

Apport de boues d'épuration et propriétés d'un sol en Algérie

B. Dridi, F. Zerrouk

En Algérie, l'agriculture est fréquemment caractérisée par de faibles rendements et une dégradation du sol qui, dans le Nord du pays, se manifeste par une forte érosion due à l'agressivité du climat et aux faibles teneurs en matière organique. L'insuffisance de résidus végétaux ainsi que la rareté du fumier ne laissent pas entrevoir de fin à ce cycle auto-entretenu. Les recherches menées avec les boues des stations d'épuration en Belgique [1], France [2] et Tunisie [3] ont fourni des résultats prometteurs, tant du point de vue de l'évolution physique, chimique et biologique des sols que de celui des rendements des cultures. En Algérie, la mise en place récente de plusieurs stations d'épuration urbaines et industrielles (parallèlement aux besoins élevés en fertilisants) justifie que l'on s'intéresse à une possible valorisation des boues qui en sont issues.

Les boues testées dans nos travaux proviennent de la station d'épuration des eaux usées de Baraki (Alger), située aux portes d'une vaste zone agricole à réhabiliter (plaine de la Mitidja). Nous avons déterminé, par comparaison à d'autres substrats, l'influence de leur apport sur les propriétés physiques d'un sol et sur les rendements d'une culture de blé dur.

Localisé au sein de la ferme de l'Institut national agronomique (Alger), l'essai est constitué de vingt-cinq parcelles élémentaires de six mètres carrés (2×3 m) (*photo 1*) comportant cinq traitements, répétés cinq fois et distribués en blocs aléatoires complets : T0 = témoin, T1 = boues solides (20 t/m/s/ha), T2 = boues liquides (20 t/m/s/ha), T3 = fumier ovins de 2 ans (20 t/m/s/ha), T4 = fumure minérale : 100 U N, 100 U K_2O , 120 U P_2O_5 .

L'expérimentation a été menée sur un sol limono-argileux ayant une légumineuse comme précédent cultural (*tableau 1*).

Les boues ont été prélevées en octobre 1992 et ont fait l'objet d'analyses chimiques [3].

Les analyses et mesures ont été réalisées comme suit : granulométrie par la méthode à la pipette de Robinson ; capacité en eau à différents pF mesurée avec

à l'appareil de Richards (presse à plaques). Pour l'évaluation de la stabilité structurale, nous avons utilisé la méthode Hénin, tandis que la conductivité hydraulique a été mesurée *in situ* au moyen du dispositif dit du double anneau (Müntz modifiée). Le pH a été mesuré par la méthode électrométrique avec un rapport terre/eau de 1/2,5. Le carbone total, l'azote total et la capacité d'échange cationique ont été analysés respectivement par les méthodes : Anne, Kjeldhal et acétate d'ammonium à pH = 7. La variété de blé dur « waha », originaire du Mexique et sélectionnée à Sétif (Algérie), a été retenue pour l'expérimentation (semis en lignes à 20 cm d'écartement, à la dose de 120 kg/ha). Deux types de boues résiduaires (boues floculées à la chaux et au $FeCl_2$ et boues liquides) ont été utilisés à raison de 20 t/m/s/ha. Eu égard à la texture limono-argileuse et à la



Photo 1. Vue générale du dispositif expérimental.

Photo 1. Global view of the experimental design.

B. Dridi, F. Zerrouk : Institut national agronomique, Département de science du sol, Hacén Badi, 16200 El Harrach, Alger, Algérie.

Tirés à part : B. Dridi

Tableau 1**Caractéristiques analytiques du sol de l'essai (Institut national agronomique, Alger)**

Granulométrie (%)		Paramètres chimiques et biochimiques	Complexe adsorbant mEq/100 g de sol
Argile :	31,6	pH eau : 7,8	Ca ⁺⁺ : 11,1
Limons fins :	14,3	pH KCl : 7,1	Mg ⁺⁺ : 4,6
Limons grossiers :	13,2	MO (%) : 2	Na ⁺ : 2,5
Sables fins :	13,8	N (%) : 0,13	K ⁺ : 1,6
Sables grossiers :	27,1	C/N : 9,1	S : 19,80
			T : 21

Physico-chemical characteristics of the studied soil (National Institute of Agriculture, Algiers)**Tableau 2****Caractéristiques chimiques des fumures appliquées**

