

Communication 2 : Impact de la gestion de l'eau sur le bilan d'alcalinité en riziculture irriguée Cas de l'Office du Niger (Mali).

Mohamed DICKO, Mamadou Kabirou DIAYE, Minamba BAGAYOKO, Brehima TANGARA¹

Nicolas CONDOM, Serge Marlet²

1 Résumé

L'alcalinisation des sols de l'Office du Niger a été mise en évidence par de nombreuses études (Bertrand, 1985 ; Vallès et al, 1989) sur la base des évolutions constatées par Toujan (1980) et considérée comme ayant des risques importants de compromettre la riziculture à l'Office du Niger (Bertrand et al, 1993). Cette évolution est en relation avec la qualité de l'eau d'irrigation dont l'alcalinité résiduelle calcite est positive (Vallès et al, 1987).

Les résultats obtenus plus récemment, montrent une diminution du pH in situ, une variation de l'alcalinité de l'horizon de surface et un impact limité de l'alcalinisation sur les rendements du riz (Marlet et N'diaye, 1998). En effet, depuis le réaménagement du réseau d'irrigation et de drainage à partir de la moitié des années 1980, des quantités d'eau plus importantes sont apportées sur les parcelles permettant ainsi de maintenir une lame d'eau sur la parcelle de riz. Dans ces conditions d'anoxie, l'augmentation de la pression partielle du gaz carbonique (pCO₂) influence directement le pH du sol in situ en le diminuant (Ponamperuma, 1972). L'augmentation de la pCO₂ provoque également la solubilisation des minéraux alcalins calciques et magnésiens dont le calcium et le magnésium sont ensuite adsorbés partiellement sur le complexe d'échange. Il en résulte une importante libération sodium. Quand l'anoxie persiste, la chaîne des processus de réduction se poursuit et provoque la transformation des oxydes et hydroxydes de fer et de manganèse vers des formes réduites. Ces phénomènes consommateurs de protons produisent de l'alcalinité.

L'utilisation d'une eau très peu concentrée crée un gradient d'éléments solubles vers la lame d'eau de surface. Il en résulte une diffusion du sodium et de l'alcalinité susceptibles d'être évacués du milieu.

Il apparaît ainsi que dans les conditions de riziculture de l'Office du Niger, des processus biogéochimiques et de transferts d'éléments sources d'alcalinité interviennent. Ces processus sont : l'augmentation du taux du gaz carbonique par l'activité biologique ou le métabolisme de l'azote et la réduction des oxydes et hydroxydes de fer et de manganèse. Pour le court terme, (à l'échelle de la période de croissance du riz) ces processus jouent sans doute un rôle plus important que la concentration de l'eau d'irrigation ou celle de la nappe subaffleurante qui est habituellement invoquée. On distingue par ailleurs, les processus consommateurs d'alcalinité ou «puits d'alcalinité» qui sont la réduction des sulfates ou la variation probable de la Capacité d'Echange Cationique (CEC), le bilan minéral à l'interface entre la racine et la solution du sol et la diffusion vers la lame d'eau des ions bicarbonates et des ions sodium libérés du complexe d'échange. Ce dernier processus permet d'évacuer des quantités importantes de sels vers le système de drainage (Dicko, 1999 ; Condom, 2000 ; N'diaye et al, 2002).

¹ Institut d'Economie Rurale, B.P.12 Niono via Ségou (MALI) / Email of main author: mohamed.dicko@ier.ml

² CIRAD-Montpellier, Avenue Agropolis, 34398_Montpellier (France)

Ces processus très spécifiques aux sols submergés jouent un rôle très important dans l'équilibre actuel des phénomènes d'alcalinisation au cours de la saison entière (lorsque le sol est sous submersion et pendant la période d'assèchement entre deux cultures de riz) et pourraient expliquer le faible impact de l'alcalinisation sur le rendement du riz irrigué. Il n'en serait probablement pas ainsi avec d'autres systèmes de culture ne supportant pas les conditions réductrices de la riziculture par submersion.

Mots clés : alcalinité, alcalinisation, pH, Eh, pCO₂, riz, submersion, Office du Niger.

2 Résumé anglais (Abstract)

The soil alkalization of the Office du Niger has been put in evidence by numerous studies. This evolution has been bound to the quality of the irrigation water whose residual alkalinity is positive. The risk of alkalization bound to the irrigation water has been put in evidence by N'Diaye (1987) and Vallès (1989) what explains for all these authors the evolutions first noted by Toujan (1980), and confirmed by N'Diaye (1987), Vallès (1989) and Bertrand (1991).

