

LA CONTRIBUTION DE LA BOUE RESIDUAIRE A LA FERTILITE DU SOL ET A LA PRODUCTION D'UNE PLANTE FOURRAGERE (HORDIUM VULGARE VARIETE JAIDOR. L)

THE CONTRIBUTION OF WASTE MUD TO THE FERTILITY OF THE GROUND AND THE BARLEY YIELD (HORDIUM VULGARE L.JAIDOR VARIETY)

BOUDJABI S., Centre universitaire de Tebessa soniabeida@yahoo.fr

KRIBAA M., Centre universitaire Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi kribaa2000@yahoo.fr:

TAMRABET L Centre universitaire Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi tamrabetl@yahoo.ca

Résumé : En l'absence de la matière organique d'origine végétale, la régénération du sol devient difficile et ce dernier perd sa fertilité physique et biochimique. Dans le but d'une substitution de cette matière organique par les boues résiduelles, le présent travail a porté sur l'étude comparée des propriétés physiques d'un sol cultivé en orge à double fin, aussi la contribution de cette boue à la production de cette plante fourragère.

Dans cet objectif, nous avons mené une expérimentation qui consiste en l'application des doses croissantes de boues résiduelles comparées à des apports d'azote sous forme d'urée ; ces traitements sont comparés à un témoin non fertilisé. Le suivi a été réalisé sur des variables morphologiques et physiologiques ainsi que la productivité chez l'orge. Les paramètres du sol pris en compte sont d'ordre hydro-physique : la porosité, la conductivité hydraulique et biologique : la teneur en matière organique.

Mots clés : orge, boue résiduelle, azote, hydro - physique. Rendement, biomasse

Abstract: In the absence of the organic matter of vegetable origin, the regeneration of the ground becomes difficult, and this last one, loses its physical and biochemical fertility. With the aim of a replacement of this organic matter by waste mud's, The present work concerned the study compared by the physical properties of a cultivated soil in barley at the double end, also the contribution of this mud to the production of this forage plant. In this objective, we led an experiment which consists of the application of the increasing doses of waste muds compared with contributions of nitrogen in the form of urea; these treatments are compared with a not fertilized witness.

The follow-up was realized on morphological and physiological variables, as well as the productivity to the barley also the contribution of this mud to the production of this forage plant. The parameters of the taken into account ground are of hydro-physical order: the porosity, the hydraulic conductivity, and biological: the content in organic matter.

Keywords: Barley, mud sludge, nitrogen, hydro - physical

INTRODUCTION

L'agriculture en Algérie est sujette à de nombreux problèmes d'ordre technique, économique et climatique. Malgré les progrès notables réalisés en production céréalière, la fertilisation demeure encore une technique peu pratiquée, sans doute à cause de la

rareté du fumier comme source de restitution humique ; ainsi devant une situation de ce genre, en vue d'améliorer les rendements et de protéger les sols, la valorisation d'autres ressources fertilisantes est devenue une nécessité.

L'utilisation des boues résiduairees en agriculture est une pratique qui s'est considérablement développée ; elle semble être la résultante de plusieurs facteurs dont les principaux sont : l'augmentation de la sole réservée aux cultures maraichères, la pratique de l'irrigation ; le coût élevé des engrais et l'acceptation socioculturelle de cette pratique. Les recherches menées avec les boues des stations d'épuration en Belgique (Xantholis D, 1980), en France, (Francois et al, 1981) et en Tunisie (Bahri et al, 1987) ont fourni des résultats prometteurs, tant du point de vue de l'évolution physique, chimique, que celui des rendements de cultures. En Algérie, la mise en place récente de plusieurs stations d'épuration des eaux usées justifie que l'on s'intéresse à une possible valorisation des boues qui en sont issues.

MATERIEL ET METHODES

L'étude a été conduite sous serre, et en pot. Un seul facteur a été pris en considération : la fertilisation ou amendement; pour cela nous avons adopté un dispositif expérimental comportant 6 niveaux avec 5 répétitions pour chaque niveau (tableau 1).