Paramètres	pH	Matières sèches (%)	Cendres (%)	Carbone organiq. total (%)	P ₂ O ₅ (%)	N total (%)	C/N
Boues liquides	7,2	9,2	56,9	21,5	3,1	2,3	9,4
Boues solides	7,6	48,5	67,9	16,0	2,2	1,6	10,0
Fumier	6,8	50,1	34,0	33,0	1,1	1,1	29,5

Chemical characteristics of the applied manure sewage**Tableau 3****Propriétés physiques des sols après les différents traitements (Institut national agronomique, Alger)**

Traitements	Humidité (%) pF						Porosité totale (%)	Is	RU (mm/cm sol)	Ks (cm/h)	Rendement (qx/ha)	
	0	1,6	1,9	2,5	3	4,2					grains	paille
Témoin	28,0	21,7	19,8	17,4	16,2	9,1	39,7	3,5	1,31	3,5	40,3	97,1
Boues solides	31,2	23,0	20,6	18,1	16,6	9,4	41,0	2,0	1,33	8,9	88,0	132,6
Boues liquides	30,0	22,4	20,4	17,9	16,5	9,4	40,3	1,0	1,33	14,2	91,3	126,7
Fumier	30,4	22,8	21,1	18,6	16,9	9,7	41,9	1,2	1,40	4,8	96,8	130,7
Fumure minérale	29,8	21,8	19,4	16,9	15,8	8,9	39,9	2,0	1,25	3,8	62,0	110,8

pF : potentiel de l'eau ; Is : indice d'instabilité structurale ; RU : réserve utile ; Ks : conductivité hydraulique saturée.

Physical properties of the soil after different treatments (National Institute of Agriculture, Algiers)

faible teneur en matière organique du sol, la densité apparente des sols traités est élevée (1,54 à 1,57). La porosité est faible à moyenne pour l'ensemble des traitements (tableau 3) ; elle est de

41,9 % pour le fumier, de 39,7 % dans le témoin et de 41 % pour les boues solides riches en calcaire. Ces différences restent faibles, l'essai n'étant qu'à sa première année.

La distribution de la porosité totale en catégories de pores (macro, méso, micro-porosité) n'a pas montré de différences entre les traitements.

La capacité de rétention en eau des cinq traitements est moyenne aux différents pF (tableau 3). Après apport de fumier et de boues, les sols traités ont des teneurs en eau à différentes énergies et une réserve utile toujours supérieures à celles du témoin et de la fumure minérale. Le classement des cinq traitements à pF 2,5 et 4,2 par le test de Newman et Keuls est par ordre décroissant : T3 > T1 > T2 > T0 > T4.

En raison de leur teneur élevée en matière organique (16 à 33 %) [4], les boues liquides et le fumier ont amélioré la stabilité structurale des sols traités, avec un avantage pour les boues liquides qui contiennent des sucres à métabolisme rapide [5]. Sur une période plus longue, ce traitement devrait perdre cet avantage au profit du fumier et des boues solides, car il apporte du calcaire ayant servi à la floculation, ce qui bloque l'évolution de la matière organique [6].

Les effets des boues liquides sont similaires à ceux des engrais verts, avec une efficacité plus élevée, mais éphémère. Les conductivités hydrauliques saturées les plus élevées sont observées avec les boues liquides (14,2 cm/h) et les boues solides (8,9 cm/h), ce qui traduit des effets bénéfiques sur la structure du sol grâce aux ciments organiques et au calcaire contenus dans ces substrats [7]. Le classement de ce paramètre donne l'ordre décroissant suivant : T2 > T1 > T3 > T4 > T0.

Les rendements en blé pour l'ensemble des traitements sont très élevés par rapport à ceux ordinairement connus dans le pays, mais l'année d'expérimentation (1992-1993) avait des conditions climatiques très favorables (photo 2). Les résultats les plus intéressants portent sur la stabilité structurale (avec un Is de 1 pour le traitement boues liquides). La conductivité hydraulique, avec 8,9 et 14,2 cm/h pour respectivement les boues solides et boues liquides, indique un effet hautement structurant sur le sol, avec des rendements en grains élevés (88 et 91,3 qx/ha). La fumure organique classique (fumier) donne des résultats meilleurs que les boues pour ce qui est des capacités en eau et du rendement en blé (96,8 qx/ha).

