

Simulation de l'évolution de la solution du sol dans différentes situations irriguées en Afrique de l'Ouest

Hammecker C.¹ et van Asten P.^{2,3}

¹IRD, UR Ariane, BP 1386 Dakar, Sénégal

²ADRAO, BP 96 St Louis, Sénégal

³Wageningen University and Research (WUR), PO Box 8005, 6700 EC Wageningen, Netherlands

POSTER

En Afrique de l'Ouest, en particulier dans la zone de climat soudano-sahélien, l'irrigation est devenue le principal moyen de maintenir une activité agricole viable. Cependant comme dans toutes les régions arides du monde, la combinaison de l'irrigation avec une forte demande évaporatoire, peut se révéler un risque important pour la conservation des sols, dans la mesure où des problèmes de salinisation et d'alcalinisation -sodisation, sont souvent évoqués dans les périmètres irrigués sahéliens. En effet plusieurs sites comme à l'office du Niger au Mali ou la vallée du Gorgol en Mauritanie présentent des sols alcalins sodiques. En particuliers dans les périmètres irrigués ou l'eau d'irrigation montre une alcalinité résiduelle positive. Par ailleurs dans la vallée du fleuve Sénégal les aménagements plus récents comme dans la région de Podor, sont également irrigués avec une eau présentant une alcalinité résiduelle calcite positive.

Nous nous proposons donc de quantifier l'incidence de la qualité de l'eau d'irrigation sur l'évolution de la qualité de la solution du sol et du complexe d'échange cationique dans ces 3 situations en Afrique de l'Ouest, en prenant en compte les spécificités chimiques, minéralogiques et hydrologiques de chacune. Ces réactions étant généralement assez lentes à se développer pour pouvoir espérer observer un changement lors d'un suivi in-situ, nous avons choisi d'appréhender ce phénomène par modélisation numérique à l'aide du logiciel Phreeqc, afin de dégager les grandes tendances. Nous avons utilisé le logiciel Phreeqc (Parkhurst et Appelo, 1999). C'est un modèle géochimique classiquement utilisé en science du sol. Il permet de calculer la spéciation ionique, les activités des différents ions en solutions, l'indice de saturation par rapport à différents minéraux, ainsi que les équilibres avec le complexe d'échange. Par ailleurs il est également possible de calculer l'évolution de tous ces paramètres lors de la concentration de la solution et d'effectuer des mélanges de solutions différentes dans les proportions voulues.

Dans tous les sites considérés la culture principale est la riziculture et l'eau d'irrigation a une ARC et un SCR positifs mais des Capacités d'Echange Cationique variées (tableau 1). Dans le site de Donaye dans la vallée du fleuve Sénégal le sol est extrêmement argileux avec une CEC très élevée. On n'y observe pas de sols alcalins ou sodiques, et l'on tente donc de quantifier le risque que l'eau d'irrigation pourrait introduire au fil des années de culture. Les transferts d'eau sont au moins partiellement bloqués par un processus de piégeage d'air (Hammecker *et al.* 2002). Dans le périmètre irrigué de Foug Gleita (vallée du Gorgol) le sol présente une texture plus légère et une CEC également plus faible, par contre on observe la présence de sols alcalins sodiques. L'eau d'irrigation est partiellement lessivée vers la profondeur. A Niono dans l'Office du Niger, le sol a une texture plus sableuse et une CEC nettement inférieure aux sols précédents. Par contre dans ce cas, une nappe peu profonde et très carbonatée alimente une remontée capillaire vers la surface. L'évolution de la solution du sol et du complexe d'échange a été modélisée pour une soixantaine de cycles de cultures qui dans le cas de Donaye et de Foug Gleita, où l'on a généralement qu'une culture annuelle,

correspondent à une prédiction sur soixante ans, alors que pour l'Office du Niger la double culture est pratiquée plus largement.

A Donaye dans la vallée du fleuve Sénégal, dans le cas d'un drainage nul, lorsque toute l'eau d'irrigation apportée se concentre dans les horizons superficiels, la solution se concentre fortement, le Na sur le complexe d'échange augmente, mais le pH reste à des valeurs inférieures à 8. En effet le calcium du complexe présent en de grandes quantités vient compléter le déficit dans la solution pour former de la calcite. Le système évolue donc vers un processus de salinisation neutre. Lorsqu'on simule une fraction de lessivage de 5 % on se rend compte que la tendance est alors à une conservation de la qualité de l'eau dans la mesure où la concentration, l'ESP et le pH atteignent rapidement un palier pour lequel il n'y a pas de risque de salinisation. A Foum Gleita, si l'on considère également un milieu avec une fraction de lessivage nulle, la solution du sol montre une nette évolution vers un pôle alcalin avec de fortes valeurs de pH et d'ESP. Comme pour le cas de Donaye, une fraction de lessivage de 5% a pour conséquence de stabiliser les valeurs de pH, de concentration et d'ESP dans un domaine où il n'y a pas de risque salin à craindre pour le sol. Pour une fraction de lessivage de 10%, ce phénomène est amplifié, avec une légère diminution de l'ESP. Dans le site de Niono, on assiste à un spectaculaire processus d'alcalinisation-sodisation dans le cas d'un drainage nul. Cependant comme précédemment une fraction de lessivage de 3% permet d'inverser la tendance et permet de préserver la qualité de l'eau et du sol pour la riziculture. La simulation d'une remontée capillaire depuis la nappe quant à elle montre un processus d'alcalinisation-sodisation encore plus important, mais qui dans le cas d'une fraction de lessivage de 10 % permet également de conserver la qualité de l'eau et du complexe d'échange.

On montre ainsi que pour tous ces cas, contrairement à ce que laissait prévoir la qualité de l'eau d'irrigation, et comme on l'observe sur le terrain et les expérimentation de laboratoire, la riziculture ne risque pas d'altérer la qualité du sol par un processus d'alcalinisation ou de sodisation si une fraction de lessivage est assurée, qu'elle soit naturelle (Foum Gleita), artificielle avec un réseau de drainage (Niono) ou accidentelle avec des fuites dans les diguettes (Podor). Les sols alcalins présents sur les sites de Niono et de Foum Gleita ne peuvent pas être attribué à la riziculture.

Tableau 1 : Eaux d'irrigation et complexes d'échange dans les trois sites.

	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Alc mmol _c l ⁻¹	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	ARC	RSC	XCa	XMg	XNa	XK
											cmol _c kg ⁻¹		
Donaye	0.23	0.12	0.1	0.06	0.61	0.06	0.07	0.38	0.26	13	9	0.4	0.3
F.Gleita	0.78	0.38	0.32	0.12	1.4	0.11	0.09	0.62	0.24	11.8	4.8	0.3	0.6
Niono	0.11	0.1	0.17	0.05	0.38	0.08	0.002	0.27	0.17	0.55	0.2	0.15	0.01

Références

- Hammecker C., Antonino A., Maeght J-L, Boivin P., 2002. Experimental and numerical study of water flow in soil under irrigation in Northern Senegal: evidence of air entrapment. *European Journal of Soil Science*, 54, 000-000
- Parkhurst D.L., Appelo C.A.J., 1999. User's guide to Phreeqc (version2)-a computer program for speciation, batch-reaction, one-dimensional transport, and inverse geochemical calculations. *Water Resources investigations report 99-4256 USGS, Denver, Colorado*

Association Française



pour l'Etude des Sols



***Journées Nationales
de l'Etude des Sols***

2002

Orléans, 22 - 24 octobre 2002

Actes des 7^{èmes} Journées