

**REPONSE DU BLE DUR (*TRITICUM DURUM* DESF.) VARIETE ACSAD 1107
AUX APPORTS DE BOUE RESIDUAIRE SOUS CLIMAT SEMI-ARIDE**

**RESPONSE OF DURUM WHEAT CULTIVAR ACSAD 1107 TO SEWAGE
SLUDGE AMENDMENT UNDER SEMI-ARID CLIMATE**

TAMRABET L. Laboratoire RNAMS, Université Ben Mhidi, Oum El Bouaghi (04000), Algérie

Tél/Fax : 213 32 42 90 39, Email : ltamrabet@yahoo.ca

BOUZERZOUR H. Faculté des Sciences, Université de Sétif (19000), Algérie

MEKHLOUF M. Ferme expérimentale ITGC Sétif (19000), Algérie

KRIBAA M. Laboratoire RNAMS, Université Ben Mhidi, Oum El Bouaghi (04000), Algérie

Résumé : L'utilisation des boues résiduaires sur de grandes étendues à des doses relativement faibles permet d'apporter une solution à terme pour la gestion des déchets urbains. Cette solution est d'autant plus intéressante que les boues utilisées dans le domaine agricole se révèlent bénéfiques en terme d'augmentation de la production. Les résultats de la présente contribution dont l'objectif était d'étudier la réponse d'une culture de céréale conduite en pluviale aux amendements organiques à base de boues résiduaires indiquent une augmentation du rendement en grains et des composantes du rendement notamment la fertilité de l'épi ainsi que la production de paille. Les apports de boue, pour une moyenne de 30 t de ms/ha, s'avèrent aussi efficace que 66 kg d'azote minéral.

Mots clés: Boue résiduaire, blé dur, fertilisation minérale.

Abstract: The use of sewage sludge on a large scale and at relatively low rates can contribute to the husbandry of urban wastes. This is interesting since this utilization in agriculture appeared to increase crop production. The results of the present investigation, whose objective was to study the response of a rainfed cereal crop to organic amendment with sewage sludge showed an increase in grain yield and yield component, mainly spike fertility and straw production. 30t/ha of sewage sludge dry matter were as efficient as 66 kg /ha of mineral nitrogen.

Key words: sewage sludge, durum wheat, mineral fertilization.

INTRODUCTION

Les activités humaines génèrent des déchets en quantités de plus en plus élevées, leur gestion pose de gros problèmes. De ce fait il faut trouver les moyens comment les recycler. Les boues résiduaires, au même titre que les eaux usées dont elles dérivent, peuvent être mis à profit dans les régions où la variation climatique du milieu associée au coût de production ne permettent pas toujours d'utiliser les fertilisants chimiques pour palier à la faiblesse de fertilité des sols cultivés. L'utilisation des boues résiduaires traitées dans ce domaine apparaît comme une alternative attrayante pour augmenter la production (Chatha *et al.*, 2002; Pescod, 1992; Ripert *et al.*, 1990).

En effet les sols traités avec des boues gardent plus longtemps l'humidité et la végétation installée sur de tels sols un système racinaire plus développé comparativement aux sols non traités (Tester *et al.*, 1982). Les boues résiduaires libèrent progressivement

les éléments nutritifs et notamment l'azote pour le mettre à la disposition de la plante tout le long du cycle de la culture. La libération de l'azote est fonction des conditions climatiques prévalentes, des quantités de boues apportées et du rapport C/N (Pescod, 1992; Barbartik et al., 1985).

Les sols traités avec des boues résiduaires tendent à avoir un pH neutre et s'enrichissent en phosphore et en matière organique (Mohammad et al, 2004; Gomez et al., 1984). Cependant les boues apportées sont souvent une source de pollution des eaux souterraines lorsqu'elles sont chargées de nitrates qui migrent vers les nappes phréatiques (Xanthoulis et al., 1998). Elles sont la cause de la salinité du sol (Tasdilas, 1997), de la pollution aux métaux lourds (Mohammad et al, 2004; Bozkurt et al, 2003 ; Aboudrare et al. 1998) et d'odeurs désagréables (Sachon, 1995). La présente contribution étudie la réponse du blé dur (*Triticum durum* Desf.) variété Acsad 1107 à l'épandage de boues résiduaires sous climat semi-aride.

