

Effets d'un conditionneur synthétique sur les propriétés physiques des couches de surface d'un sol salé de la Mina

SAIDI D.

Centre universitaire de Chlef, BP151- Chlef, 02000 Algérie

Résumé : La couche superficielle des sols salés de texture limoneuse de la plaine de la Mina (Relizane) ont une faible stabilité structurale. Elle est donc sensible à la formation de croûte de battance sous l'action des pluies et des irrigations. Ces croûtes sont à l'origine de pertes importantes de rendements et diminuent l'infiltrabilité du sol.

Pour essayer de palier à ce problème, nous avons étudié l'action de conditionneur de sol, principalement d'un conditionneur minéral à base de polymère d'aluminium (WAC), sur la stabilité structurale des sols.

Les résultats obtenus montrent que le conditionneur minéral a un impact positif sur la stabilité structurale.

Dans la cas des agrégats, la fraction fine obtenue pour les deux tests utilisés est plus faible avec l'application du conditionneur minéral traduisant ainsi une faible dispersion. Pour l'échantillon du sol sous pluie simulée, nous avons trouvé que l'infiltration est meilleure pour le sol traité et ce durant toute l'expérience.

Mots clés : Stabilité – Battance – Désagrégation par éclatement – Désagrégation mécanique – Pluie simulée – Infiltration – Conditionneur

Effect of mineral conditioner on physical properties of soil surface

Abstract : The soil surface, of the Chellif valley affected by the salt is covered by silty loam and have a low structural stability. During the rainfall the soil surface can suffer from crust formation which can prevent crop emergence and promote erosion.

We have studied a mineral conditioner aimed to solve this problem, called WAC which is a basic sulfated aluminium polychloride. The actual soil surface in the field down the natural aggregates in the laboratory have been investigated.

Under simulated rainfall, we have quantified the incrust formation due to the conditioner. Then we have shown the influence of the conditioner on mechanisms of disaggregation by slaking and mechanical breakdown using a method to study aggregate stability of Le Bissonnais, 1988.

key words : Stability – Crusting – Slaking – Mechanical breakdown – Simulated rainfall – infiltration – conditioner.

INTRODUCTION

La structure des couches superficielles des sols cultivés de la plaine du Bas-Cheliff (Mina) évolue rapidement sous l'action des pluies. L'une des manifestations les plus caractéristiques de la dégradation de la structure des couches de surfaces est le développement des croûtes superficielles dénommées croûtes de battances.

Cette dégradation est due à une dispersion des fractions grossières en fractions plus fines selon que la stabilité structurale est plus ou moins bonne. Cette désagrégation est due principalement à quatre mécanismes qui dépendent des conditions physico-chimiques de l'interaction eau-sol et des propriétés des sols (LE BISSONNAIS ET LE SOUDER, 1995). Le premier mécanisme est l'éclatement dû à la compression de l'air piégé lors de l'humectation, le deuxième est une désagrégation mécanique due à l'impact des gouttes de pluie, le troisième est une microfissuration par gonflement différentiel et le quatrième se traduit par une dispersion physico-chimique.

Les conditionneurs sont définis comme étant des substances d'origines variées, naturelles ou synthétiques et de nature organiques ou minérales (ALLISON, 1956) qui améliorent les propriétés physiques des sols. Ils sont disponibles à l'état solide, en poudre ou solution. Ils sont apportés au sol en quantité relativement faible; leur action est immédiate.

Durant les trente dernières années, de nombreux travaux ont évalué les effets des conditionneurs sur l'amélioration de la stabilité des agrégats. Les résultats obtenus ont permis d'accroître l'infiltration de l'eau et la conductivité hydraulique (ALLISON et MOORE, 1956 ; DE BOOT, 1972 ; HELLALIA et LETEY, 1988 ; BEN et LETEY., 1989 ; LE, 1990 ; MALIK et al., 1991).

Pour atteindre l'objectif visé par ce travail, deux points seront successivement abordés.

