



International Journal of Natural Resources and Environment

Journal home page: <https://ijnre.univ-adrar.dz>
ISSN 2710-8724



Effet des boues résiduaires sur la fertilité du sol et sur la production du blé dur (*Triticum durum* L.)

Sonia Boudjabi^{1*}, Samira Malki², Amel Benbott²

¹Faculté des sciences exactes et sciences de la nature, Département des êtres vivants, Université de Tébessa, Laboratoire RNAMS Université d'Oum el Bouaghi, Laboratoire Eau et environnement, Université de Tébessa. soniabeida@yahoo.fr

²Faculté des sciences exactes et sciences de la nature, Département de Biologie. Université d'Oum el Bouaghi

* Corresponding author: soniabeida@yahoo.fr (S. Boudjabi)

Article details: Received: 24 March 2022, Revised: 05 November 2022, Accepted: 09 December 2022

Résumé:

Dans l'objectif d'étudier l'effet de la boue résiduaire sur le blé dur (*Triticum durum*). Une expérimentation est menée au niveau de la faculté des sciences et sciences exactes de l'Université de Tébessa. L'expérimentation a été faite sous serre en verre dans des pots semblables en plastiques. Le traitement boue comporte trois niveaux de fertilisation (20t/ha ; 50t/ha et 100t/ha de boue) en plus d'un niveau témoin = zéro fertilisation ; on rajoute à ces quatre niveaux un cinquième qui se résume à une fertilisation par une fumure minérale l'Urée avec une dose de 35kg/ha d'urée.

Les résultats concluent à une bonne amélioration des propriétés de fertilité du sol. On obtient une augmentation significative dans la teneur du carbone et aussi la conductivité électrique, cependant on remarque une légère diminution du pH. Le blé dur présente une bonne croissance qui se voit dans le bon développement des feuilles et le volume racinaire avec aussi une augmentation dans la biomasse aérienne.

Mots clés : Boue résiduaire, *Triticum durum* L, surface foliaire, biomasse, fertilité, sol.

Abstract:

In order to study the effect of sewage sludge on durum wheat (*Triticum durum*). An experiment is being conducted at the Faculty of Sciences and Exact Sciences of the University of Tebessa. The experiment was done in a glass greenhouse in similar plastic pots. The sludge treatment includes three levels of fertilization (20t/ha; 50t/ha and 100t/ha of sludge) in addition to a control level = zero fertilization; a fifth is added to these four levels which comes down to fertilization with mineral urea fertilizer with a dose of 35kg/ha of urea.

The results show a good improvement in soil fertility properties. A significant increase in the carbon content and also the electrical conductivity is obtained, however a slight decrease in the pH is noticed. Durum wheat shows good growth which is seen in the good development of leaves and root volume with also an increase in aerial biomass.

Keywords: Sludge, *Triticum durum* L, leaf area, biomass, fertility, soil.

1. Introduction

En Algérie, de grandes parties des terres sont caractérisées par une forte érosion et une dégradation du sol qui rend l'installation et le développement de la végétation très difficile. Les conditions climatiques très difficiles limitent le développement du blé qui, est une plante très consommée dans le nord méditerranéen.

L'utilisation des restes tels que la boue d'épuration dans le domaine d'agriculture apparait comme une alternative attrayante pour augmenter la production, conserver les sols et réduire les effets du déficit hydrique. Plusieurs chercheurs [1] ont montré à travers leurs expérimentations l'apport bénéfique des boues résiduaires sur la restructuration des propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol et aussi sur l'amélioration des rendements de cultures [2]. L'objectif de cette étude est de démontrer la réponse du sol à des traitements de fertilisations par des doses croissantes de boues résiduaires. Etudier aussi, l'effet de la boue sur la production du blé dur. On s'attendra à avoir une amélioration linéaire aux doses de boues appliquées qui touchera les paramètres de fertilité associés au sol et aussi la plante

2. Matériels et méthodes

2.1. Localisation de l'essai

Dans l'objectif d'étudier l'effet des boues résiduaires sur le blé et sur les caractéristiques du sol, une expérimentation est menée sous serre plastique au niveau du département de biologie de la faculté des sciences exacts et sciences de la nature de l'Université de Tébessa. L'expérimentation consiste à amender le sol par des doses croissantes de boues résiduaires et étudier les paramètres de fertilité du sol et aussi, le comportement du blé dur suite à cette fertilisation.