MATERIELS ET METHODES

L'expérimentation a été conduite sur le site expérimental de la station ITGC de Sétif (Nord Est de l'Algérie, 5° 24' 51" E et 36° 11' 21" N, altitude 1000 mètres) au cours de la campagne agricole 2002/03. Le climat de la région est semi aride, avec une température moyenne de 24.1°C en été et 7.0°C en hiver et une pluviométrie annuelle moyenne 397.0 mm.

L'essai est mis en place dans un dispositif en bloc avec trois répétitions. Il comporte cinq traitements, un témoin sans boue et sans fertilisation azotée, un traitement sans boue mais fertilisé avec 33 unités d'azote minéral par hectare, apportées au stade tallage (le 31/03/03) sous forme d'urée, et trois traitements comportant l'épandage de 20, 30 et 40 tonnes matière sèche/ ha. Les caractéristiques du sol, de la boue utilisée sont données aux tableaux 1 et 2 respectivement et les données climatiques couvrant la durée de l'essai sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 1. Caractéristiques physico-chimiques moyennes du sol (0-30cm) utilisé dans l'expérimentation (Station Expérimentale de l'ITGC, Sétif, Algérie)

Paramètres	pH(H ₂ O)	CE	MO	CT	Da	Hs	Hcc	Hf	Texture
Unités	-	mS/cm	%	%	g/cm ³	%	%	%	-
Val. Moy.	8.1	0.23	1.7	19.45	1.33	51.5	36.5	16.5	Limono-argileuse

Val. Moy. Valeurs moyennes, CE : Conductivité électrique, MO : Matière organique, CT : Carbone total, Da : Densité apparente, Hs : Humidité à saturation, Hcc : Humidité à capacité au champ, Hf : Humidité au point de flétrissement

Les différentes analyses physico-chimiques du sol et boue ont été réalisées au début de l'expérience sur des échantillons secs et fins (< 2mm). La mesure du pH et la conductivité ont été effectués, sur 1:2.5 et 1:5 sol/eau distillée respectivement, par le Multiparamètre Consort C535, la texture du sol par la méthode d'hydromètre et le reste des paramètres par les procédures standards (Chapman & Pratt, 1982).

Tableau 2. Caractéristiques des boues résiduaires utilisées
(prises de la station d'épuration des eaux usées sise à Ain Sfiha, Sétif, Algérie)

Paramètres	Humidité	pH(H ₂ O)	CE	NT	C	PT	K	C/N
Unités	%	-	mS/cm	%	%	%	%	-
Val. moy	80	7.3	2.61	3.30	33.5	5.7	0.5	10.15

Val. Moy. Valeurs moyennes, CE : Conductivité électrique, NT : Azote total, C : Carbone, PT : Phosphore total, K : Potassium

Tableau 3. Valeurs moyennes des précipitations et des températures mensuelles dans le site de l'expérimentation (Station expérimentale de l'ITGC, Sétif, Algérie)

Paramètres Mois	Pluviométrie, mm				Température, °C		
	D1	D2	D3	Totale	Min	Max	Moyenne
Septembre02	1.20	0.30	2.80	4.30	14.67	26.49	20.68
Octobre02	6.40	6.60	2.90	15.90	11.40	20.63	16.01
Novembre02	59.60	11.80	29.80	101.20	6.29	12.91	9.25
Décembre02	52.50	11.90	3.00	67.40	3.65	12.18	7.91
Janvier03	16.40	28.80	71.80	117.00	0.98	6.22	3.80
Février03	19.20	15.00	4.20	38.40	3.58	11.63	4.49
Mars03	0.60	5.80	31.20	37.60	4.84	14.66	9.92
Avril03	20.02	14.80	3.40	38.22	8.30	16.96	12.63
Mai03	18.00	12.40	13.40	43.80	11.22	22.63	19.93
Juin03	38.40	20.40	0.60	59.40	17.95	30.32	24.14

D1, D2, D3 : Décades 1, 2 et 3 du mois.

