

Influence de divers amendements organiques sur les propriétés physiques d'un sol cultivé.

Dridi B., Toumi C.

Institut National Agronomique, El Harrach , Alger

Dridi B., et Toumi C. – 1995 : Influence de divers amendements organiques sur les propriétés physiques d'un sol cultivé. Ann. Agron. I.N.A., Vol. 16, N° 1 et 2, pp.127–137

Résumé : Le présent travail porte sur l'étude comparée des propriétés physiques d'un sol cultivé en vesce-avoine sur lequel ont été réalisés divers traitements (deux types de boues de station d'épuration , un fumier ovin de 2 ans, une fumure minérale PK, un témoin). L'expérimentation a été réalisée sur un sol limono-argileux de la ferme de l'I.N.A. Les résultats obtenus ont montré que les valeurs des propriétés physiques (macroporosité ; K ; capacité en eau...) les plus favorables ont été mesurées dans le traitement fumier. Comparativement au témoin, les boues ont également amélioré de manière significative ces paramètres. La fumure minérale a donné des résultats intermédiaires. Les rendements les plus élevés ont été obtenus avec le fumier. Il est suivi dans l'ordre par les boues floculées, les boues liquides et la fumure minérale. Le rendement le plus faible est issu du témoin.

Mots Clés : boues, fumier, propriétés physiques, vesce-avoine.

Effect of several organic amendment on physical properties of a cultivated soil

Abstract : The present work turn on comparate study of physic properties of a cultivated soil with vetch/oat mixture, witch several treatments had been realized on it. Two mud types of purification station, dung of 2 years, a mineral manure PK, a witness .

The experimentation had been realized on silty-clay soil of the I.N.A. farm . The results obtained had showed that the physic properties values (macroporosity, K, water potentiel) the most favourable had been evaluated in dung treatment. Comparatively to the witness, the muds had also improved signifiantly this factors. The mineral manure had given a halfway between results. The most high yield was obtained with the dung. It is followed by the fluffy muds, liquid muds than mineral manure. The lowely yield is obtain with witness.

Key-words : muds, dung, physical properties, vetch/oat mixture.

INTRODUCTION

A l'instar des sols méditerranéens, les sols d'Algérie sont caractérisés par leur faible taux de matière organique, conséquence du type de climat qui règne dans nos régions et des systèmes cultureux pratiqués qui ne sont pas favorables à la constitution d'une réserve organique dans le sol.

Parallèlement aux faibles rendements de la production végétale qui laissent alors peu de résidus végétaux sur le sol, et qui habituellement constituent l'essentiel de la matière organique, les apports de fumier sont insignifiants. En effet, les coûts de revient élevés de la production laitière étaient, jusqu'à ces derniers temps, peu encourageants pour le développement de cette filière.

Les conséquences de cette situation sur la fertilité du sol sont préjudiciables à son devenir. Il est admis qu'un sol dont le taux de matière organique est bas se compacte facilement et perd de ce fait sa fertilité physique (taux de porosité et sa distribution, rétention en eau, aération...). Sur le plan chimique et biologique, la matière organique constitue une source énergétique pour les micro-organismes du sol qui la dégradent puis la transforment sous forme minérale assimilable par les plantes (éléments biogènes, oligo-éléments, azote).

Dans le but de trouver un substitut à la matière organique d'origine végétale et animale, de nombreuses recherches sur les boues des stations d'épuration ont été menées à l'étranger.

En Algérie, peu de travaux ont été réalisés avec ce sous produit. Actuellement, quelques stations d'épuration fonctionnent plus ou moins régulièrement et produisent de ce fait d'importantes quantités de boues résiduaires qui posent d'ailleurs des problèmes de pollution et de stockage (infiltration et contamination de la nappe phréatique ; importants volumes solides produits nécessitant beaucoup d'espace).

Dans le présent travail, L'expérimentation présentée porte sur la comparaison de 2 types de boues de la station d'épuration de Baraki (El Harrach) , un fumier ovin (2 ans), une fumure minérale (P.K.), et enfin un témoin .

