

Intérêts et limites des bilans salins pour estimer les transferts de solutés à différentes échelles spatiales et temporelles

Application aux sols d'une vallée aménagée de Basse-Casamance (Sénégal)

J.P. MONTOROI

ORSTOM, Laboratoire des Formations Superficielles
32, Avenue Henri Varagnat, 93143 BONDY Cedex

Les sols salés couvrent naturellement d'importantes surfaces sur tous les continents et sous tous les climats. Le développement mondial de la culture irriguée entraîne souvent une extension secondaire des terres salées liée à la dégradation chimique et physique des sols et à une mauvaise conduite de l'irrigation. Aussi, la salinité des sols cultivés doit pouvoir être évaluée avec suffisamment de précision pour éviter ses effets négatifs sur la production agricole (RHOADES, 1984).

De 1989 à 1991, les sols salés et sulfatés acides du bas-fond de Djiguinoum (Basse-Casamance) ont été remis en culture. Deux périmètres rizicoles ont été aménagés sur ces terres stérilisées pour montrer que la gestion hydraulique d'un barrage anti-sel a un impact direct sur leur productivité. Pour ce faire, les eaux de la retenue ont été évacuées selon un protocole strict de manière à ce que leur qualité chimique soit compatible avec une bonne croissance du riz. Les résultats agronomiques, obtenus en termes de rendement, ont été probants plusieurs années durant (MONTOROI, 1994).

Cependant, ils soulèvent quelques questions quant à leur durabilité.

* La mobilisation des sels au niveau d'un profil de sol peut se faire suivant plusieurs modes : dissolution et entraînement par les eaux de ruissellement et/ou par les eaux de drainage... Peut-on identifier de tels processus et en estimer leur importance ?

* La gestion hydraulique permet d'exporter des sels du système bas-fond : ces exportations influencent-elles le stock salin du bas-fond ? Autrement dit, y a-t-il une réelle diminution de ce stock d'année en année ?

* Si l'action anthropique au niveau du barrage montre une réelle efficacité sur le dessalement général du bas-fond, des techniques culturelles appropriées permettent-elles de renforcer cet impact ?

Pour répondre à ces questions, nous présentons et utilisons la méthode des bilans salins.

Méthode d'étude

Le calcul du bilan salin repose sur le principe suivant :

Soit un volume de sol V (en dm^3), le stock de sel M_s (en g) contenu dans ce volume V , est donné par la relation :

$$M_s = CD_{ss} V_e = CD_{ss} H_v V$$

où CD_{ss} est la charge dissoute de la solution du sol (g L^{-1}),
 V_e le volume d'eau (en dm^3) contenue dans le volume de sol V ,
 H_v l'humidité volumique ($\text{dm}^3 \text{dm}^{-3}$).

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : Bx1967 Ex : 1

215

Pédogénèse et altération - Approches géochimiques



010019617

Connaissant les dimensions du volume V, soit la hauteur z (dm) et la surface s (dm²), le stock salin est calculé par la relation :

$$M_s = C D_{ss} H_v z s$$



On établit le bilan salin en calculant la variation du stock salin (Δm_s) entre deux instants donnés.

Nous avons appliqué ce principe de calcul à deux situations :

- le volume considéré est un horizon de sol ($z = 1 \text{ dm}$; $s = 1 \text{ dm}^2$) et, par cumul, un profil de sol d'1 m de profondeur ($z = 10 \text{ dm}$) : le bilan salin a été calculé en conditions naturelles au cours d'une saison des pluies (1990) et en conditions simulées au cours de 3 pluies (60 mm pendant 1 h) espacées par un ressuyage de 24 h.

- le volume de sol est déterminé par des cartes de salinité établies annuellement dans le bas-fond et définissant plusieurs classes de salinité ($z = 12 \text{ dm}$ ou 18 dm ; s variable selon la classe).

Plusieurs techniques de mesure de la salinité ont été mises en oeuvre (capteur in situ de la solution du sol en céramique poreuse, extrait aqueux au laboratoire, conductivimètre électromagnétique EM-38).