En premier lieu, des lots d'agrégats de 3 à 5 mm de diamètre traités au préalable par le conditionneur et des témoins seront soumis à une désagrégation par éclatement total et une désagrégation par énergie mécanique (LE BISSONNAIS, 1988).

En second lieu, l'échantillon du sol remanié est soumis à une pluie simulée d'intensité constante de 20mm/h pour pouvoir suivre l'évolution de l'infiltration au cours de l'expérience (BOIFFIN, 1984 ; HELLALIA et al., 1988 ; LE SOUDER et al, 1991).

MATERIELS ET METHODES

1. Echantillon étudié

La zone étudiée concerne la plaine de la Mina où l'on trouve des sols peu évolués non climatiques d'apport alluvial et des sols halomorphes à structure non dégradée salins (Commission de pédologie et de cartographie des sols, 1967). Les sols sont carbonatés, argileux à limono-argileux ; la conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée est comprise entre 1 et 20 dS/m, le taux de sodium échangeable varie entre 5 et 25 % de la capacité d'échange cationique (SAIDI, 1993).

L'échantillon utilisé provient d'un sol cultivé de la plaine de la Mina. Il fait partie de la classe des sols salsodiques avec une conductivité électrique de 23.6 dS/m et une texture limono-argileuse susceptible de former une croûte de battance.

L'échantillon de sol a été prélevé dans la couche superficielle à une profondeur de 20 cm. De cet échantillon séché à l'air ont été extraits des agrégats de taille de 3 à 5 mm.

Les caractéristiques analytiques de l'échantillon de sol sont présentées dans le tableau I. Les déterminations granulométriques ont été faites avec décarbonatation, après dispersion à l'hexamétaphosphate de sodium ; le carbonate de calcium est déterminé par volumétrie au calcimètre de Bernard ; le carbone est analysé par la méthode Anne ; le pH est mesuré dans une suspension terre/eau de 1/2.5 ; la conductivité électrique est mesurée sur un extrait de pâte saturée.

Tableau I. Caracteristiques de l'échantillon de sol.

Distribution de la taille des particules (%)									
0- 2 μ m	2-20 μ m	20-50 μ m	50- 200 μ m	200-2000 μ m	MO%	pH	CaCO ₃ %	CE dS/m	ESP %
27.3	15.3	32.4	14	11	1.3	7.9	23.8	23.6	21.3

2. Le conditionneur utilisé

Le WAC est un produit de polychlorure basique sulfaté d'aluminium (10 % Al₂O₃), commercialisé comme floculant des eaux usées par une société étrangère. Ce conditionneur minéral possède un rapport $r = OH/Al$ de 1.5, il est cationique (LE SOUDER, 1990). Le produit utilisé est mélangé avec la même quantité d'eau distillée pour être pulvérisé jusqu'à recouvrir toutes les faces de l'agrégat. A l'échelle de la surface du sol, une dose de 2000 litres de mélange par hectare est appliquée par pulvérisation.

3. Méthodes d'études

Pour mettre en évidence l'effet du conditionneur minéral sur la stabilité structurale, trois expériences ont été envisagées comportant chacune un traitement et un témoin.

3. 1. Désagrégation par éclatement

5g d'agrégats témoins et traités sont immergés dans l'eau distillée pendant 5 minutes. Après élimination de l'excès d'eau, les échantillons sont transférés avec précaution sur un tamis de 100 μm qu'on plonge dans de l'alcool. Les fractions supérieures à 100 μm sont séchées à l'étuve jusqu'à un poids constant. Enfin, les différentes fractions granulométriques (2, 1, 0.6, 0.2, 0.1, < 0.1 mm) sont pesées séparément.

3. 2. Désagrégation par énergie mécanique

La désagrégation par énergie mécanique traduisant l'impact des gouttes de pluie a été étudiée sous pluie simulée en soumettant 5 g d'agrégats séchés (témoins et traités), calibrés de 3 à 5 mm, à une intensité de pluie de 60 mm/h, pendant 5 minutes. Les échantillons sont ensuite transférés avec précaution sur un tamis de 100 μm qu'on plonge dans de l'alcool. Enfin, les différentes fractions granulométriques, préalablement séchées, sont pesées séparément.