Tenant compte du rôle fondamental de l'eau sur le niveau de production des cultures, ce travail a été orienté sur l'étude des effets comparés de chaque traitement sur les propriétés physiques et hydriques d'un sol cultivé en vesce-avoine dans le cadre d'un assolement triennal du type blé-fourrage-légumes secs.

MATERIEL ET METHODES

1. Matériel

1.1. Le sol

Le sol, de texture limono-argileux, présente les caractéristiques suivantes (tab.I) .

Tableau I. Les caractéristiques de l'horizon labouré du sol (0–50 cm).

Caractéristiques du sol	Résultats
pH (eau)	7,6
M.O (%)	2,52
N (%)	0,21
Argile %	31,55
Limon %	27,51
Sables %	36,54
S (meq/100g)	14,80
T (meq/100g)	21
S/T (%)	76,88

1.2. Le climat de l'année de l'expérimentation

Le climat de l'année 1992–93 s'est avéré moins pluvieux (465 mm) que la moyenne annuelle calculée sur 15 ans (1974– 1989) qui est de 650 mm . Il faut remarquer que le mois de Novembre a été le mois le plus pluvieux (115,1 mm).

Les températures ont été globalement saisonnières durant tout le cycle végétatif.

1.3. La culture

Elle est constituée d'une association de vesce–avoine (vesce de Turquie et avoine violette Avon d'Espagne). La densité de semis est de 120 Kg/ha avec un rapport de 60% de vesce et 40% d'avoine.

Compte tenu de la superficie des parcelles élémentaires, le semis a été réalisé le 21–11–92 à la volée.

Le précédent cultural étant un blé.

1.4. Les boues et le fumier

Les boues proviennent de la station d'épuration de Baraki qui traite les eaux usées de l'Oued El Harrach. Dans ce cours d'eau, se déversent les rejets domestiques et industriels de l'agglomération d'El Harrach et de ses environs. Les résultats analytiques représentent ces boues à un moment donné de l'année car ils peuvent changer au cours du temps (pluviométrie, intensité de l'activité industrielle...). Les échantillons dont les résultats sont présentés au tableau II ont été récoltés et analysés au mois d'Octobre 1992.

Tableau II. : Composition chimique des substrats organiques (BAZI, 1992).

Substrats	Boues Floculées	Boues Liquides	Fumier
pH	7,79	7,56	6,79
M.S %	9,29	48,51	50,13
Cendres M.S (%)	56,24	67,86	34,00
C.O.T M.S (%)	21,53	16,07	53,00
P ₂ O ₅ %	3,09	2,20	1,10
N %	2,28	1,61	1,12
C/N	9,44	10	29,46

Le fumier provient de la bergerie de l'I.N.A, il a mûri durant 2 ans sous abri .

2. Méthodes

2.1. Les traitements

Cinq traitements ont été retenus pour cette expérimentation :

- T₀ : témoin, aucun apport,
- T₁ : boues floculées au chlorure ferrique à la dose de 20 Tonnes de matières sèches/ha
- T₂ : boues liquides , digérées, à la dose de 20 tonnes de matières sèches/ha
- T₃ : fumier ovin de 2 ans à la dose de 20 tonnes de matières sèches/ha
- T₄ : fumure minérale correspondant à 60 kg de P₂O₅ et 30 kg de K₂SO₄ /ha
La vesce étant une légumineuse, nous n'avons pas apporté de fumure azotée.

2.2. Le dispositif expérimental

Chaque traitement est répété 5 fois sur des parcelles élémentaires de 6 m² (3 m x 2 m) . L'ensemble est disposé en 5 blocs de 5 parcelles distribuées de manière aléatoire à partir d'une table statistique (DAGNELIE, 1975).

La surface totale utilisée est de 342 m². Des marges de garde, larges de 1 à 2 m ont été aménagées afin de limiter les effets de bordure.