The more recent results show a decrease of the pH in situ, a variation of the alkalinity of the surface horizon and a limited impact of the alkalization on the rice yield (Marlet,1999). Indeed, since the beginning of the rehabilitation of the irrigation scheme in 1984, more important quantity of water are brought on the field that permitted to maintain a permanent floodwater in the rice fields. In these reduction conditions, the increase of the carbon dioxide partial pressure (pCO₂) influences directly the in situ soil pH that decreases. The increase of the pCO₂ also provokes the solubilization of the alkali minerals of which the calcium and magnesium are then partially retained on the clay surface. An important release of sodium results from it. When the oxygen lake persists, chains of the reduction processes continue and provoke the transformation of iron oxides and hydroxides and manganese toward reduced shapes. In this type of soil, these protons consumers produce the alkalinity.

The use of low salt concentrated water creates a gradient toward the floodwater and encourages ions diffusion in the same sense. Sodium and alkalinity become so susceptible to be evacuated of the rice field.

Finally, in the irrigated rice systems of Office du Niger, other biogeochemical processes and transfers of elements influence the balance of the alkalinity in upper layer of the soil. These processes probably play a more important role for the short term (rice growing period) than the concentration of the irrigation or ground water table usually invoked. One distinguishes on the one hand, the processes "alkalinity sources" that are the increase of the rate of the pCO₂ by the biologic activity or the metabolism of nitrogen by reduction of the manganese and iron oxides, on the other hand, the processes "alkalinity wells" that are the reduction of the sulphates, the bicarbonates and sodium ions diffusion toward the floodwater or the likely variation of the CEC, the mineral balance to the interface between the root and the soil solution.

These very specific processes to the flooded soils play a very important role in the present balance of the phenomena of alkalization during the entire season (when soil is under submersion and during the drainage period between two rice growing seasons).

Key words: alkalinity, alkalization, pH, Eh, pCO₂, rice, submersion, Office du Niger.

3 Bibliographie

Bertrand, R. (1985). Sodisation et alcalinisation des sols de l'Office du Niger (Mali), CIRAD-IRAT: 25pp.

Bertrand, R., B. Keïta and M. K. N'diaye (1993). "La dégradation des sols des périmètres irrigués des grandes vallées sud-sahariennes (cas de l'Office du Niger au Mali)." Cahiers Agricultures 2: 318-329.

Condom, N. (2000). Analyse et modélisation couplée des processus hydro-géochimiques de la salinisation des sols. Application aux sols rizicoles irrigués de l'Office du Niger (Mali). Montpellier. Montpellier, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier: 189 et annexes.

Dicko, M. (1999). Etude de l'impact des mécanismes bio-géochimiques sur le bilan de l'alcalinité des sols submergés. Cas d'un sol sableux de l'Office du Niger-Mali. DEA national de Science du sol, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier: 19 et annexes.

Marlet, S. and M. K. N'diaye (1998). Evolution temporelle et variabilité spatiale des indicateurs de la dégradation des sols par alcalinisation et sodisation à l'Office du Niger. Tome 1: Synthèse des travaux. Mali, IER. PSI-Mali.

Marlet, S. and M. K. N'diaye (2002). Des risques d'alcalinisation liés à l'irrigation et aux pratiques culturales. L'Office du Niger, grenier à riz du Mali. P. Bonneval, M. Kuper and J.-P. Tonneau, Cirad/Karthala: 163-167.

N'diaye, M. K., S. Marlet and M. Dicko (2002). Maîtrise de l'irrigation et du drainage en riziculture irriguée et désalcalinisation des sols à l'Office du Niger. Vers une maîtrise des impacts environnementaux de l'irrigation., Montpellier, France, CEMAGREF, CIRAD, IRD, Cédérom du CIRAD.

Ponamperuma, F. N. (1972). "The chemistry of submerged soils." Advances in Agronomy 24: 29-96.

Toujan, M. (1980). Aménagements hydro-agricole dépendant du canal du sahel. Evolution des sols irrigués, SOGREAH: 16.

Valles, V., R. Bertrand, F. Bourgeat and M. K. N'diaye (1987). "Le concept d'alcalinité résiduelle généralisée et l'irrigation des sols sodiques. Application aux sols du Kouroumari (Mali) et de la vallée de l'Oued Medjerdah (Tunisie)." Agronomie Tropicale 44(3): 157-163.