Tableau 1. Caractérisation des essais

Niveau	Apport/Ha	Apport équivalent /pot
Témoin	Sans fertilisation	/
BI	20 t (de boue)	50g
BII	40t (de boue)	100g
BIII	60t (de boue)	150g
NI	35 kg (d'urée)	0.17g
NII	70 kg (d'urée)	0.34g

La boue résiduaire apportée de la station d'épuration de Sétif a fait l'objet d'une analyse chimique. Ses caractéristiques, sont reportées dans le tableau 1. Elle est séchée, broyée et mélangée intimement avec la terre de chaque pot de végétation ; ensuite dix graines ont été semées dans chaque pot. Les pots ont été arrosés, et mis dans une serre au département d'Agronomie de l'Institut des sciences de la nature d'Oum El Bouagui ; une zone semi aride de l'Est algérien.

L'apport de l'eau plate est effectué en suivant régulièrement la variation de l'humidité des pots de végétation. L'apport de l'urée a été fait au stade – tallage – début montaison. Pour les mesures effectuées, le suivi a été porté sur des variables morpho – physiologiques (la surface foliaire la teneur relative en eau ; volume racinaire). Ainsi que la productivité de la plante (biomasse –hauteur-le rendement et ses composantes). Les paramètres sol pris en compte sont surtout d'ordre hydro physique ;(la porosité, la conductivité hydraulique) .

Tableau 2. Caractéristiques des boues résiduaire utilisées (station d'épuration des eaux usées de SETIF).

Paramètres	Composition	Paramètres	Composition
Matièreorganique %	2,82	PH	7,6
Carbone %	16,4	CE millimhos/cm	5,8
Azote %	1,7	Ca ²⁺ (meq/l)	14,0
C/N	10	Mg ⁺ (meq/l)	18,2
P ₂ O ₅ total	0,70	K ⁺ (meq/l)	2,6
K ₂ O %	0,75	Na ⁺ (meq/l)	0,6

RESULTATS ET DISCUSSION

Comportement du végétal

L'analyse de la variance des valeurs obtenues pour la surface foliaire et la teneur relative en eau, indique un effet boue plus significatif en comparaison avec l'engrais minérale et le témoin (Tab 2). La boue améliore les dimensions des feuilles d'un apport cinq fois plus important de plus par rapport à l'engrais minéral (fig 1). Par sa valeur fertilisante azotée elle est une source de phosphore, élément important qui agit sur la division des cellules méristématiques foliaires (Ethebest , 2000) et (Guivarche, 2001).

Les moyennes enregistrées pour la teneur relative en eau montrent une forte rétention estimée à 86 % pour les plantes amendées par l'engrais minérale, suivie du témoin 85.20 %, alors que la végétation amendée par l'engrais organique note la plus faible teneur 58% (fig 2).

On remarque, au cours de l'expérience que la végétation des pots témoins et celle amendée par l'azote ; était plus tardive et moins verte en comparaison avec celle de la boue résiduaire ; cette différence de stade explique ces résultats pour la teneur relative en eau ; vu que la végétation plus jeune est apte à garder plus d'eau dans son feuillage. L'analyse de la variance pour le volume racinaire montre un effet boue très hautement significatif (Tab 3).

Tableau 3. Carré moyen de l'analyse de la variance des paramètres morphophysologiques.

	B vs T	B vs N	NvsT	Trait	Résiduelle
Surface foliaire cm ²	156.43***	155.18***	6.28**	48.03***	0.90
TRE %	2613.60***	4439.04***	2.13ns	1162.05***	38.60
Volume racinaire cm ²	273.38***	317.40***	5.33ns	134.48***	1.28
Ddl	2	1	1	5	20

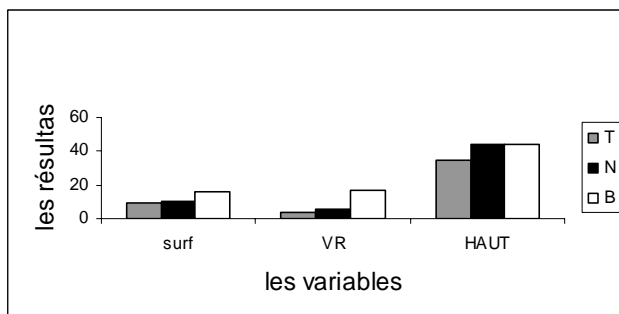
*** = hautement effet significatif, ns = effet non significatif. T = témoin N = azote B=boue