Les boues solides ont fourni le rendement le plus élevé en paille, ce qui laisse entrevoir, à terme, une augmentation

Summary

Application of sewage sludges and properties of a soil in Algeria

B. Dridi, F. Zerrouk

Low soil content in organic matter in the Mediterranean region could be compensated by residual sewage sludge supply. We conducted a preliminary experiment to compare the effect of two types of sewage sludge (liquid or solid as flocculated with FeCl_2) on soil physical properties and wheat yield. Five treatments were applied: liquid or solid sludge, farmyard or chemical manure, and unmanured control, with five replicates in a completely randomised blocks design.

The plot was located in the National Institute of agriculture experimental station in Algiers.

The soil is characterised by a silty clay texture, pH 7.8 and 2% of organic matter. The sewage sludge came from the urban station of Baraki (Algiers). Sludge had a pH of 7.2 (liquid), 7.6 (solid), and a high carbon and nitrogen content (21.5% and 2.3 for liquid mud, 16 and 1.6 for solid mud respectively). Soil porosity was low (ranging from 39.7% to 41.9%) due to the fine texture and low organic matter content of the soil. Water content was moderate for all treatments, with a slight advantage to farmyard manure and sewage sludge.

The available water calculated by the difference between water holding capacity (2.5) and wilting point moisture (4.2) was high in soils treated by farmyard manure, liquid and solid sewage sludge (1.4; 1.33 and 1.33 mm/cm, respectively).

Structure stability was better in soil treated with liquid sewage sludge (1) followed by farmyard manure (1.2) and solid sewage sludge (2). Saturated water conductivity was very high in soils treated with sewage sludge, both liquid and solid (14.2 and 8.9 cm/h respectively), followed by farmyard manure (4.8 cm/h). All results obtained from fertilised soil were very close to those obtained from control soil. The improvement of soil physical properties was reflected in higher seed and straw yields. The highest yields were obtained with soil treated with farmyard manure (96.8qx/ha), liquid sewage sludge (91.3 qx/ha) or solid sewage sludge (88qx/ha). Mean straw productions were as follows: solid sewage sludge: 132.6 qx/ha, farmyard manure: 130,7qx/ha, liquid sewage sludge: 126.7 qx/ha and manure 110.8 qx/ha.

It is concluded that sewage sludge improved soil physical properties and wheat yield. The differences between treatments were small, because the amounts of sewage sludge supply were voluntarily kept low for environmental reasons. The results need to be evaluated for a longer period of time, with higher amount of amendments, and further chemical and microbiological investigations are needed for sanitary and heavy metals evaluations.

Cahiers Agricultures 2000 ; 9 : 69-71.



Photo 2. État de la végétation avant la récolte.

Photo 2. Aspect of stands before harvest.

substantielle des résidus de récoltes favorables au statut humique du sol.

Conclusion

L'apport des boues durant la première année d'expérimentation a amélioré les propriétés physiques du sol (porosité, I_s , K_s , RU) ainsi que les rendements en grains et paille du blé. Les doses appliquées ont été faibles pour des raisons environnementales et les applications devraient être répétées sur une période de 3 à 4 ans afin de mesurer les effets cumulés. Ces premiers résultats doivent être complétés par un suivi dans le temps des paramètres chimiques et biochimiques du sol (pH, carbone, azote), par des études sanitaires (germes pathogènes), ainsi que par l'étude des métaux lourds (nature, concentrations, migrations) ■

Références

1. Xanthoulis D. Valorisation agricole des boues d'épuration en Wallonie. *Ann Gembloux* 1980 ; 86 : 61-78.
2. François 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 ; 43 p.
3. Bahri A, Boumane B. Effet de l'épandage des eaux usées traitées et boues résiduelles sur les caractéristiques d'un sol sableux de Tunisie. *Science du sol* 1987 ; 25 : 267-78.
4. Barideau L. Les boues d'épuration, menaces pour l'environnement ou matière première pour l'agriculture ? *Bull Rech Agro* 1986 ; 3 : 369-82.
5. Saadi N, Hadouche S. *Contribution à l'étude de la valorisation agricole des boues résiduelles issues de la station d'épuration de Baraki. Problèmes liés à la présence des métaux lourds et des germes pathogènes*. Alger : Mém Ing USTHB, 1990 ; 75 p.
6. Morel JL, Guckert A. *Influence of limed sludge on soil organic matter and soil physical properties*. Dordrecht : Reidel publishing company, 1981 : 25-42.
7. Henin S, Gras R, Monnier G. *Le profil cultural. L'état physique du sol et ses conséquences agronomiques*. Paris : Masson et Cie, 1969 ; 332 p.