Le semis de la variété de blé dur (*Triticum durum* Desf.) Acsad 1107 a été fait le 20/12/02 à une densité de 300 grains/m² sur des parcelles élémentaires de 6 rangs par 5 m de long avec un écartement inter-rangs de 20 cm. La levée a été notée le 28/12/02. La boue a été desséchée dans une étuve pendant 36 heures à 80 °C, broyée, puis passée à travers un tamis de mailles de 10x10 mm. L'épandage a été fait sur les inter-rangs au stade tallage de la céréale selon les quantités mentionnées dans le protocole. La date d'épiaison a été notée le 5/05/03 et la récolte a été faite le 16/06/03.

Le suivi de la végétation a porté sur la mesure de la hauteur du chaume. Le nombre d'épis/m² et la biomasse aérienne ont été déterminés sur la base des mesures faites sur un bottillon de végétation récolté d'un rang long de 1 m linéaire par répétition. Le rendement en grains a été mesuré après la récolte mécanique de l'essai. Le poids de 1000 grains est estimé sur la base du poids de 250 graines comptées du produit récolté par répétition. Les variables nombre de grains/m² (NGM²), nombre de grains par épi (NGE), biomasse aérienne produite au stade épiaison (BIOE), taux de croissance végétative (TCV), taux de remplissage des grains/m² (GFR), indice de récolte (HI) et la paille produite (PII) ont été déduites par calcul à partir des moyennes des variables mesurées selon les formules suivantes:

NGM² : 1000(RDT/PMG), avec RDT = rendement en grains (g/m²)

PMG : poids de 1000 grains

NGE : NGM²/NE, avec NGE = Nombre de grains/épi

NE : nombre d'épis /m²

BIOE : BIOM- RDT, où BIOM = Biomasse aérienne produite à maturité (g/m^2)

VGR = BIOE/JAE, où VGR = taux de croissance végétative ($\text{g/m}^2/\text{j}$)

BIOE : Biomasse aérienne produite au stade épiaison (g/m^2),

JAE : nombre de jours de la levée au stade épiaison (Jours).

GFR = RDT/PRG, où

GFR : taux de remplissage des grains/ m^2 ($\text{g/m}^2/\text{jour}$),

PRG : nombre de jours de l'épiaison à la récolte (Jours).

HI = 100 (RDT/BIOM), où

BIOM : Biomasse aérienne produite à maturité estimée de la récolte du bottillon (g/m^2)

RDT : rendement en grains estimé du même bottillon (g/m^2)

PII = BIOM - RDT, avec PII = paille produite à maturité (g/m^2)

Densité = BIOM/HT, où BIOM : Biomasse aérienne produite à maturité (g/m^2)

HT = hauteur du chaume (cm)

Les données collectées de l'expérimentation ont été soumises à une analyse de la variance à un facteur étudié. Le test des contrastes est employé pour déterminer la signification statistique des comparaisons (1) Témoin vs N+ Boue, (2) N vs boue, (3) boue linéaire et (4) boue quadratique (Steel et al, 1980). Les comparaisons relatives entre traitements ou groupes de traitements sont faites selon les formules suivantes:

Effet amendement N+B (%) = $100 [(X_{N+B} - X_T)/X_T]$ avec :

X_{N+B} = moyenne des traitements N+ Boue

X_T = moyenne du témoin

Effet boue résiduaire (%) = $100 [(X_B - X_T)/(X_N - X_T)]$ avec

X_B = moyenne du traitement boue

X_N = moyenne du traitement azote minéral

X_T = moyenne du témoin non amendé.

RESULTATS ET DISCUSSION

L'analyse de la variance indique un effet traitement significatif pour l'ensemble des variables analysées mis à part le nombre d'épis/ m^2 (Tableau 4). L'effet traitement non significatif des épis s'explique par le fait que la boue a été apportée très en retard une fois cette composante a été déterminée, en même temps que la fertilisation minérale (N).