3. 3. Infiltration

Nous avons suivi au cours d'une pluie simulée d'intensité fixe de 20 mm/h, l'évolution du taux d'infiltration final en mm/h de la surface d'un massif de sol remanié traité et non traité. On utilise des bacs infiltromètres de 15 x 20 x 10 cm à double fond qui permettent la récupération de l'eau infiltrée (fig. 1). Les échantillons sont placés sur un support ayant une inclinaison de 5 % afin d'éviter une surcharge due à l'accumulation de l'eau qui pourrait augmenter l'infiltrabilité. Ainsi, l'étude de la mesure de l'infiltration stabilisée est déterminée par les paramètres intensité de pluie et formation de croûte superficielle.

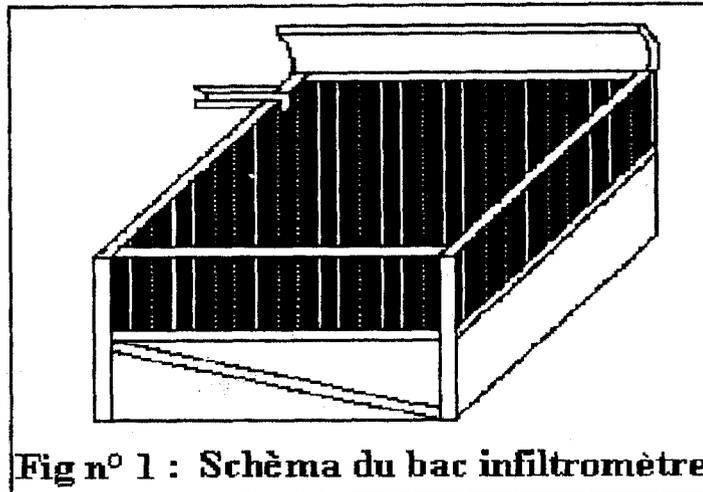


Figure 1. Schéma du bac infiltromètre

RESULTATS

1. Désagrégation par éclatement total

Sur la figure 2, nous pouvons noter tout d'abord le type de distribution de la taille des particules résultantes pour le témoin. Les classes inférieures à $200 \mu\text{m}$ sont très importantes et représentent 80 % de la distribution. Il y a très peu de particules supérieures à 2 mm. Avec le traitement au WAC, ces fractions grossières augmentent jusqu'à 30 %, alors que les fractions fines ($<200 \mu\text{m}$) diminuent fortement.

2. Désagrégation par énergie mécanique

La figure 3 montre que la distribution du témoin qui est caractérisée d'une part par un fort pourcentage des fractions fines (49 % $< 0.1 \text{ mm}$) et d'autre part par un faible pourcentage des fractions grossières (1.5 % $> 1 \text{ mm}$).

Avec le traitement au WAC, les fractions grossières ($>1\text{mm}$) augmentent fortement jusqu'à environ 50 %, alors que les fractions fines inférieures à $200 \mu\text{m}$ diminuent fortement jusqu'à une valeur de 12 %.

