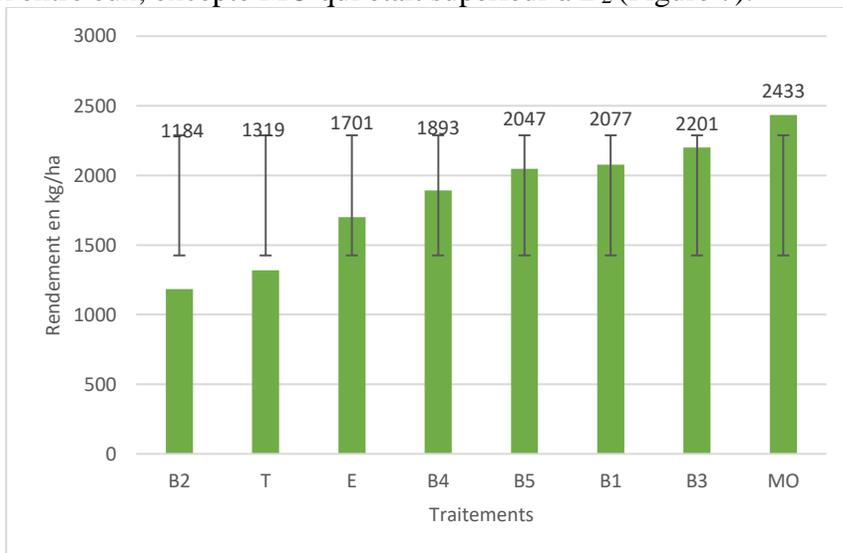


Figure 7. Rendements en graines (Soumaïla, 2022)

## 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 traitements (le traitement MO est meilleur que celui de B<sub>2</sub> en termes de rendement en graine). 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, significativement meilleur que 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 par le témoin T secondé par B<sub>2</sub>. Et, les plus grands par B<sub>4</sub> pour DTP, et MO pour DEP, mais tous secondés par le traitement B<sub>3</sub>. Alors, c'était la dose de boue B<sub>3</sub> 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 proches de sorte qu'aucune différence n'a été décelée. Mais, MO et B<sub>5</sub> 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), B<sub>5</sub> (10377 kg/ha) et B<sub>3</sub> (9421 kg/ha) et les plus petites par B<sub>2</sub> (6373 kg/ha) et le témoin T (7330 kg/ha). En tenant compte du rendement en grain et de la biomasse, la MO a été le meilleur traitement suivi des quatre doses de boues (B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>1</sub> et B<sub>4</sub>), puis de E, B<sub>2</sub> 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. À 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'élève.

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 interannuelle 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'Institut des Radios Isotopes situé au sein de l'Université Abdou Moumouni). Le Sahel étant une zone de culture à risque (Bezançon *et al.*, 2003), sa pluviométrie varie 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 B<sub>3</sub> (2201 kg/ha) et B<sub>1</sub> (2077 kg/ha). Et, le traitement le moins favorisé en termes de rendement en grain était B<sub>2</sub> (1184 kg/ha), suivi de T (1319 kg/ha). La quasi-totalité des traitements (B<sub>1</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub>, 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 marquée de la dose de boue appliquée. Ces résultats montrent 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 B<sub>3</sub>. Les plus grandes quantités de biomasses ont été obtenues par MO, B<sub>5</sub> et B<sub>3</sub> et les plus petites par B<sub>2</sub> 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 doses de boues (B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>1</sub> et B<sub>4</sub>), puis de E, B<sub>2</sub> 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.

**Conflit d'intérêts :** Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

**Disponibilité des données :** Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

## 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*. *Theoretical and Applied Genetics*, 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, 214p.
7. FAO et ICRISAT. (1997). L'économie Mondiale du Sorgho et du Mil : Faits, Tendances et Perspectives.

8. 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.
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 thermochimiques : 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. SONICOSEM (2023). Société Nigérienne de Conditionnement et vente de Semences. <http://connectuemoa.com/shop/product/ne-son-mi-hk-sa-200-mil-hkp-sonicosem-sachet-de-200g-95>
18. Soumaïla, S.I. (2022). Caractérisation et étude alternative de valorisation des boues issues de l'usine de production d'eau potable de Goudel dans la ville de Niamey (Niger), Thèse de doctorat, Université Abdou Moumouni, Niamey, 219p.
19. 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](http://www.hubrural.org/IMG/pdf/mil-sorgho-niger.pdf).
20. 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.