2.2. Dispositif expérimental

Expérimentation a été faite dans des pots en plastiques semblables de 3Kg de contenance. Les pots reçoivent des amendements de boues résiduaires en quatre doses (témoin = zéro fertilisation, dose BI=20t/ha, BII= 50t/ha, BIII=100t/ha. A tous ces niveaux de fertilisation boue est ajouté un cinquième niveau de fertilisation représenté par une fumure minérale "Urée" avec une dose de 35kg/ha. Après l'apport des boues et l'urée on a semé dans chaque pot 4 graines de blé dur (*Triticum durum*) variété waha. Les pots une fois arrosés, ils sont mis dans la serre. Au cours de l'expérimentation tous les pots sont irrigués à la capacité aux champs, qui est déterminée au début de l'expérimentation. Le sol et la boue résiduaire ramenée de la station d'épuration de Ain sfiha, Sétif est une boue active. Le sol et la boue résiduaire utilisés ont subi une analyse au laboratoire de la faculté. Les caractéristiques figurent dans le tableau. 1.

Tableau.1 Les caractéristiques du sol et la boue résiduaire

Eléments	Sol	Boues
C total (%)	1.2	28.7
N total (%)	3.85	7.98
P total (%)	2.64	17.44
pH	7.23	7.88
CE ms/cm	0.223	1.38
NO ₃ ⁻		
Type de sol	Limono argileuse	-

C= Carbone total, N= Azote total, P= Phosphore total, CE =Conductivité électrique, NO₃⁻= Nitrates

2.3. Les paramètres étudiés de la plante

2.3.1. La surface foliaire

La surface foliaire est estimée selon la méthode de [3]. La méthode consiste à placer les feuilles sur papier calque ; on les découpe. On pèse la partie du calque qui représente le poids de la feuille (PF), après on détermine par pesée le poids (pq) correspondant à une surface (Sq) connue d'un carré du même papier calque et on déduit la surface de la feuille (Sf) par la formule suivante :

$$SF= (Pf-Sq)/pq.$$

2.3.2. La biomasse

Au stade épiaison, on calcule la biomasse par une prise du poids de la partie aérienne de 3 plantes par pot, la pesée a été faite par une balance de précision. Après on rapporte la biomasse par plant en divisant par trois

2.3.2. Le volume racinaire

Les racines de chaque pot une fois lavées, elles ont été mises dans un erlen contenant un volume connu d'eau distillée. La différence entre le niveau de l'eau au temps zéro (avant immersion des racines) et après immersion correspond au volume des racines.

2.4. Les paramètres étudiés du sol

2.4.1. Dosage de carbone

Pour déterminer la teneur du sol en carbone total, on pratique une oxydation de la matière organique du sol en présence d'un oxydant très fort, le Bichromate de potassium (K₂Cr₂O₇ à 8%) en présence d'acide sulfurique concentré, puis on fait une titration du Bichromate restant avec un réducteur (sel du Mohr) (Méthode de Anne) in [4]. La différence de titration correspond à la teneur de la matière organique déduite de la formule suivante :

$$C\% = (V-V_0) \times 0.615 \times 100 / X ;$$

X : prise d'essai en gramme

V : volume de titration du témoin

V_0 : volume de l'échantillon.

2.4.2. pH du sol

20 g de sol est agité dans 50 ml d'eau distillée pendant 2h puis une fois filtré. La lecture du pH est faite avec PH mètre sur le filtrat [5].

2.4.3. La conductivité électrique (CE)

On agite 10g de sol fin dans 50ml d'eau distillée pour une durée de 1h et 30mn, après filtration la conductivité est déterminée à l'aide de conductimètre [5].