Les valeurs moyennes révèlent une action favorable de la boue résiduaire comme engrais organique sur le développement racinaire en comparaison avec la fumure minérale et le témoin (fig 1 et tableaux 4 et 5). Dans la littérature, il est confirmé que les boues résiduaire peuvent être considérées comme de véritables fertilisants phosphatés, leur épandage conduit à une accumulation du phosphore bio disponible dans le sol ; Or cet élément minéral s'il est fourni en quantité suffisante , il stimule la croissance de la surface foliaire, ainsi il augmente la production de matières carbonatées, ce qui coïncide avec un

accroissement de la teneur en sucre dans les apex , et favorise l'allongement racinaire (Mollier, 1999).

Tableau 4. Effet de l'amendement sur les variables morphologiques

	BI	BII	BIII	NI	NII	T
Surface foliaire (cm ²)	15.20	15.68	16.33	10.51	10.79	9.28
Volume racinaire (cm ³)	8.50	20.50	22	4.5	6.5	3.5
Hauteur (cm)	45.07	47.43	40.36	42.71	46.23	34.70



Surf : surface foliaire (cm²) ; VR :volume racinaire (cm³) ;
 haut : hauteur (cm) Tre :teneur relative en eau

Fig 1. Effet de l'amendement sur les variables morphologiques

Tableau 5. Effet de l'amendement sur la teneur relative en eau

TRE(%)	64.80	53.40	58.20	88	84	85.20
--------	-------	-------	-------	----	----	-------

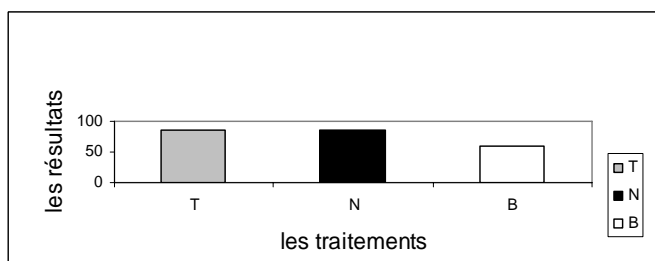


Fig 2. Effet de l'amendement sur la teneur relative en eau

L'analyse de la variance des valeurs de la biomasse montre que l'apport de la boue résiduaire a un effet hautement significatif en comparaison avec la fumure minérale et le témoin ; pour la hauteur, les résultats sont significatifs pour les deux engrais (Tab 7). L'apport des deux engrais a assuré une augmentation en biomasse. Les conditions de l'expérimentation et les différences créés par les traitements étudiés ont permis une très bonne croissance de la plante durant laquelle nous avons décelé des différences importantes. L'augmentation en biomasse enregistrée par la boue est de 168.22g/m²entre stade tallage et maturité et de 115.92g/m² et 74.30g/m² respectivement pour l'urée et le témoin (Fig. 3). La boue comme matière organique, stimule la croissance des micro-organismes existant dans le sol, ces derniers rendent les substances nutritives contenues dans le sol disponible pour la végétation (Vansholl, 2002). En plus de l'azote, la boue résiduaire est une source d'autres éléments minéraux macro et micro éléments (N. P. K. Cu. Fe) qui sont aussi essentiels pour la croissance des végétaux (Bouzerzour et al, 2002). L'amélioration de la production de la matière sèche vient de l'amélioration simultanée de la capacité de tallage, et de la hauteur.

On constate à travers les moyennes obtenues sur la hauteur, que les deux fumures ont joué un rôle déterminant dans l'élongation des tiges ; ce rôle est attribué à l'azote (Fig 1).