Les doses de boue apportées restent, en général, loin de saturer les besoins de la plante et d'engendrer une stagnation (plateau) ou un fléchissement des performances, vu que l'effet quadratique n'est pas significatif pour l'ensemble des variables mesurées. L'effet linéaire des doses de boue n'est pas significatif pour le poids de 1000 grains, le nombre de grains par épi, l'indice de récolte et la densité du chaume. Les différences entre les moyennes prises par ces variables suite à l'effet doses de boue ne sont donc pas significatives (Tab.4). La comparaison des moyennes du témoin et celles des amendements N+B montre que la fertilisation minérale ou organique est favorable à l'expression de l'ensemble des variables mesurées hormis le nombre d'épis produit par unité de surface (Tab. 5). Dans les conditions culturales et climatiques de la présente campagne, la contribution relative de l'amendement (moyenne des effets azote et boue) à l'augmentation des moyennes des variables varie de 12% pour le poids de 1000 grains à

168% pour la paille produite. Elle est de signe négative pour l'indice de récolte qui est réduit 20.0% relativement aux valeurs prises par le témoin non amendé. Le réduction de l'indice de récolte s'explique par le fait que l'apport de l'azote minéral ou de boue résiduaire a eu un effet plus important sur le développement de la biomasse aérienne que sur la production de grains, comparativement à ce qui s'est produit chez le témoin (Tableau 4, Fig. 1).

L'augmentation des moyennes des composantes de rendement en grains est relativement plus réduite comparativement à celle enregistrée par le rendement en grains. C'est la contribution multiplicative des composantes et non l'effet additif qui s'est exprimée au niveau du rendement en grains. Le poids de 1000 grains est la composante qui est relativement la moins sensible à l'amendement organique ou minéral. Ceci s'explique par le fait que cette composante se forme en fin de cycle, une fois les conditions climatiques deviennent très contraignantes.

Tableau 4. Carrés moyens de l'analyse de la variance des variables mesurées

Source	Traitement	B+N vs T	B vs N	B lin	B qua	erreur
dll	4	1	1	1	1	8
RDT	20939.4**	62489.5**	17398.1**	3310.7**	559.5ns	301.2
NE	1067.2ns	411.2ns	458.8ns	3398.6*	0.00ns	389.1
NGM2	3201164**	1848504**	9054255**	792289**	11198ns	156915.8
PMG	20.35*	72.6**	4.84ns	3.23ns	0.72ns	2.92
NGE	76.55**	225.2**	78.8**	1.25ns	1.01ns	1.96
BIOE	66006.7**	177055**	39190.7**	43146.3**	4634.8ns	1967.6
VGR	4.22**	11.33**	2.51**	2.76**	0.30ns	0.13
GFR	21.7**	64.79**	18.04**	3.43*	0.58ns	0.31
BIOM	45893.0**	449916**	108812**	70360**	1973.9ns	833.9
HI	85.46**	293.7**	8.06ns	0.43ns	39.6ns	8.01
Pll	61169**	196459**	27749**	19728**	738.3ns	763.6
HT	406.9**	1316.1**	164.7**	140.2**	6.72ns	4.9
Densité	9.42**	12.5**	13.6**	0.5ns	0.3ns	0.21

T : témoin, N:azote, B : boue, RDT : rendement en grains(g/m²), NE : nombre d'épis/m², NGM² : nombre de grains /m², PMG : poids de 1000 grains (g), NGE : nombre de grains par épi, BIOE : biomasse aérienne au stade épiaison (g/m²), VGR : taux de croissance végétative (g/m²/jours), GFR = taux de remplissage des grains/m² (g/m²/jours), BIOM :biomasse a maturité (g/m²), HI : indice de récolte (%), Pll = paille (g/m²), Ht :hauteur de paille (cm), Densité = matière sèche par unité de hauteur (g/cm), ns,*,**effet non significatif, significatif au seuil de 5 et 1% respectivement

Dans les conditions culturales et climatiques de la présente campagne, la contribution relative de l'amendement (moyenne des effets azote et boue) à l'augmentation des moyennes des variables varie de 12% pour le poids de 1000 grains à 168% pour la paille produite. Elle est de signe négative pour l'indice de récolte qui est réduit 20.0% relativement aux valeurs prises par le témoin non amendé. Le réduction de l'indice de récolte s'explique par le fait que l'apport de l'azote minéral ou de boue résiduaire a eu un effet plus important sur le développement de la biomasse aérienne que

sur la production de grains, comparativement à ce qui s'est produit chez le témoin (Tableau 1, Fig. 1).