3. Résultats et Discussions

3.1. les paramètres de la plante

3.1.1. La surface foliaire

L'analyse de la variance de la surface foliaire indique un effet boue hautement significative ($F=260,82$ $P\leq 0,0001$). La surface foliaire augmente de la valeur $3,69\text{cm}^2$ pour le témoin à $8,30\text{cm}^2$ pour la dose de boue BIII. Avec les plantes amendées par l'Urée on obtient $2,13\text{cm}^2$ (Fig1). Il apparaît que, la fertilisation du sol par les boues résiduaires et l'Urée améliore le développement des feuilles des plantes. A cet effet, plusieurs auteurs [6] ont démontré l'effet bénéfique de l'application des boues résiduaires sur différentes cultures ; aussi son utilisation comme source nutritionnelle pour les plantes.

La boue résiduaire est riche en élément azote qui est un minéral important dans le développement des plantes [7]. L'azote favorise la croissance du végétal. Dans cette présente étude le coefficient de corrélation ($R^2 = 0,82$) obtenu entre la teneur des sucres et la surface foliaire sous l'effet du traitement boue montre, le rôle positif des boues sur la croissance des feuilles, ce rôle se traduit par l'accumulation des matières carbonées dans les apex des racines, ce qui favorise la formation des sucres qui, une fois accumulés, il permettent l'augmentation de l'activité et la division des cellules méristimatiques des tissus foliaires [8]. [1] trouvent que l'apport des boues résiduaires augmente les dimensions des feuilles du blé dur, ces auteurs détiennent.

Une amélioration en surface foliaire qui augmente de la valeur ($3,05\text{cm}^2$) pour le témoin à respectivement ($7,08\text{cm}^2$) et ($7,56\text{cm}^2$) pour les plantes amendées par 20t/ha et 40t/ha de boue résiduaires.

3.1.2. La biomasse

L'application de la boue résiduaire apporte une amélioration en terme de biomasse formée. L'analyse de la variance de la biomasse aérienne montre des résultats très hautement significatifs ($F=5,45$ $P\leq 0,001$). Toutes les plantes amendées par cette fumure organique améliorent leurs biomasses en comparaison avec les plantes témoins. La valeur enregistrée par les plantes témoins ($0,603\text{g/plant}$). Elle augmente à la valeur moyenne de ($1,04\text{g/plant}$) pour la dose BIII de boue, l'Urée détient $0,56\text{g/plant}$ (Fig.1).

La boue résiduaire est considérée comme un fertilisant organique très riche en tous les éléments nutritifs indispensables à la croissance de la plante, exemple le Zn, Mg, P, N... et les oligo-éléments (Cd, Cr, Ni, Pb...)[9]. Ces minéraux une fois apportés par la boue résiduaire ils sont assimilés par la plante dans sa croissance. L'amélioration est aussi attribuée à l'incorporation dans le sol des éléments assimilables (nitrates

et ammonium et phosphore) à partir des boues résiduaires [10]. Tous ces éléments favorisent la nutrition de la plante et par conséquent son bon développement.

3.1.3 Le poids racinaire

L'analyse statistique effectuée sur les racines révèle un effet hautement significatif à ($F=15,88$; $P\leq 0.001$), le volume des racines varie de la valeur (0.162cm^2) pour le témoin à (0.29cm^2) avec la plus forte dose de boue. La fumure minérale note (0.19cm^2) (Fig 1). L'augmentation du volume racinaire dans les pots traités par ce biosolid revient aux différentes composantes organiques contenues dans les boues résiduaires. Une fois intégrées dans le sol ces matières organiques forment des agrégats avec la composante minérale du sol et permettent ainsi l'amélioration de la porosité du sol, ce qui favorise le bon développement des racines [11]. Plusieurs auteurs rapportent [12] une amélioration de la porosité du sol sous l'effet des boues, ces auteurs rapportent aussi que, le sol traité par ce biosolid garde plus long temps son humidité ; cet effet permet à la végétation d'installer dans le sol un système racinaire plus développé comparativement au sol témoin.