Tableau 6. Effet de l'amendement sur la biomasse

	BI	BII	BIII	NI	NII	T
Bio tall age (g/m ²)	8.80	12.24	9.16	6.68	6.76	6.80
Bio montaison(g/m ²)	67.2	98.73	84.6	47.8	50.6	37.8
Bio épiaison(g/m ²)	144.96	174.36	162.14	101.48	117.12	67.20
Bio maturité(g/m ²)	165.20	191.4	178.26	116.20	129.08	81.1

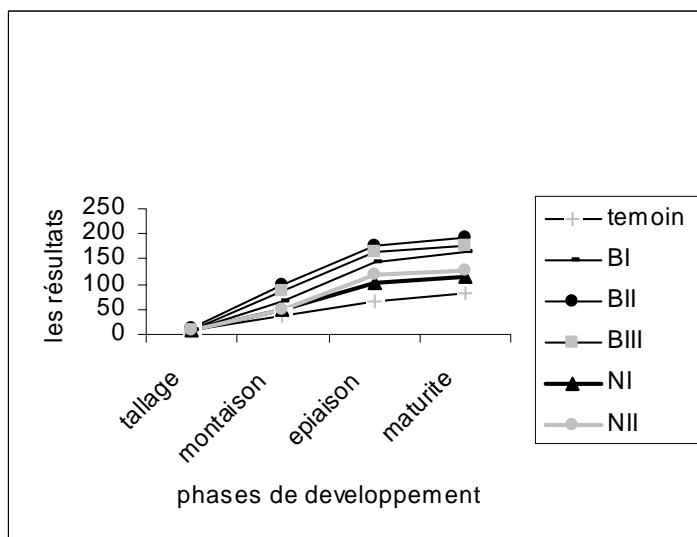


Fig. 3. Effet de l'amendement sur la biomasse

Tableau 7. Carré moyen de l'analyse de la variance des paramètres de la productivité.

	B vs T	B vs N	N vs T	Trait	Résiduelle
Biomasse Tallage g/m ²	40.02***	67.20***	0.02ns	23.69***	1.09
Biomasse montaison g/m ²	7780.74***	7063.33***	421.13*	2759.60***	62.49
Biomasse épiaison g/m ²	32634.01***	15720.45***	5908.03***	8120.66***	185.60
Biomasse maturité g/m ²	35420.66***	18578.20***	5752.74***	8820.54***	39.22
Hauteur des talles cm	344.54**	0.20ns	318.18***	109.89***	4.24
Ddl	2	1	1	5	20

*** = effet hautement significatif, ns = effet non significatif. T = témoin N = azote B=boue

L'analyse de la variance pour les composantes du rendement indique un effet traitement hautement significatif pour toutes les variables analysées mis à part le poids moyen du grain (Tab 8).

Tableau 8. Carré moyen de l'analyse de la variance du rendement et ses composantes

		B vs N	Nvs T	Trait	Résiduelle
NT	7684.02***	9110.41***	132.30***	3247.57***	15.59
RDT	0.77***	0.20***	0.24***	0.17***	0.01
NEP/POT	821.40***	423036***	136.53***	239.17***	4.57
PMG	19.27 ns	36.51 ns	0.13ns	13.57ns	21.61
NGE	451.00***	2.27 ns	357.14***	103.25***	8.96
ddl	2	1	1	5	20

NT = nombre de thalle /pot ; RDT = rendement en grains (kg/m²) ; NEP= nombre d'épis ; PMG=poids moyen du grain (g) ; NGE= nombre de grains par épis

L'amélioration du nombre de talles pour la végétation amendée a engendré une augmentation du nombre d'épis (Triboi et al, 1980). Le peuplement le plus élevé 27.2 épis/pot est obtenu avec la boue résiduaire ; la fumure minérale azotée a enregistré 18.85 épis /pot alors que le témoin détient la plus faible valeur 12.40épis/pot (fig 4). Il se dégage aussi des résultats obtenus sur le nombre de grain par épis une augmentation de cette variable pour les plantes amendées par la boue résiduaire et l'engrais minéral en comparaison avec le témoin (Fig. 4).

Dans notre essai, le nombre de grains par épis et le nombre d'épis déterminent le rendement et mettent en relief l'action favorable de la boue et l'engrais azotée sur le rendement en grains. Le rendement le plus élevé est obtenu par la boue résiduaire (0.64kg

/m²), suivi par la fumure minérale (0.47kg/m²), et en dernier le témoin sans apport (0.20kg/m²) (fig 4).