2.3. Méthodes et d'analyse

- La masse volumique du sol sec : méthode au cylindre in-situ
- Capacités de rétention en eau : appareil de Richards
- Granulométrie : méthode internationale à la pipette de Robinson
- pH : méthode électrométrique avec un rapport terre/eau de 1/2.5
- Carbone total : méthode Anne
- Azote total : méthode Kjédahl
- C.E.C. : méthode à l'acétate d'ammonium à pH 7

RESULTATS

1. La masse volumique du sol sec

La masse volumique du sol sec, ou densité apparente, traduit un état de compaction et, indirectement, la porosité totale. Lorsqu'elle est élevée, le sol oppose une résistance mécanique à la croissance des racines, les capacités de rétention en eau sont réduites et la circulation des fluides ralentie (drainage, échanges gazeux).

Le tableau III montre que le fumier donne la densité apparente la plus faible suivi de la fumure minérale, des boues flocculées et liquides. Avec une valeur de 1.54, le témoin montre en effet, à contrario, que les boues ont , au même titre que le fumier, une action de structuration , mais cependant sensiblement moins prononcée.

Tableau III. La masse volumique moyenne du sol sec.

Traitements	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Masse volumique du sol sec g/cm ³	1,54	1,39	1,42	1,33	1,36

2. Les capacités de rétention en eau

Les mesures de rétention en eau à différents pF ont montré que ce sol a des capacités relativement élevées. Les traitements appliqués ont amélioré cette importante propriété (tabl. IV)

Tableau IV. Les capacités de rétention en eau des différents traitements (humidité pondérale %).

pF Traitements	0	1.6	1.9	2.2	2.5	2.7	4.2
T ₀	30,40	28,84	27,66	27,43	26,80	24,30	16,50
T ₁	35,96	30,22	29,04	28,42	27,15	24,50	17,00
T ₂	39,85	34,87	32,60	31,69	30,70	23,00	20,00
T ₃	38,35	35,34	29,60	26,17	25,72	24,50	20,50
T ₄	35,63	31,80	30,0	29,32	28,62	26,00	18,00

Dans l'ordre, on remarque que les boues liquides ont donné les meilleurs résultats suivies du fumier jusqu'à pF 1.9, puis par les boues solides jusqu'à pF 2.5, mais avec un très faible écart par rapport à la fumure minérale .

L'observation des résultats indique des écarts élevés à faibles pressions, ils se réduisent à mesure que les pF augmentent. Cette évolution traduit l'effet favorable des amendements apportés sur la structure du sol.

L'analyse statistique (tabl. V) montre que les boues liquides (T₂) se classent toujours en première position sauf à pF 4.2. Le fumier forme le dernier groupe homogène à pF 2.2 et 2.5, il traduit sa faible influence à ce niveau d'énergie.

Tableau V . Résultats de l'analyse statistique.

Variables (pF)	Analyse de variance Niveau de signification (P = 0.95)	Test de Newman et Keuls Groupes homogènes.
1,6	T.H.S	(T ₂ T ₃)(T ₄)(T ₁)(T ₀)
1,9	S	(T ₂)(T ₃ T ₄)(T ₁)(T ₀)
2,2	T.H.S	(T ₂)(T ₄ T ₁ T ₀)(T ₃)
2,5	H.S	(T ₂)(T ₄ T ₁ T ₀)(T ₃)
2,7	H.S	(T ₂)(T ₄)(T ₃ T ₁ T ₀)
4,2	T.H.S	(T ₃ T ₂)(T ₄ T ₁)(T ₀)

3. Distribution de la porosité

La porosité totale, moyenne à bonne pour l'ensemble des traitements (44,40 % à 46,80 %) à l'exception du témoin (38,40 %), a été répartie en 3 catégories de pores par application de la loi de Jurin (tabl.VI).

En effet, le taux de porosité totale est seulement indicatif de l'état physique du sol, par contre, la connaissance de sa distribution en diamètres équivalents renseigne mieux sur son fonctionnement. Il faut toutefois préciser que cette distribution est susceptible d'évolution au cours du temps en fonction du taux d'humidité (PAGLIAI, 1982).

Tableau VI : La porosité totale et sa distribution (%).