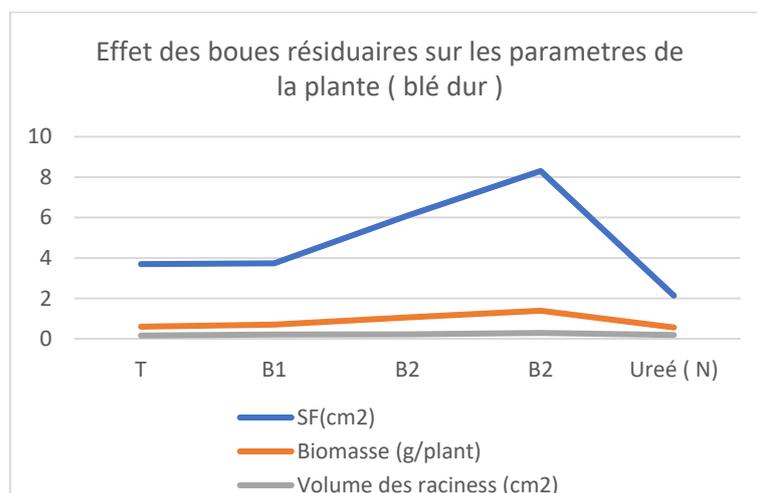


Figure 1. Effet des traitements sur les variables de la plante.

BI = 20t/ha de boue. BII = 50t/ha de boue. BIII = 100t/ha de boue. T = témoin. SF = surface foliaire.

3.2. les paramètres du sol

3.2.1. Le carbone

L'analyse de la variance montre un effet traitement boue hautement significatif ($F=17,58$ $P\leq 0.001$). Nos résultats indiquent qu'il y a une augmentation dans la teneur du carbone pour les sols traités par la boue résiduaire. On détient la valeur (1.47%) avec la dose BI (20t/h) supérieur à celle du témoin (1.16%) suivi par les valeurs (1.52%), (2.16%) respectivement chez BII (50t/h), BIII (100t/h). Pour le pots traité par l'urée on détient (1.39%) (fig.2). Dans leurs essais, [13] ont décèle dans un sol amendé par la boue résiduaire une augmentation du carbone total de la valeur (1.49%), (1.59%) et (1.93%) respectivement avec les doses (25t/ha), (50t/h) et 100t/ha) de boues. Aussi de leur côté, [14] montrent que l'application de la boue résiduaire durant des périodes successives depuis (1998-2001), induit une augmentation dans la teneur de la matière organique de 0.78mg/g à 0.91mg/g).

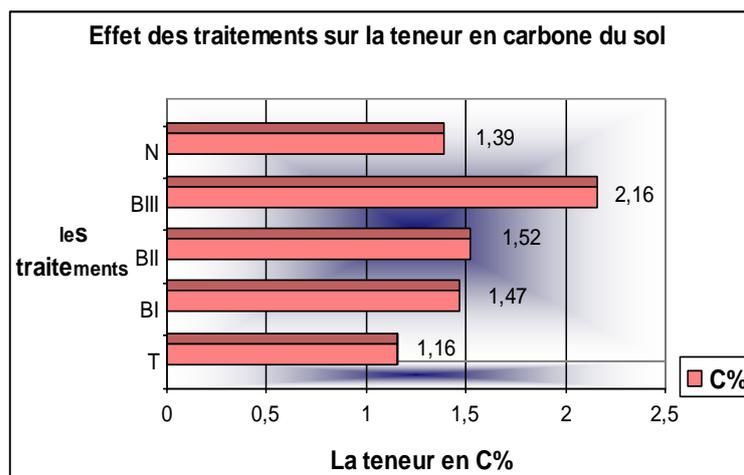


Figure 2. Effet des traitements sur le carbone du sol.

BI = 20t/ha de boue. BII= 50t/ha de boue. BIII = 100t/ha de boue. T = témoin.

3.2.2. La conductivité électrique

L'analyse statistique montre que l'effet de boue sur le sol est significatif ($F=3,25$; $P=0,05$).

On remarque que l'effet de boue sur le sol est positif, la conductivité électrique varie avec tous les doses de boues. On détient la plus haute valeur avec BIII ($0.632 \mu\text{s/cm}$), avec la dose BII ($0.605 \mu\text{s/cm}$). Le témoin enregistre la plus faible valeur ($0.545 \mu\text{s/cm}$) (Fig.3). La conductivité électrique noté pour la dose B1 ($0.54 \mu\text{s/cm}$) est la même que celle du témoin. Pour les pots traités avec l'urée on a la plus faible valeur ($0.49 \mu\text{s/cm}$). Nos résultats concordent avec les travaux [6] qui ont trouvé une augmentation dans la conductivité électrique de ($0.858 \mu\text{s/cm}$), ($0.879 \mu\text{s/cm}$) et ($0.961 \mu\text{s/cm}$) respectivement avec les doses croissantes de boue résiduaires (1kg/m^2 , 2kg/m^2 et 4kg/m^2), ces valeurs sont supérieurs en comparaison avec le témoin ($0.768 \mu\text{s/cm}$). L'augmentation de la CE dans les sols traités par la boue résiduaire est due à l'effet d'accumulation des sels solubles qui dérivent à partir de ces bio solides [12].