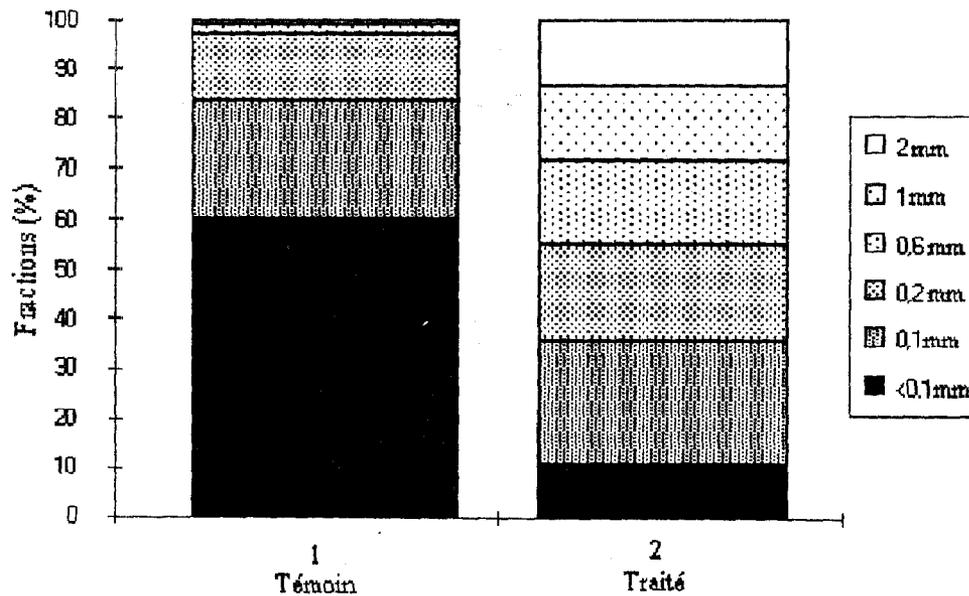


Fig n° 2: Distribution de la taille des particules résultante de la phase d'éclatement total

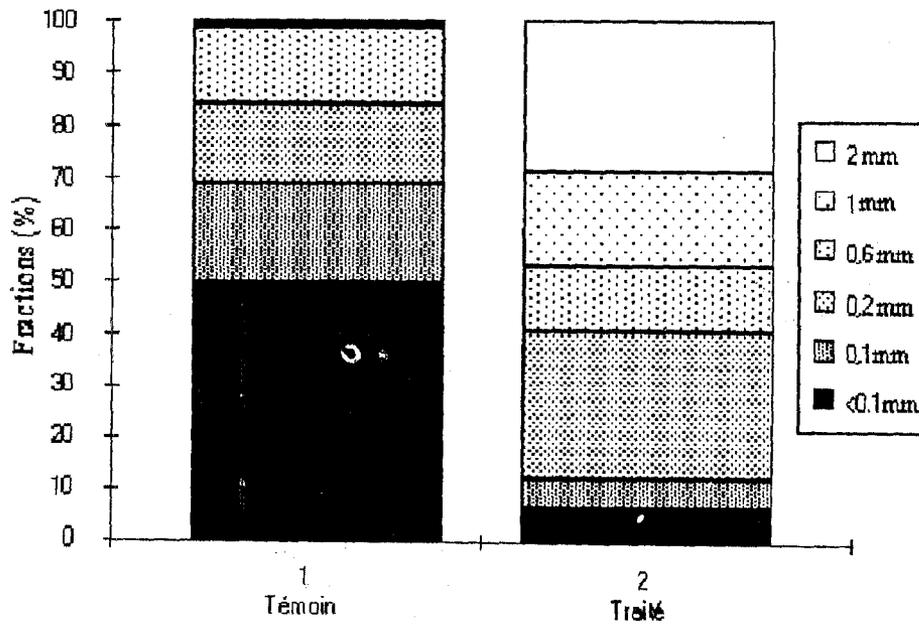


Fig n° 3: Distribution de la taille des particules résultante de la phase d'énergie mécanique

3 . Infiltration

La figure 4 représente l'évolution de l'infiltrabilité des deux échantillons témoin et traité sous une pluie simulée de 20mm/h. Il en ressort que l'écoulement de l'eau infiltrée débute vers 12 – 13 mm de pluie cumulée .La valeur initiale de l'infiltration est de 12 – 13 mm/h pour le témoin et de 16 – 17 mm/h pour le traité. La valeur de l'infiltration de l'échantillon témoin diminue fortement dès 12.5 mm de pluie cumulée et se stabilise vers 40 mm à une valeur proche de 4 mm/h.

L'infiltrabilité de l'échantillon traité décroît tardivement et graduellement vers 16 mm et atteint un palier de 11mm/h à partir de 35mm de pluie cumulée.