Résultats

Dessalement d'un profil de sol

- sous pluies naturelles

On constate que le stock salin a beaucoup diminué entre le 4 juin et le 7 juillet. C'est essentiellement la pluie du 30 juin qui a contribué à ce Dessalement, notamment en surface. Ensuite, la diminution est moins forte.

Entre le 24 septembre et le 22 octobre, les horizons inférieurs montrent un bilan positif: il y a augmentation de la salinité en profondeur. Cette augmentation est très perceptible à 35 cm et 45 cm, cotes qui correspondent au changement de maturation physique du sol.

Cette remontée de la salinité à un niveau intermédiaire est difficile à expliquer. On peut invoquer le ralentissement des transferts hydriques dans le matériau peu développé alors que la saison des pluies s'achève et qu'il n'y a plus d'ouvertures au barrage.

En revanche, elle continue à diminuer en surface mais très faiblement, le bilan global étant positif.

- sous pluies simulées

L'évolution dans le temps de la lame ruisselée montre que les deux dernières pluies ont un coefficient de ruissellement proche de 100 % (98 % et 97 %) et que le régime permanent (100 % de ruissellement) est atteint au bout de 10 mn. La première pluie ruisselle moins, avec cependant un coefficient élevé (74 %). Le régime permanent n'est jamais atteint.

La masse de sel totale exportée par le ruissellement décroît avec les pluies successives. Elle est deux fois moins importante entre la 1ère (environ 380 g) et la 3ème pluie (environ 190 g). A l'issue de l'expéri-

mentation, la masse totale de sel exporté de la parcelle s'élève à 822,2 g.

Dans le sol, pour une surface d'1 dm², on note une diminution de la quantité de sel en surface (18,5 g y compris l'exportation de surface), tandis qu'elle augmente dans les couches sous-jacentes (8,1 g). Il y a donc eu entraînement de matière en profondeur. Sur les 35 premiers centimètres, le bilan salin cumulé montre une perte de 2,2 g de sel. Ce bilan négatif ne varie pratiquement pas en profondeur.

Dessalement d'un bas-fond

On constate que le stock salin diminue d'année en année. Depuis 1987, le bas-fond a perdu environ 3.800 T pour une épaisseur de sol d'1,20 m ou bien 5.700 T pour une épaisseur de sol d'1,80 m. La diminution relative est de l'ordre de 3,1 % entre 1987 et 1988 et de 18,3 % entre 1988 et 1989. Elle est moins importante sur la période 1989-1991, environ 1,1 % par an.

Conclusion

Les bilans salins ont permis d'identifier, à différentes échelles de temps et d'espace, les processus qui conduisent à mobiliser les sels dans le bas-fond de Djiguinoum, et de quantifier l'impact du barrage anti-sel à court terme.

La prédominance des transferts salins de surface est due à l'alternance des périodes d'humectation et de dessiccation du sol. Une croûte saline imperméable se formant entre les pluies, la dynamique hydrique et saline est commandée par l'état de la surface du sol avant chaque pluie.

Le développement physique du sol joue un rôle important sur les mouvements salins internes. Les transferts verticaux sont favorisés par le système fissural. La distribution spatiale des sels dans les éléments structuraux montrent que le réseau fissural participe activement aux circulations transversales des solutions, à leur concentration et à leur dilution.

Globalement, le bas-fond se dessale d'année en année, mais ce dessalement est très dépendant des apports météoriques.

La quantification des transferts salins constitue donc une démarche intéressante pour évaluer l'impact d'aménagements agricoles et expliquer le fonctionnement du système sol défini dans le temps et l'espace. Cependant, les teneurs pondérales en sel restent indicatrices car les calculs ne prennent pas en compte la variabilité de la salinité et de l'humidité à l'intérieur des volumes de sol considérés.

BIBLIOGRAPHIE :

- Montoroi J.P., 1994 - La dynamique de l'eau et la géochimie des sels du bassin versant de Djiguinoum (Casamance, Sénégal). Conséquences sur la gestion durable de l'écosystème de mangrove en période de sécheresse. *Thèse Doct. Univ. Henri Poincaré, Nancy I, multigr., 349 p.*
- Rhoades J.D., 1984 - Principles and methods of monitoring soil salinity. In I. Shainberg and J. Shalhevet (Eds.) : "Soil salinity under irrigation. Processes and management". *Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg- New York-Tokyo*, pp. 130-142.