Tableau 5. Moyennes des différents traitements étudiés

	T	N+B	N	B	20	30	40
NE	318.9	305.8	316.5	302.3	278.5	302.3	326.1
RDT	147.5	308.9	242.9	330.9	301.8	342.0	348.7
NGM ²	3159.2	5933.7	4769.1	6321.9	5879.6	6479.6	6606.4
PMG	46.53	52.03	50.93	52.40	51.5	52.8	52.9
NGE	9.9	19.6	15.1	21.0	21.3	21.5	20.4
BIOE	223.3	494.9	395.9	527.9	459.1	495.8	628.7
VGR	1.79	3.96	3.17	4.22	3.67	3.97	5.03
GFR	4.75	9.95	7.82	10.65	9.72	11.01	11.23
BIOM	370.8	803.7	638.8	858.7	760.9	837.8	977.5
HI	54.2	43.2	41.7	43.6	44.9	40.6	45.4
PII	169.5	455.6	372.3	483.4	419.6	496.2	534.3
HT	58.7	82.1	75.6	84.2	80.0	83.0	89.7
Densité	6.32	9.74	8.44	10.2	9.52	10.1	10.9

T : témoin, N : azote, B : boue, RDT : rendement en grains(g/m²), NE :nombre d'épis/m², NGM²: nombre de grains /m², PMG :poids de 1000 grains (g), NGE :nombre de grains par épi, BIOE : biomasse aérienne au stade épiaison (g/m²), VGR : taux de croissance végétative (g/m²/jours), GFR : taux de remplissage des grains/m² (g/m²/jours), BIOM : biomasse a maturité (g/m²), HI : indice de récolte (%), PII : paille (g/m²), Ht : hauteur de paille (cm), Densité : matière sèche par unité de hauteur (g/cm).

L'augmentation des moyennes des composantes de rendement en grains est relativement plus réduite comparativement à celle enregistrée par le rendement en grains. C'est la contribution multiplicative des composantes et non l'effet additif qui s'est exprimée au niveau du rendement en grains. Le poids de 1000 grains est la composante qui est relativement la moins sensible à l'amendement organique ou minéral. Ceci s'explique par le fait que cette composante se forme en fin de cycle, une fois les conditions climatiques deviennent très contraignantes.

La forte augmentation de la paille sous amendement organique ou minéral indique que l'apport de la boue comme la fertilisation azotée ont, dans les conditions de la présente expérimentation, engendre une plus grande expression de la biomasse aérienne comparativement au rendement en grains.

Ceci confirme l'explication avancée plus haut concernant la réduction de l'indice de récolte sous amendement organique ou minéral.

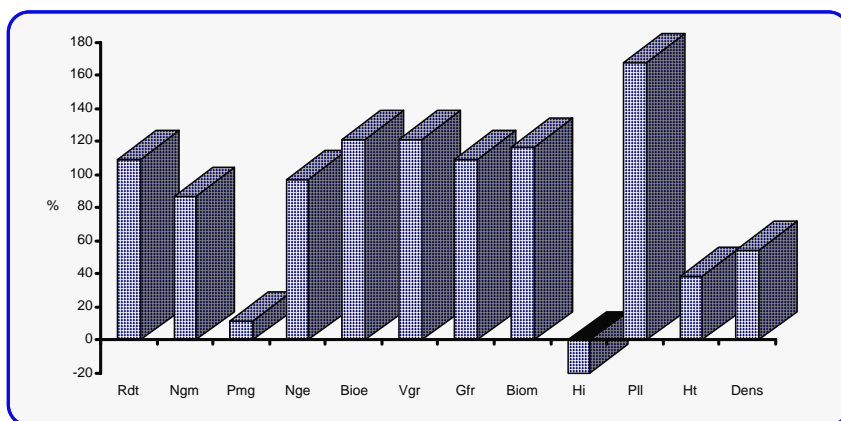


Fig. 1. Contribution de l'amendement (N+ Boue) à l'augmentation relative des moyennes des variables mesurées comparativement à celles du témoin

