

## **Utilisation des Eaux Salées et Risque de Salinisation à Long terme en Tunisie Centrale**

Hachicha Mohamed\*, Mansour Mohsen\*, Rejeb Saloua\*, Mougou Raoudha\*,  
Askri Hend\* & Abdelgawed Gilani\*\*

\*Institut National de Recherches en Génie Rural, Eaux et Forêts (INRGREF) 17 rue Hédi Karray  
BP 10 2080 Ariana - Tunisie

\*\* ACSAD Damas Syrie  
E mail: [hachicha.mohamed@iresa.agrinet.tn](mailto:hachicha.mohamed@iresa.agrinet.tn)

### **RESUME**

En milieu aride tunisien, l'irrigation s'effectue avec des eaux de plus en plus chargées en sels, les aquifères sont surexploités et le milieu tend vers une endoreisation suite à la mobilisation des eaux de surface. Plusieurs périmètres sont irrigués par des eaux de plus de 6 dS/m. Un programme de recherches appliquées pour l'utilisation des eaux moyennement salées et salées a été entamé depuis 2002 avec l'appui du FIDA et la coordination de l'ACSAD. Six parcelles appartenant à trois agriculteurs ont fait l'objet d'un suivi des eaux, des sols et des cultures. Les résultats montrent une faible efficacité de l'utilisation de l'eau salée. Les quantités d'eau d'irrigation dépassent souvent les besoins des cultures et ceux de lessivage. Pour la salinité du sol, elle augmente à court terme sous l'effet de l'irrigation et décroît sous l'effet de la pluie. A long terme, plusieurs tonnes de sels sont ramenées en surface. Cependant, une grande quantité est entraînée en profondeur. L'élévation de la salinité du sol se répercute sur le rendement des cultures. Néanmoins, la baisse de rendement est couverte par un faible coût de la culture à l'échelle d'une agriculture familiale.

**MOTS CLES :** Eau salée - Irrigation - Salinité - Culture - Long terme - Milieu semi-aride.

### **Use of Saline Water and Long-term Salinization Risk in Central Tunisia**

#### **ABSTRACT**

In arid Tunisian region, the irrigation is carried out with water increasingly saline, the aquifers are overexploited and the region tends towards an endoreisation following the mobilization of surface water. Several areas are irrigated by water with more than 6 dS/m. An applied research program for the use of brackish and saline water was started since 2002. Six parcels of three farmers have controlled for water, soil and crop. The results show low efficiency of the use of saline water. The quantities of water often exceed the crop requirement and need of salt leaching. For the soil salinity, it increases in the short term under the effect of the irrigation and decrease under the effect of the rain. At the long term, several tons of salts are added. However, a great quantity is involved in-depth. The rise in salinity of the soil is reflected on the crops yields. Nevertheless, lower yield is covered by a low cost of the crop on the scale of a family agriculture.

**KEY WORDS :** Saline water - Irrigation - Salinity - Crop - Long term - Semi-arid area.

## **INTRODUCTION**

En Tunisie, l'augmentation de la production agricole nécessite une bonne gestion de l'eau et du sol car ces ressources sont limitées. Parmi 380 000 ha irrigués, plusieurs sont irrigués par des eaux titrant plus de 4 g de sels/l (environ 4 à 6,5 dS/m). Dans certaines régions, les agriculteurs n'ont pas l'expérience nécessaire pour gérer efficacement le sol, l'eau et les cultures sous conditions salines. Par ailleurs, il n'existe pas suffisamment d'acquis de recherche dans le domaine des eaux salées (> 4 g/l) pouvant être transféré aux agriculteurs. En effet, les études dans ce domaine ont généralement porté sur l'effet de la salinité sur le sol à court terme et l'effet sur les plantes. Le coût de la récolte (aspect économique) a rarement été évalué ce qui est primordial pour l'agriculteur. De même et pour une agriculture irriguée durable, l'effet à long terme a été négligé. Dans ce contexte, un programme de recherches appliquées pour l'utilisation des eaux moyennement salées et salées en Afrique du Nord a été entamé depuis 2001 avec l'appui du FIDA et la coordination de l'ACSAD (IFAD, 2000). Son objectif est d'améliorer la production des systèmes irrigués à travers l'utilisation efficace et adaptée d'une eau rare et salée par les agriculteurs.