Concernant le pH, l'analyse statistique montre que l'effet de la boue sur le pH est hautement significatif ($F=13,42$; $P\leq 0.001$). Les résultats obtenus pour le pH indiquent qu'il y a une diminution sous l'effet des boues résiduaires. Le témoin note (7.89). Avec les traitements boues résiduaires on décèle respectivement avec les doses BI, BII, BIII les valeurs (7.51), (7.31), (7.44) (Fig.3). Selon les pH obtenus, il apparaît que le sol est neutre [15]. Pour les sols traités par l'urée on obtient une légère diminution (7.83) par rapport au témoin. Comparativement à nos résultats, [6] trouvent que l'effet de la boue avec les doses (1kg/m^2 , 2kg/m^2 et 4kg/m^2) affecte négativement le PH du sol, qui diminue en comparaison avec le témoin (8.21) respectivement aux valeurs (8.17), (7.85) (8.06). La boue une fois apportée au sol, elle stimule l'activité biologique de ce dernier et permet la dégradation et la minéralisation des matières organiques par les bactéries [16]. La minéralisation des composés organiques libère des acides organiques qui diminuent le pH du sol [17].

S. Boudjabi et al.

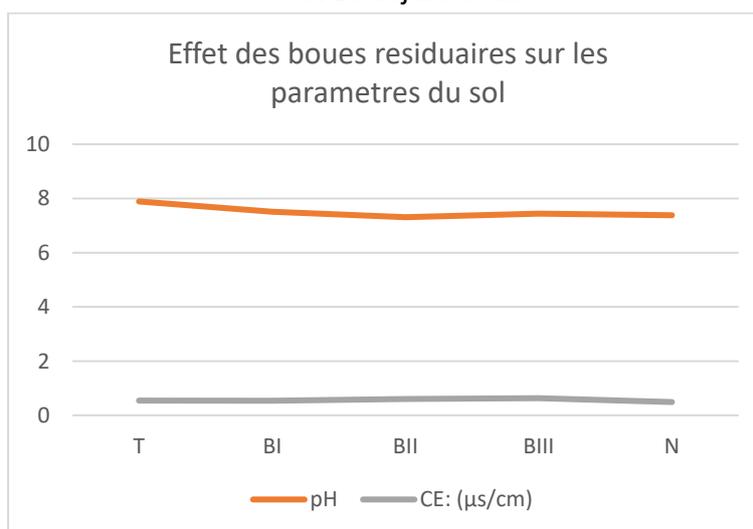


Figure 3. Effet des traitements sur le pH et la conductivité électrique

BI = 20t/ha de boue. BII= 50t/ha de boue. BIII = 100t/ha de boue. T = témoin. CE = conductivité électrique

2. Conclusion

Les résultats obtenus concluent à une amélioration des propriétés physicochimiques du sol sous l'effet des biosolids utilisés. Cet effet prometteur se répercute positivement sur le bon développement de la culture, incite à développer encore plus cette étude, en prenant en compte plusieurs autres espèces végétales, suivre aussi l'accumulation des métaux lourds pour bien cerner l'amélioration de la culture.

Remerciements

Nos sincères remerciements sont dirigés à M^{elle} Bekakria Z. qui a contribué dans la réalisation et le suivi du dispositif expérimental durant toute l'étude.