ASSOCIATION FRANÇAISE
POUR L'ÉTUDE DES SOLS



Actes des 5^e Journées Nationales de l'Étude des Sols

Sols et transferts des polluants dans les paysages

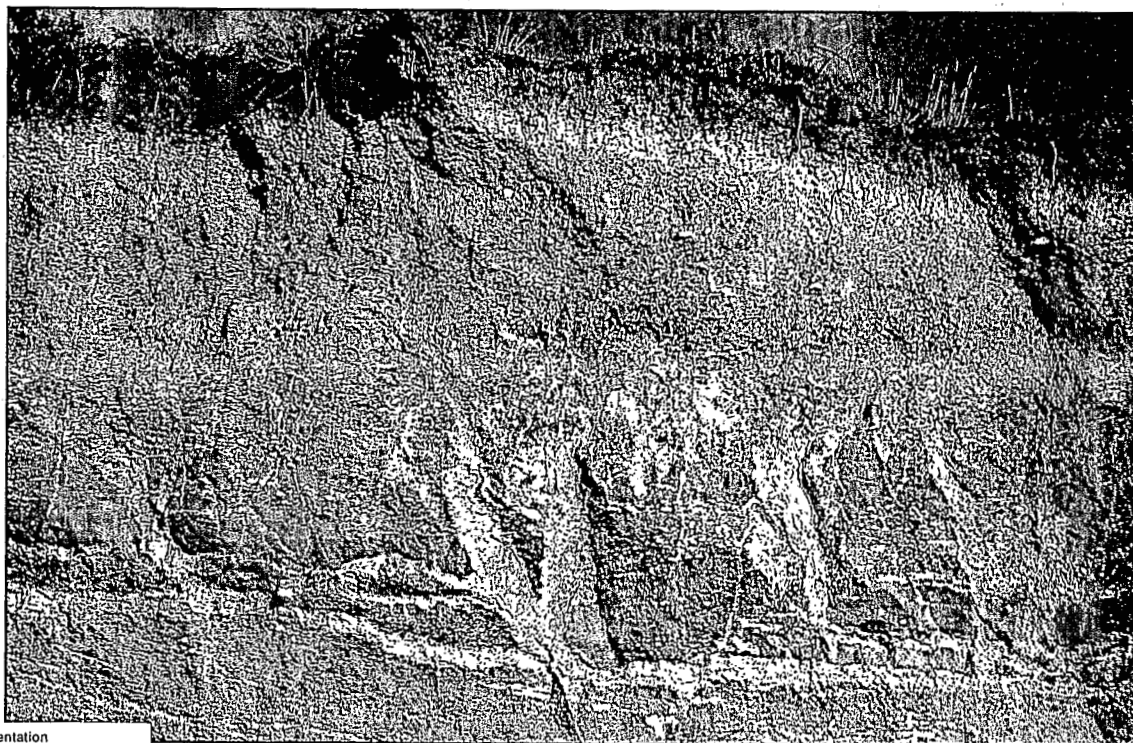


Photo : Penestin (Morbihan) - P. Curmi - INRA Rennes

ORSTOM Documentation



010001644

RENNES 96

ENSA - INRA Rennes
22 au 25 avril 1996

Pour la terre et les hommes
46 50 ans 96
de recherches à l'INRA



Comité d'organisation

C. Walter (ENSA-INRA Rennes)
C. Cheverry (ENSA-INRA Rennes)
P. Curmi (INRA Rennes)
P. Mérot (INRA Rennes)

Ces Journées ont été organisées sous l'égide de l'Association Française de l'Etude des Sols (AFES). Elles ont participé aux manifestations liées au centenaire de la présence de l'ENSA à Rennes et au cinquantième de l'INRA.

Les actes ont été publiés grâce à un soutien financier de la DERF du Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Pêche.

Les Journées ont par ailleurs bénéficié de soutiens financiers ou logistiques de la Région Bretagne, de l'ENSAR, de l'INRA et de la Ville de Rennes.

Remerciements à l'ensemble des personnes ayant permis l'organisation de ces Journées, en particulier O. Quidu, technicienne de l'ENSAR.