## **MATERIEL & METHODES**

Deux régions disposant d'importantes quantités d'eau salée ont été retenues. Elles représentent environ 20 % de la surface totale des terres tunisiennes irriguées. Il s'agit de Kairouan et Mahdia. Par région, un périmètre irrigué par des puits de surface dont la salinité de leurs eaux est fréquemment supérieure à 4 g de sels/litre (> 5 dS/m) a été sélectionné, en l'occurrence celui de Bou Hajla à Kairouan et Mahdia à Mahdia. Trois agriculteurs et deux parcelles par agriculteur ont fait l'objet de notre étude. Les parcelles couvrent entre 260 m<sup>2</sup> et 2200 m<sup>2</sup>. Leur sol est limono-sableux avec moins de 15 % d'argile. Les eaux titrent entre 5,7 et 7,8 dS/m à Mahdia et environ 7 dS/m à Bou Hajla (Hachicha et al., 2005).

Le suivi a concerné l'eau d'irrigation, la salinité du sol, le rendement et le coût des cultures. Depuis avril 2002, chaque parcelle a été équipée par un compteur d'eau. L'eau est mensuellement analysée. Quant à la salinité du sol, elle est déterminée avant l'installation de la culture, au milieu et à la fin du cycle de la culture. Des prélèvements de sol entre 0 et 1 m de profondeur et des mesures par conductivimétrie électromagnétique par l'instrument EM38 permettent la détermination de l'état de la salinité et sa variabilité spatiale. Le rendement de la culture est évalué pour chaque parcelle. Toutes les dépenses effectuées et tous les travaux réalisés par l'agriculteur sont enregistrés permettant l'estimation du coût de chaque culture. Par campagne, une même culture est retenue pour tous les agriculteurs. La rotation des cultures préconisée par les agriculteurs a été conservée. Le suivi des paramètres climatiques particulièrement la pluie, permet la conduite de l'irrigation. Dans ce contexte, la version de CROPWAT améliorée par Gaibeh et al. (2002) et a été employé pour assister l'irrigation par les agriculteurs.

## **RÉSULTATS**

### **Gestion de l'eau salée**

Les quantités d'eau d'irrigation pour la même culture, varient entre les agriculteurs et même entre les parcelles d'un même agriculteur. Elles ne sont pas étroitement liées aux besoins des cultures, ni ceux de lixiviation des sels. On observe en particulier deux situations. Certains irriguent moins fréquemment avec une dose d'eau élevée, d'autres irriguent plus fréquemment mais avec une dose d'eau réduite. On peut distinguer deux régimes hydriques différents :

- un régime exclusivement irrigué basé sur une utilisation unique de l'eau salée pour les cultures estivales et celles sous serres.
- un régime irrigué/pluvial basé sur une utilisation alternée de l'eau salée/douce pour les cultures automnales d'arrière saison et les cultures hivernales et printanières. En fonction des années, la pluie assure plus ou moins une partie des besoins hydriques de la culture. L'eau salée est employée comme un complément d'irrigation aux périodes déficitaires du cycle de la culture. Cette utilisation de deux qualités d'eau d'une manière alternée est une forme de stratégie proposée pour l'utilisation de l'eau salée (Rhoades, 1987; Rhoades et Loveday, 1990).

Concernant la qualité de l'eau, on observe une variabilité spatio-temporelle de cette qualité. Cependant, celle-ci n'est pas intégrée par l'agriculteur dans la gestion de l'eau salée (dose et fréquence). Sa gestion de la salinité est réduite à la rotation des cultures.

### **Évolution de salinité du sol**

Le profil salin est légèrement ascendant. La salinité est entre 3,8 et 5,0 dS/m entre 0-20 cm et 3,5 et 4,6 dS/m entre 80-100 cm. La salinité en surface accuse une variation plus élevée ( $CV > 43\%$ ) que celle en profondeur ( $CV < 43\%$ ). L'horizon de surface est soumis à l'effet de l'irrigation, de la pluie et celui de l'évaporation. Entre Avril 2002 et Avril 2005, les profils salins au niveau des parcelles ont peu varié bien. L'irrigation estivale ramène la salinité aux niveaux les plus élevés alors que l'irrigation hivernale n'arrête pas le processus lessivant des eaux pluviales qui durant la période de suivi étaient au-dessus de la normale. Ainsi, on a eu un régime salin additif induit par un régime hydrique basé exclusivement sur l'irrigation avec l'eau salée, et un régime salin globalement soustractif régit par un régime hydrique basé sur un apport d'eau salée alterné avec l'eau douce pluviale. Ces régimes hydriques et salins ont contribué à la réversibilité de la salinité. Les quantités de sels introduites par les eaux d'irrigation sont plus importantes durant la période estivale vu les besoins hydriques élevés des cultures et le régime intensif des apports d'eau. A Bou Hajla, les apports en eau ont varié entre 8240 et 15890 m<sup>3</sup>/ha pour une culture estivale de piment et 880 et 5390 m<sup>3</sup>/ha pour une culture hivernale d'orge. Au cours des 4 années de suivi, chaque parcelle a reçu un apport cumulé entre 20208 et 32041 m<sup>3</sup>/ha. Ce régime des eaux d'irrigation a induit des apports en sels entre 54,4 et 104,9 t/ha pour la culture estivale et 3,5 et 27,5 t/ha pour la culture hivernale. Les stocks initiaux de sels ont varié entre 1,58 t/ha pour la culture estivale et 2 et 2,64 t/ha pour la culture hivernale. Les stocks finaux de sels ont varié entre 3,7 t/ha pour la culture estivale et 1,58 et 3,27 t/ha pour la culture hivernale. L'examen des bilans salins révèle l'existence d'un régime salin additif et l'autre soustractif pendant lequel a eu le lessivage des sels. Après quatre années, les quantités entraînées au delà de 1 m de profondeur ont varié entre 49 et 174 t/ha. Les sels sont transférés dans le sous sol et à long terme, ils peuvent contaminés l'aquifère.