Porosité et catégories traitements	Porosité totale (p.t.)	Macropores	Mésopores	Micropores
T ₀	38,40	18,35	5,65	76,00
T ₁	44,40	26,19	9,98	63,83
T ₂	43,20	33,14	8,69	58,17
T ₃	46,80	45,68	20,25	34,07
T ₄	45,60	26,56	6,52	66,92

Trois groupes de pores ont été retenues selon leur taille en fonction de la texture du sol et des valeurs de pF correspondant à la capacité de rétention en eau :

- Macropores : $> 19 \mu\text{m}$
- Mésopores : $6 \mu\text{m} < r < 19 \mu\text{m}$
- Micropores : $< 6 \mu\text{m}$.

L'analyse du tableau VI montre la prédominance des macropores dans les traitements fumier (45,68%) et boues flocculées (33,14%), et à l'inverse, celle des micropores dans le témoin (76 %).

Ainsi, il est mis en évidence que les substrats organiques utilisés dans les différents traitements ont favorisé la formation des macropores. La fumure minérale a également modifié la distribution de la porosité en raison certainement de l'importance de la biomasse aérienne qui a protégé le sol contre l'impact des pluies et du système racinaire plus dense qui a contribué à améliorer la structure du sol (BUI HUI TRI et MONNIER,

1973). Notons enfin que les mésopores sont les mieux représentés dans le traitements fumier. Globalement donc, on observe que l'étagement des 3 classes de pores y est le plus régulier.

Une différence très hautement significative entre les différents traitements en ce qui concerne la macroporosité et la microporosité a été observée.

Ainsi, 5 groupes homogènes de macropores ont été dégagés représentant les 5 traitements testés. Ils ont donné l'ordre suivant : $T_3 > T_2 > T_4 > T_1 > T_0$

La microporosité a permis la formation de 4 groupes homogènes correspondant aux traitements suivants : $(T_0) > (T_4, T_1) > (T_2) > (T_3)$

4. La réserve en eau utile

La réserve en eau utile est en relation directe avec le taux de micropores. Cependant, il faut signaler que le niveau de ce paramètre ne peut être corrélé directement avec le rendement de la culture. En effet, toute l'eau retenue n'est pas nécessairement disponible pour la plante.

Dans ce travail, c'est le témoin, donc le sol le moins bien structuré, qui présente la réserve utile la plus élevée (36,05 mm) (tabl. VII) . Elle est en effet en relation directe avec le taux de micropores (76 %).

Tableau VII : La réserve utile des différents traitements.

Traitements	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Réserve utile (mm)	36,05	30,23	34,08	15,96	32,64

A l'inverse, le fumier donne la réserve utile la plus faible (15,96 mm). Par ailleurs, ces résultats ne contredisent pas la bibliographie classique selon laquelle, le taux de matière organique augmente la disponibilité en eau. Dans ce cas nous sommes en présence de seuils trop bas pour être en accord avec cette hypothèse.

Rappelons que la matière organique ici a un effet contraire car elle a augmenté le taux des macropores. Globalement, la réserve utile est moyenne à bonne. Dans l'ordre décroissant, les différents traitements ont donné le classement suivant : $T_0 > T_2 > T_4 > T_1 > T_3$

L'analyse statistique a déterminé 4 groupes homogènes classés comme suit: $(T_0) > (T_2, T_4) > (T_1) > (T_3)$

5. La conductivité hydraulique in situ

Ce paramètre a été mesuré au moyen d'un dispositif dit de double anneaux et d'un vase de Mariotte.

Les résultats obtenus (tableau. VIII) viennent conforter ceux observés pour la distribution de la porosité. En effet, le classement des traitements selon la macroporosité est identique à celui de la conductivité hydraulique. Ainsi, nous confirmons que la porosité totale n'est pas suffisante pour comprendre le fonctionnement du sol, mais c'est plutôt sa distribution volumique qui est déterminante (PAGLIAI, 1982, 1983).

Tableau VIII. La conductivité hydraulique (cm/h).