La comparaison entre l'effet de l'amendement organique représenté par les apports de boue résiduaire et celle de la fertilisation minérale azotée indique que les moyennes de ces deux traitements ne diffèrent pas significativement pour le nombre d'épis, le poids 1000 grains et l'indice de récolte (Tableaux 4 et 5). Pour ces caractères la contribution des apports de boues résiduaires est similaire à celle de la fertilisation minérale azotée. L'amendement organique sous forme de boues résiduaires induit des augmentations relatives allant de 128.1% pour la hauteur du chaume à 213.5% pour le nombre de grains par épi, comparativement à l'effet de la fertilisation minérale azotée. Le rendement en grains accuse une augmentation relative de 192.7% (Tableau 5, Fig. 2).

Les apports de boues se révèlent en moyenne relativement plus bénéfique pour la végétation que la fertilisation minérale azotée. Cet avantage de l'amendement du sol avec des boues résiduaires touche surtout la fertilité des épis, la biomasse produite au stade épiaison et au stade maturité, les taux de croissance végétative et de remplissage des grains et la densité des tiges qui portent relativement plus d'assimilés par unité de hauteur de chaume que les tiges produites sous fertilisation minérale azotée.

Ces résultats indiquent que l'utilisation des boues résiduaires domestiques constitue à priori une démarche séduisante, en plus de l'augmentation des rendements qu'elle engendre, elle contribue aussi à une meilleure gestion de ces déchets (Ripert et *al.*, 1990). Les augmentations du rendement en grains et des variables qui lui sont associées à pour origine les matières fertilisantes que contiennent les boues. En effet les boues résiduaires sont une source potentielle de matière organique utilisable. Elles contiennent aussi des macro et des micro-éléments essentiels pour la croissance des plantes.

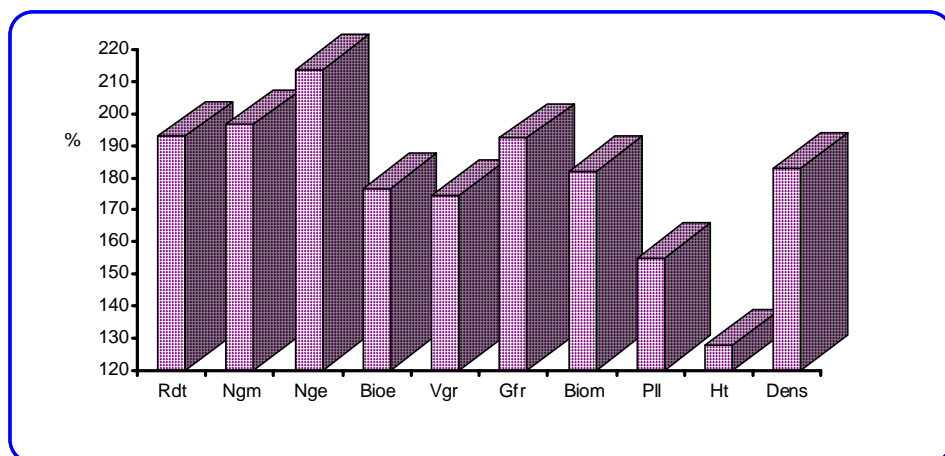


Fig. 2. Augmentation relative des moyennes des variables mesurées sous l'effet des boues résiduaires comparativement à l'effet de la fertilisation N

Bouzerzour *et al.* (2002) trouvent que l'apport de boues résiduaires augmentent les dimensions des feuilles, l'indice foliaire, la matière sèche produite, la capacité de tallage herbacé et la hauteur des plantes d'orge (*Hordeum vulgare* L.) et de l'avoine (*Avena sativa* L.) conduite en pots de végétation. Ils notent aussi que la réponse des variables mesurées aux apports de boues résiduaires est linéaire pour les variables mesurées ce qui corroborent les résultats de la présente étude. Ce type de réponse indique que la dose maximale de 40 t/ha de matière sèche utilisée ne semble pas induire d'effets nocifs sur l'expression des paramètres étudiés.