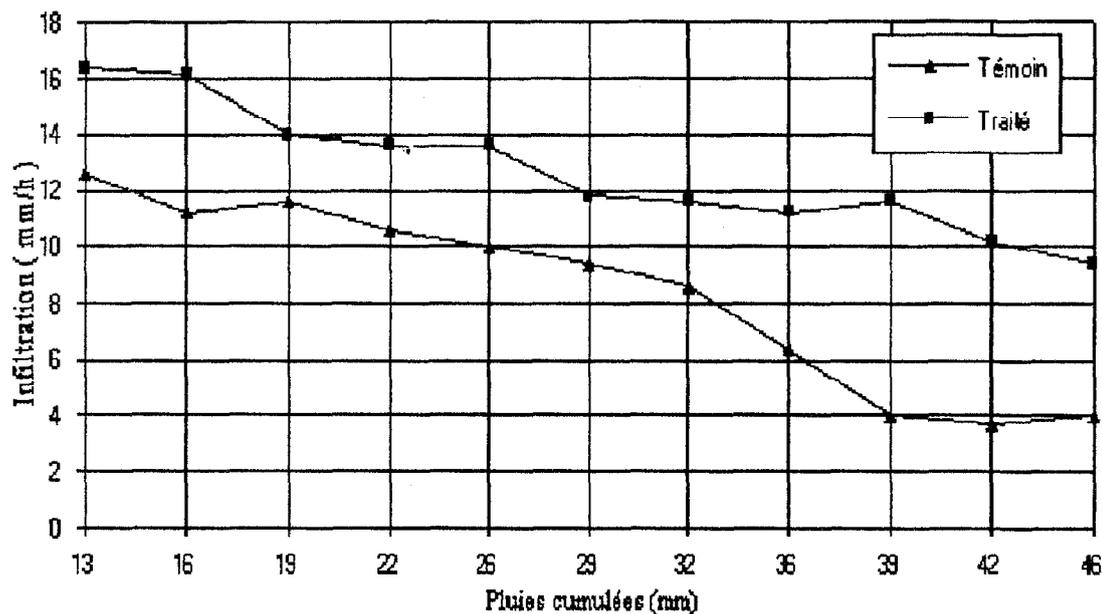


Fig n° 4: Evolution de l'infiltration en fonction des pluies cumulées

DISCUSSION

Dans le cas de la désagrégation par éclatement total et celui de la désagrégation par énergie mécanique, les résultats auxquels on a abouti montrent un effet positif du conditionneur minéral (WAC) sur la stabilité des agrégats. En effet, dans les deux cas, la désagrégation a été plus faible pour les échantillons

traités dans la mesure où la fraction fine traduisant une dispersion plus élevée est chaque fois plus importante dans le cas du témoin.

Selon LE SOUDER (1990), une pareille amélioration de la stabilité peut être expliquée par une action du conditionneur :

- Soit sur la cohésion à l'état humide des agrégats
- Soit sur des facteurs de la cinétique de pénétration de l'eau lors de l'humectation.

L'évolution de l'infiltration au cours d'une pluie révèle ainsi un effet retardateur du conditionneur sur la fermeture de la surface et la réduction de l'infiltrabilité. Ce retard, pour une pluie de 20 mm/h d'intensité est d'environ 5 mm de pluie soit un temps de 15 minutes. Quand l'équilibre hydrodynamique est atteint au cours de la pluie, c'est à dire lorsque les taux d'infiltration atteignent le degré de saturation, nous remarquerons que la valeur d'infiltration finale de l'échantillon traité est plus élevée que celle du témoin.

Lors de l'étude sur le terrain par des mesures de l'infiltrabilité de la surface selon la méthode des tâches saturées (BOIFFIN, 1984), a obtenu des valeurs de l'ordre de 5 mm/h pour des surfaces fermées par une croûte structurale et de l'ordre de 1 à 2 mm/h pour des surfaces au stade de la croûte sédimentaire. (LE SOUDER, 1990) a obtenu des valeurs de 7 mm/h qui correspondent naturellement aux propriétés d'une croûte structurale.

Ainsi dans notre cas, la valeur de 4 mm/h se rapproche des propriétés d'infiltrabilité d'une croûte sédimentaire et celle de 11 mm/h se rapproche des propriétés d'une croûte structurale.