Traitements	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
K(cm/h)	1,45	2,25	2,71	3,56	2,17

Cependant, on peut ajouter sans plus de précisions qu'en plus du diamètre des pores qui intervient notamment dans le drainage des eaux excédentaires et les échanges gazeux, il faut tenir compte d'autres caractéristiques de la porosité comme la forme des pores, la tortuosité, les étranglements et l'orientation des pores (horizontaux, verticaux).

L'analyse statistique met en évidence 4 groupes homogènes de pores : (T₃) > (T₂) > (T₁, T₄) > (T₀)

6. Les rendements des cultures

Techniquement il n'est possible d'étudier les facteurs de fertilité qu'isolés les uns des autres, cependant ils constituent une base d'évaluation des potentialités du sol.

En pratique, c'est le rendement d'une culture qui constitue la résultante de l'ensemble des interactions (physique, chimique, biologique) ayant pour siège le sol.

Les rendements en matières sèches obtenus varient de 19,93 q/ha pour le témoin à 29,86 q/ha pour le fumier (tabl.IX). La moyenne nationale de l'année ayant été de 20 q/ha.

Tableau IX : Les rendements de la culture

Traitements	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Rendements q/ha	19,95	27,45	24,36	29,86	22,74

Le meilleur rendement est donc obtenu avec le fumier, suivi respectivement par les boues flocculées (27,45 q/ha) puis liquides (24,36 q/ha). Le rendement le plus faible est observé avec le témoin .

Les performances obtenues avec les amendements organiques sont les conséquences favorables tant sur le plan physique que sur celui chimique.

La comparaison des moyennes deux à deux a montré des différences significatives de rendements entre le témoin et chacun des autres traitements.

CONCLUSION

Les résultats obtenus cette année portant sur les propriétés physiques et hydriques ainsi que sur les rendements sont comparables à ceux de l'année 1992– 1993 (ZERROUK, 1993). Ils sont encourageants et ouvrent la voie vers la poursuite et l'approfondissement de ces premières expériences. En effet, des différences positives en faveur des boues ont été mises en évidence, et ce malgré le faible niveau des doses appliquées. Le fumier occupant la meilleure position demeure une fumure organique de référence.

Cependant, il faut souligner certaines réserves ayant trait aux limites d'utilisation de ces sous-produits.

Il s'agit essentiellement des aspects sanitaires notamment vis à vis de la culture à mettre en place et des manipulateurs lors de leur épandage.

Par ailleurs, la présence de métaux lourds doit également inciter à la prudence afin d'éviter la pollution du sol et de la nappe phréatique.

Ce sont finalement des expérimentations avec une approche pluridisciplinaire qui doivent être retenues afin d'aboutir à des résultats complets et reflétant au moins deux rotations triennales.

Références

BAHRI A., HOUMANE B., 1987 – Effet de l'épandage des eaux usées traitées et boues résiduelles sur les caractéristiques d'un sol sableux de Tunisie. Science du sol. 1987. Vol 25/4, pp. 267–287

BAZI M., 1992 – Valorisation agricole des boues de station d'épuration : incidences sur quelques propriétés chimiques du sol. Thèse. Ing. Agro. I.N.A., El Harrach, 5Op.

BUI HUI TRI , MONNIER G., 1973 – Etude quantitative de la granulation des sols sous prairie de graminées. Ann. Agro. Vol . 24. N°4.

DAGNELIE P., 1975 – Analyse statistique à plusieurs variables. Vauder, 362p. Bruxelles.

PAGLIAI M., SEQUI P., 1982 – The influence of animal slurries on soil physical properties. instituo sperimentale agronomico.N 14, Bari., pp. 44–66.

PAGLIAI M., et BISDOM E.B.A. and LEDIN N , 1983 – Changes in surface structure (Crusting) after application of sewage sludge and pig slurry to cultivated agricultural soils in northern Italy. Geoderma 30. pp. 35–53.

ZERROUK F., 1993 – Valorisation agricole des boues de station d'épuration : Incidence sur quelques propriétés physiques d'un sol cultivé. Thèse Ing. Agro. I.N.A. El Harrach, 62p.