Bouzerzour *et al.* (2002) mentionnent que l'amélioration de la production de matière sèche vient de l'amélioration simultanée de la capacité de tallage herbacé, de la hauteur des plantes, de la surface et l'indice foliaires, avec une réduction du poids spécifique foliaire. Dans la présente étude l'augmentation du rendement en grains a pour origine une augmentation du nombre de grains/m² ($r_{RDT/NGM2} = 0.98$) et du nombre de grains par épi ($r_{RDT/NGE} = 0.92$) mais pas du tallage épis ($r_{RDT/NE} = 0.21ns$).

On a remarqué, cependant, au cours de l'expérience que la végétation du témoin était relativement moins tardive (feuillage se desséchant plus vite) ce qui laisse supposé que l'amendement avec des boues résiduaires permet de garder plus longtemps l'eau du sol grâce à la matière organique qu'elles contiennent et qui agit comme un capteur tampon de l'humidité. La boue est considérée comme un substrat susceptible de contribuer au maintien du stock humique des sols et par conséquent d'améliorer leur stabilité structurale, leur capacité d'échange cationique et leur capacité de rétention d'eau (Gomez *et al.* 1984). Barbarik *et al.* (1985) note que les apports de boue au cours de 4 années successives ont élevé la teneur en matière organique du sol des 15 premiers cm de surface de 1,2 à 2,4%.

Tester *et al.* (1982) conduisent une expérimentation pour étudier la réponse la fétuque élevée aux apports de boues résiduaires. Ils notent que l'amendement du sol avec les boues résiduaires améliore la nutrition azotée de la fétuque, comme elle stimule la croissance racinaire en comparaison avec la végétation d'un sol non amendé. Le rendement fourrager était plus élevé aussi chez les plantes amendées. Sur ray-grass, Guirard *et al.* (1977) observent une augmentation de la concentration de l'azote dans les tissus des plantes conduites sur sol amendé avec des boues résiduaires. Cherak (1999) note une amélioration de la capacité de tallage herbacée chez l'avoine conduite sur sol amendé avec des boues résiduaires.

Selon Sachon (1995) la boue résiduaire incubée développe des réactions chimiques aérobies et anaérobies qui, au bout de 6 à 7 semaines, réduisent la matière organique sous forme de compost qui est lui même assez proche de l'humus. La minéralisation de l'azote organique est dépendante dans ce cas du rapport C/N, plus ce dernier est élevé, plus la minéralisation est lente. Une tonne de matière sèche boue libère en moyenne 14 Kg d'azote, 15 kg de P et 8 kg de K (Barbartik *et al.*, 1985; Sachon, 1995).