CONCLUSION

Par ce travail , nous avons essayé de mettre en évidence l'effet d'un conditionneur minéral synthétique de sol dénommé WAC sur la stabilité structurale des sols de couches de surface de la plaine de la Mina.

Dans ce sens, nous avons traité en premier lieu des lots d'agrégats de 3 à 5 mm de diamètre par ce conditionneur. Ces agrégats ont été soumis à l'éclatement total et à l'énergie mécanique. En deuxième lieu un échantillon de sol remanié contenu dans des bacs infiltromètres traité lui aussi avec le conditionneur est soumis à une pluie simulée. Pour chaque expérience un témoin est établi.

Les résultats obtenus ont montré que le conditionneur contribue à l'amélioration de la stabilité structurale en limitant la désagrégation. C'est ainsi que la fraction fine obtenue dans les cas de l'éclatement et l'énergie mécanique est plus faible en cas du traitement par le conditionneur du sol WAC. Dans le cas de l'échantillon soumis à l'action de la pluie, le suivi de l'évolution de l'infiltration a montré que cette dernière est plus importante pour l'échantillon traité par le conditionneur.

Références

ALLISON L. (1956) : Soil and plants responses to VAMA and HPAN soil conditioners in the presence of high exchangeable sodium. J. Soil Sci. Am. vol. 20 N° 2, pp. 147 – 151.

ALLISON L. et D.C. MOORE, (1956) : Effect of VAMA and HPAN soil conditioners on aggregation, surface crusting and moisture retention in alkali soils. J. Soil Sci. Am. vol 20, N° 2, pp. 143 – 146.

BEN HUR and J.LETEY, (1989) : Effect of polysaccharides, clay dispersion and impact energy on water infiltration. Soil Sci. Soc. Am. J. (53), pp. 233 – 238.

BOIFFIN J. (1984) : La dégradation structurale des couches superficielles du sol sous l'action des pluies. Thèse de Docteur ingénieur INAPG 320 p + annexes.

C. P. C. S., 1967 : Classification des sols. Commission de pédologie et de cartographie des sols, INRA, 87 p.

DE BOOT, M., 1972 : Improvement of soil structure by chemical means. In Optimizing the Soil Physicals en Environment toward Greater Crop Yield. D Hillel. pp 43 – 55.

HELALIA A. M., LETEY J., GRAHAM R.C., (1988) : Crust formation and clay migration effects on infiltration rate. Soil Sci. Soc. Am. J. 52, pp. 251 – 255.

HELALIA A. M., and LETEY J., (1988) : Cationic polymer effects on infiltration rate with a rainfall simulator. Soil Sci. Soc. Am. J. 52, pp. 247 – 250.

LE BISSONNAIS Y., (1988) : Analyse des mécanismes de désagrégation et de la mobilisation des particules de terre sous l'action des pluies. Thèse Doct. de science de la terre. Univ. Orleans 196p

LE BISSONNAIS Y. et LE SOUDER C., 1995 : Mesurer la stabilité structurale des sols pour évaluer leur sensibilité à la battance et à l'érosion. Etude et gestion des sols, 2, 1, pp 43 – 56.

LE SOUDER C., (1990) : Effet d'un conditionneur minéral sur la formation des croûtes superficielles du sol sous l'action des pluies. Mode d'action du conditionneur sur la stabilité. Thèse Doct. INAPG., 181p.

LE SOUDER C., LE BISSONNAIS Y. et M. ROBERT, (1991) : Influence of a mineral conditioner on the mechanisms of disaggregation and sealing of a soil surface. Soil Science, Vol. 152, N° 5 PP 395 – 402

MALIK M., AMRHEIN C. and J. LETEY, (1991) : Polyacrylamides to improve water flow and salt removal in a high shrink-swell soil. Soil Sci. Soc. Am. J., (55), pp. 1664 – 1667.

SAIDI D., (1993) : Etude expérimentale de la stabilité structurale des sols des plaines du Cheliff. Thèse Mag. INA Alger 138p.