Références

- [1] S. Boudjabi, M. Kribaa, H. Chenchouni, "Performances de rendement en blé dur (*Triticum durum*): Une épée à double tranchant" *Journal de l' Université King Saud Sciences* ., vol. 31, n°.3, pp. 336-344, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2017.12.012>
- [2] S. Boudjabi, and H. Chenchouni, "On the sustainability of land applications of sewage sludge: how to apply the sewage biosolid in order to improve soil fertility and increase crop yield? ". *Chemosphere.*, vol. 282, n° 12, 131122. 2021, DOI: 10.1016/j.chemosphere.2021.131122.
- [3] M.M. Paul, C. Planchton and R. Ecochard, " Etude des relations entre le développement foliaire, le cycle de développement et la productivité chez le Soja ". *Ann amelio plants.*, vol.29, pp. 479 – 492, 1979.
- [4] J.M. Bonneau, B. Souchier, "Constituants et propriétés du sol". Tome 2, Edition, Masson, 665p. 1997.
- [5] F. Piletain, C. Mathieu, "Analyse chimique des sols. Méthodes choisies". Lavoisier, édition, TEC et DOC, pp 376, 2003.
- [6] J. Casado-Vela, S. Sellés, J.Navarro, M.A. Bustamante, J. Mataix, C. Guerrero, I. Gomez, "Evaluation of composted sewage sludge as nutritional source for horticultural soils". *Waste Management.*, vol. 26, n°. 9, pp. 946-952. 2006. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2005.07.016>

- [7] L. Binder Darren, A. Dobermann , H. Sander Donald, G. Cassman Kenneth, "Biosolides comme source d'azote pour le maïs irrigué et le sorgho pluvial", *Soil Science Society of America Journal.*, vol 66, n° 2, pp. 531-543, 2002, <https://doi.org/10.2136/sssaj2002.5310>
- [8] M. Gauthier, " Simuler la plasticité phénotypique des Poacées comme propriété émergente de processus locaux: Un modèle structure-fonction couplant la morphogénèse et le métabolisme du carbone et de l'azote", These de doctorat Université. Paris Saclay , 2021.
- [9] P. Burgos , E. Madejón , F. Cabrera, « Nitrogen mineralization and nitrate leaching of a sandy soil amended with different organic wastes ». *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, vol. 24, n° 2, pp. 175-182, 2016, <https://doi.org/10.1177/0734242X06062876>
- [10] L.Tamrabet, H. Bouzerzour, M. Kribaa, M and M. Makhoulf, "The effect of sewage sludge application on durum wheat (*Triticum durum*) ". *International Journal of Agriculture and Biology.*, vol.11, no.6, pp. 741-745, 2009.
- [11] J. C. Baudez, " *La gestion des boues résiduaires : de l'étude de la matière molle à la valorisation de la matière organique* (Doctoral dissertation, Habilitation à diriger les recherches, Université Blaise Pascal Clermont-Ferrand " . 2009
- [12] J. Esperschuetz, C. Anderson, S. Bulman, O. Lense O, J.Horswell, N. Dickinson, R. Hofmann, B.H. Robinson, Production de cultures de biomasse à l'aide de biodéchets sur des sols à faible fertilité : 1. Influence de Biodéchets sur la qualité des plantes et des sols. *Journal de la qualité de l'environnement*, vol.45, no.1960, 2016, <https://doi.org/10.2134/jeq2015.12.0596>
- [13] R. G. Courtney, G. J. Mullen, "Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types". *Bioresource Technology.*, vol.99, n°.8, pp.2913-2918, 2008, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.06.034>
- [14] M.C. Antolín, I. Pascual, C. García, A. Polo,et M. Sánchez-Díaz, "Croissance, rendement et teneur en soluté de l'orge dans les sols traités avec des boues d'épuration dans des conditions méditerranéennes semi-arides". *Recherche sur les grandes cultures.*, vol. 94, n° 2-3, pp. 224-237.2005, <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2005.01.009>
- [15] D. Baize, et M.C. Girard, *Référentiel pédologique*. Éditions Quae. 2000
- [16] D. Xue, X. Huang, "The impact of sewage sludge compost on tree peony growth and soil microbiological, and biochemical properties". *Chemosphere.*, vol.93 n°.4, pp. 583-589, 2013, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.05.065>
- [17] N. Charchar, R. Rais, and H. Ismahen, " Land Application of Sewage Sludge: Physiological and Biochemical Response of the Rio Grande Tomato". *Journal of Bioresource Management.*, Vo.7, n°. 2- 1, 2020.