CONCLUSION

Les boues et les eaux usées ne doivent pas être versées en l'état dans la nature car elles risquent à long terme de créer des problèmes de pollutions insurmontables. Une fois traitées, elles deviennent une ressource qui peut être valorisée dans le domaine agricole. Les résultats de la présente étude indiquent que même sur céréale conduite sous conditions pluviales, l'apport des boues résiduaires s'est révélé très avantageux en terme de rendement en grains et en terme de production de paille qui est une source d'énergie estimable pour l'alimentation du cheptel. Cette augmentation de la production est liée aux grandes quantités d'éléments fertilisants notamment azotés que porte la boue, en plus de l'effet sur la conservation de l'humidité du sol.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aboudrar N., Jellal T., Benchekroun D. & Jemali A. (1998) *Réutilisation des eaux usées à des fins agricoles à Ouarzazate*. Terre et Vie (26) 7-12.
- Barbartik A., Lawarabnce JR., Sikpra J., & Colacicco D. (1985) *Factors affecting the mineralization of nitrogen in sewage sludge applied to soil*. Am. J. Soil Sci. 49: 1403-1406.
- Bozkurt M.A. & Yarılgaç, T(2003) *The effects of sewage sludge applications on the yield, growth, nutrition and heavy metal accumulation in apple trees growing in dry conditions*. Turkish Journal of agricultural Forestry. 27:285-292.
- Bouzerzour H., Tamrabet L. & Kribaa M. (2002) Réponse de deux graminées fourragères, l'orge et l'avoine, aux apports d'eau usée et de boue résiduaire. In: Proceedings Séminaire International : Biologie et Environnement, Université Mentouri, Constantine, Algérie. 71.
- Chapman H.D. & P.F. Pratt (1982) *Methods for analysis of soils, plants and water*. Chapman publishres, Riverside, CA.

- Chatha, T.H. Haya, R. & Latif, I. (2002) *Influence of Sewage Sludge and Organic Manures Application on Wheat Yield and Heavy Metal Availability*. Asian Journal of Plant Sciences 1(2): 79-81.
- Cherak L. (1999) Incidences des eaux usées résiduaires sur la microflore et le comportement de l'avoine. Thèse magister Université de Batna, Algérie. 110p.
- Dursun, A. Turkmen, O. Turan, M. Sensoy, S. & Cirka, M. (2005) *Effects of Sewage Sludge on the Seed Emergence, Development and Mineral Contents of Pepper (Capsicum annum) Seedling*. Asian Journal of Plant Sciences 4(3):299-304.
- Gomez A., Lineres, M., Tanzin, J., Solda P. (1984) *Etude de l'incidence des apports de boues résiduaires à des sols sableux, sur l'évolution quantitative et qualitative de la matière organique*. CR. Acad. Sc. Fr 516-524.
- Guiraud G., Fardeau JC. & Hetier JM. (1977) Evolution de l'azote du sol en présence de boues résiduaires. In: Proceedings Premier symposium de la recherche sur les sols et les déchets solides. 27-33.
- Mohammad, M.J. & Athamneh, B.M. (2004) *Changes in Soil Fertility and Plant Uptake of Nutrients and Heavy Metals in Response to Sewage Sludge Application to Calcareous Soils*. Journal of Agronomy 3(3): 229-236.
- Pescod, M.B. (1992) Wastewater treatment and use in agriculture. Publication FAO irrigation & drainage N° 47. Chapitre 6.
- Ripert C., Tiercelin JR., Navarot C., Klimo E., Gajarszki G., Cadillon M., Tremea L. & Vermes L. (1990) Utilisation agricole et forestière des eaux usées domestiques. Bulletin Technique du Cemagref. 79. pp 18.
- Sachon S. (1995) *Les boues des stations d'épurations urbaines, Utilisation en agriculture*. BTI (21) 14-29.
- Tester CF., Sikora LJ., Taylor JM. & Parr JF. (1982) *N Utilization by tall fescue from sewage sludge, compost amended soils*. Agro. J. 74 : 1013-1018.
- Steel GDS. & Torrie JH. (1980) Principles and procedures of Statistics: a biometrical approach. Editions Mc Graw Hill Book Company, NY. 633 pages.
- Tasdilas CD. (1997) Impact of waste water reuse on some soil properties. In: Inter. Conference on water management, salinity, and pollution control towards sustainable irrigation in the Mediterranean region. Options méditerranéennes série B- CIHEAM. 213-226.
- Xanthoulis, D., Kayamanidou M., Choukr-Allah R., El-Hamouri B., Benthayer B., Nejib Rejeb M., Papadopoulous I., & Quelhas Dos Santos J. (1998) Utilisation des eaux usées en irrigation, approche globale du traitement des effluents, comparaison des différents systèmes d'irrigation sur diverses cultures et leurs aspects Institutionnel et Organisationnel. Synthèse des projets de recherche multilatérale portant sur les eaux usées, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux . 10p.