L'action favorable de la boue résiduaire sur le rendement en grain découle de son action améliorante sur les propriétés physico-chimiques du sol (Halitim et al , 1978)

Tableau 9. Effet de l'amendement sur le rendement et ses composantes

	BI	BII	BIII	NI	NII	T
NT	47	61.60	83.60	22.60	27.60	18.80
NEPpot	22.8	26.80	32	17.60	20	12.40
RDT	0.57	0.68	0.69	0.42	0.52	0.20
NG/EPI	31.59	29.97	27.89	28.97	29.42	18.85

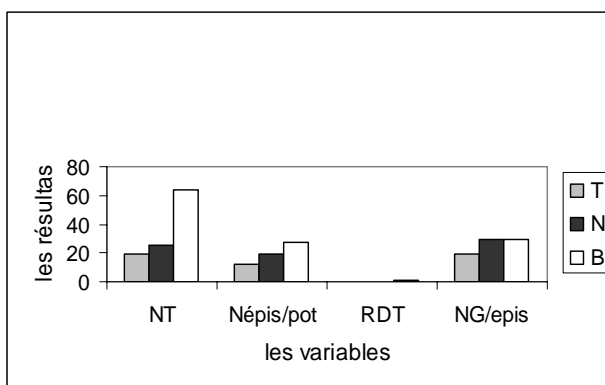


Fig 4. Effet de l'amendement sur le rendement et ses composantes

Comportement du sol

L'importance de la porosité est relative à la teneur en matière organique évaluée pour les différents traitements (Tab 10). L'apport de la boue résiduaire permet d'augmenter le stock de la matière organique qui joue un rôle prépondérant dans l'assemblage des agrégats. La fumure minérale a également modifié la porosité en raison certainement de l'importance du système racinaire plus dense qui contribue à l'amélioration de la structure du sol (Francois , 1981).

Tableau 10. Carré moyen de l'analyse de la variance des paramètres physiques et chimiques du sol.

	B vs T	B vs N	Nvs T	Trait	Résiduelle
%Carbone	2.12***.	2.69***	0.02ns	1.38***	0.07
Porosité	225***	84.10ns	53.39ns	63.39ns	41.62
K(6)	4607.90***	5088.89***	117.28ns	2089.33 ns	481.69
K(30)	2	1	1	5	20

Les valeurs de la conductivité hydraulique au voisinage de la saturation ont fait l'objet d'une analyse de la variance ; l'effet boue à été décelé uniquement pour la pression appliquée 0.06kpa ; à ce potentiel de pression la valeur de la conductivité hydraulique la

plus élevée est de 129.20mm/h correspondant au troisième niveau de matière sèche de boue ; alors qu'elle était de 41.91mm/h et de 53.94mm/h dans le témoin et l'engrais minéral .La boue contribue fortement à l'amélioration de la conductivité hydraulique ; ceci est en relation avec les doses croissantes (Tab 11).

Tableau 11. Effet de l'amendement sur la conductivité hydraulique

	BI	BII	BIII	NI	NII	T
<u>K(6)</u>	80.92	81.89	129.20	48.63	53.94	41.91
<u>K(30)</u>	19.05	24.65	30.25	20.17	20.62	17.93

K(6) =conductivité à la pression 0.06Kpa ; K(30) = conductivité à la pression 0.3Kpa.

L'analyse de la variance des teneurs en carbone montre que l'effet amendement a été hautement significatif. Nos résultats confirment que l'apport en doses croissantes de matière sèche favorise l'activité biologique, et par conséquent augmente la minéralisation de la matière organique contenue dans la boue, la plus haute teneur 2.25% fut obtenue avec la dose 40t/ha. (fig 5).