### **Rendement de la culture**

La fonction reliant le rendement à la salinité habituellement utilisée est celle proposée par Maas et Hoffman (1977) et Maas (1984). Pour une culture donnée, le rendement chute d'une manière linéaire en fonction de la salinité de l'eau (ou du sol) à partir d'un certain seuil. L'irrigation avec l'eau salée engendre certes des chutes de rendement des cultures estivales qui dépassent souvent 50 % et atteignent parfois 75 % du rendement maximum. Selon Ayers et Westcot (1985, FAO 29.1), la diminution de rendement ne doit pas excéder 50 % pour que l'utilisation de l'eau salée reste économiquement rentable. Malgré cela, nos agriculteurs continuent à irriguer avec cette eau. Pour les cultures d'hiver et d'automne, la chute de rendement est plus réduite n'excédant pas 50 % induite par l'importance des pluies.

### **Coût de la culture**

La charge familiale représente environ un tiers du coût total de la culture. Quand la salinité de l'eau est assez élevée, le revenu est assez bas pour couvrir les coûts et assurer un bénéfice. Dans ce cas, l'irrigation avec de l'eau salée est marginale. L'irrigation avec l'eau salée n'est économiquement rentable que dans un contexte d'une agriculture familiale pratiquée sur de petites surfaces. Cette forme d'agriculture irriguée est habituellement pratiquée autour des puits peu profonds. Pour des surfaces irriguées élevées et sans la contribution de la main d'œuvre familiale, l'utilisation de l'eau salée ne serait pas recommandée.

### **CONCLUSION**

Les résultats montrent la faisabilité technico-économique de l'irrigation avec l'eau salée en région semi-aride. Concernant la gestion de l'eau salée, l'efficacité de l'utilisation de l'eau diffère entre les régions et les agriculteurs. Les quantités d'eau d'irrigation dépassent quelques fois les besoins des cultures et ceux de lessivage. Cette mauvaise efficacité indique la nécessité d'améliorer la gestion de l'irrigation. Pour la salinité du sol, elle augmente à court terme sous l'effet de l'irrigation jusqu'à l'équilibre avec la qualité de l'eau et décroît par la pluie. A long terme, plusieurs tonnes de sels sont ajoutées au stock initial du sol. Cependant, une grande quantité est entraînée en profondeur. L'élévation de la salinité du sol se répercute sur le rendement des cultures. Néanmoins, la baisse de rendement est modérée. Enfin, l'évaluation du coût de la culture montre que l'emploi de l'eau salée est économiquement rentable à l'échelle d'une agriculture familiale autour des puits de surface et sur des petites surfaces.

### **REFERENCES**

- Ayers R. S. and Westcot D.W. (1985) - Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage, Paper 29.1 revised, FAO, Rome, 174 pages.
- Gaibeh A., Abdelgawed J. and Arselan A. (2002) - Computer programme for irrigation scheduling with saline water. ACSAD.
- Hachicha and project team (2005) - Summary of the programme results of the activities implemented in Tunisia. IFAD/ACSAD/INRGREF, 12 pages.
- IFAD (2000) - Applied research programme for the utilization of brackish/saline water in North Africa – Project document, 19 pages.

- Maas E.V. and Hoffman G.F. (1977) - Crop salt tolerance. Current assessment. J. Irrig. Drain. Div. Am. Soc. Civ. Eng. 103 (IR2), pp 115-134.
- Maas E.V. (1984) - Salt tolerance of plants. In. B.R. Christie (Ed.) Handbook of plant science in agriculture. CRC Press, Boca Raton, FL., pp 57-75.
- Rhoades J.-D. (1987) - Use of saline water for irrigation. Water quality bulletin 12, pp 14-20.
- Rhoades J.-D. and Loveday J. (1990) - Salinity in irrigated agriculture. Irrigation of agricultural crops. Agronomy monograph no. 30, pp 1089-1142.