Tableau 12. Effet de l'amendement sur la teneur en matière organique

	BI	BII	BIII	NI	NII	T
Dosage du Carbone (%)	0.90	2.25	1.10	0.48	0.69	0.45

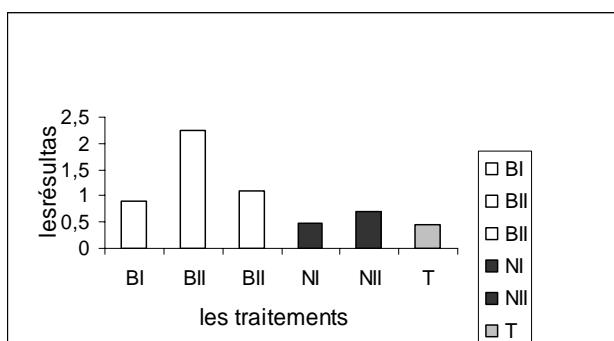


Fig. 5. Effet de l'amendement sur la teneur en carbone

CONCLUSION

Les résultats ont montré un effet impressionnant sur la culture de l'orge, ceci est constaté à travers une amélioration significative des paramètres morphologiques, physiologiques et productivité. Par son apport en matières nutritives, la boue résiduaire a permis une forte augmentation de la biomasse et un bon développement végétatif de la plante. La réponse de la végétation par l'ensemble des variables mesurées est très prononcée à la dose 40t de boue /ha. Cette source organique a un effet très avantageux sur le rendement en grains, qui met en relief l'amélioration de toutes ses composantes, surtout le nombre de talle, le nombre de grains /épi, et le nombre d'épis. Les mesures effectuées sur le sol, ont montré que la boue résiduaire améliore la porosité et la conductivité hydraulique au voisinage de la saturation. L'application de la boue résiduaire

dans notre expérience a fortement contribué à l'amélioration du rendement de l'orge ainsi que la structure du sol. Cependant, cette recherche doit être poursuivie afin d'affiner ces résultats. Plusieurs auteurs ont montré à travers leurs travaux qu'il existe des risques de pollution par l'utilisation des boues avec des conséquences plus ou moins graves sur la qualité des sols et le produit du végétal. Nous conseillons les futurs chercheurs d'entreprendre ce genre de travaux avec précaution, de diagnostiquer les pollutions qui peuvent avoir lieu et de démontrer aux agriculteurs le bien de cette fumure à travers le réseau de démonstration

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bahri,A ; Boumane, B ; Effet de l'épandage des eaux usées traitées et boues résiduairees sur les caractéristiques d'un sol sableux de Tunisie. Science du sol 1987 25 : 267-78
- Bouzerzour ,H ; Tamrabet ,L ; Kribaa ,M ; Réponse de deux graminées fourragères, L'orge et l'avoine aux apports d'eau usée et de boue résiduaire In : Proc. Séminaire 2002.
- Ethebest, sylvi ; 2000 Croissance foliaire du maïs sous déficience du phosphore : Thèse de DEA préparée à l'unité agronomique INRA Bordeaux.p32
- Francois, JM ; Marin, Laflèche ; Utilisation agricole des résidus urbains dans les sols limoneux des plateaux de brie. Paris : ministère de l'environnement et du cadre de vie, 1981 p43.
- Guivarch, A ; 2001 Valeur fertilisante à court terme du phosphore des boues de station d'épuration .Thèse de DEA préparée à l'unité agronomique INRA .Bordeaux.
- Halitim ; Benbadji ; 1978 Etude expérimentale de l'influence du compost urbain sur les sols et la production de tomate en présence d'eau chargée en NACL. Agro.Volume.8 p58.
- Mollier,A ; 1999 Croissance racinaire du maïs (Zea -Maïs-L) sous déficience en phosphore : Etude expérimentale et modélisation ; Université Paris sud INRA, thèse de l'université de Paris XI Orsay 184p.
- Triboi ; Gachon ; 1981. Modèle élaboration du poids du grain chez le blé tendre : Agro 10(3) 183,262 191, 199.
- Vansholl, L ; 2002 Gérer la fertilité du sol. 1e édition en français 1985 ; 4e édition en français 1998.
- Xanthoulis ,D ; Valorisation agricole des boues d'épuration en Wallonie.Ann Gembloux 1980 ; P 86 : 61-78