

Impact de la salinisation de l'eau souterraine par l'intrusion de l'eau de mer dans la zone côtière du Mont Liban Sud sur la salinité du sol des cultures sous serre / S. Faysal ; sous la direction du Dr M. (el) Moujabber. — Extrait de : Annales de recherche scientifique. — N° 4 (2003), pp. 111-120.

Bibliographie. Figures. Tableaux.

I. Sols — Salinisation — Liban (Sud). II. Eau — Salinisation — Liban (Sud). III. Eau salée — Empiètement — Liban (Sud). IV. Puits — Liban (Sud).

Moujabber, M. el

PER L1049 / FA132414P

# IMPACT DE LA SALINISATION DE L'EAU SOUTERRAINE PAR L'INTRUSION DE L'EAU DE MER DANS LA ZONE CÔTIÈRE DU MONT LIBAN SUD SUR LA SALINITÉ DU SOL DES CULTURES SOUS SERRE

S. FAYSAL

*Sous la direction du Dr*

**M. (EL) MOUJABBER**

*Université Saint Esprit de Kaslik,*

*Faculté des Sciences Agronomiques.*

## RÉSUMÉ

*Dans le but d'évaluer l'impact de la salinisation de l'eau souterraine, par l'intrusion de l'eau de mer, sur la salinité du sol des cultures sous serres, la zone côtière du Mont- Liban sud a été choisie. Six puits ont été sélectionnés. Un échantillon d'eau de ces puits a été prélevé pour la période comprise entre juillet 2000 et avril 2001 à raison d'un prélèvement tous les 20 jours. Une analyse de la conductivité électrique et de l'ion Cl<sup>-</sup> a été effectuée. Cependant, pour les échantillons de sol, trois sites ont été sélectionnés, un dans chaque région et deux serres irriguées par l'eau de ce puits. Un échantillon a été prélevé à la fin de chaque mois pour la période comprise entre septembre 2000 et avril 2001. Une analyse de la conductivité de l'extrait de la pâte saturée ainsi que l'ion Cl<sup>-</sup> de cette même solution a été réalisée. Les résultats ont montré que les puits sont sujets à l'intrusion de l'eau de mer, l'eau de ces puits est saline avec une conductivité électrique variant entre 1.1 dS/m et 5.4 dS/m aboutissant ainsi à un degré de salinité élevé dans le sol des cultures sous serres. La surexploitation des puits a accentué le problème et a eu des répercussions sur le niveau piézométrique. Il s'est avéré que la salinité du sol est en relation avec la salinité de l'eau. Ces taux de salinité sont intolérables pour les cultures, affectant leur développement et leur rendement.*

**Mots clés:** *Puits, Salinité, Intrusion de l'eau de mer, Cultures sous serre, Sol et Liban.*

## ABSTRACT

*In order to assess the impact of groundwater salinisation by seawater intrusion and its effect on soil salinity in greenhouses, the coast of the Southern Mount-Lebanon was chosen. Six wells were selected, one in each village. Water samples were taken by the frequency of one sample per month over the period lasting from July 2000 until April 2001. Three wells were selected for soil sampling, one in each village and two greenhouses per well. One sample was taken at the end of each month during the sampling period between September 2000 and April 2001. Electrical conductivity of the saturated paste and Cl analysis were made. The results have confirmed that the wells are still exposed to seawater intrusion. Salinity rate of water oscillated between 1.1 dS/m and 5.4 dS/m leading to a high rate of salinity in the greenhouses soils. The long pumping period has increased the problem and affected the piezometric level. The results have showed that soil salinity is in relation to water salinity. These high rates of soil salinity are intolerable by the crops affecting thus their growth and yield.*

**Keywords:** *Wells, Salinity, Seawater intrusion, Greenhouses, Soil and Lebanon.*

## INTRODUCTION

L'eau revêt une importance capitale dans la région méditerranéenne, principalement dans le secteur agricole où elle constitue un facteur essentiel pour l'extension et l'intensification des cultures (Hamdy et Lacirignola, 1999), étant donné que les précipitations sont irrégulières même durant la saison pluvieuse, ceci augmente le pourcentage de terres dépendantes de l'irrigation. Le bassin méditerranéen peut être divisé en deux régions, la région Nord d'une part et sud, sud-est d'autre part. La différence entre ces deux régions se situe au niveau de la pluviométrie qui est 60 fois plus importante dans la région Nord et de l'intensité de l'évapotranspiration qui est maximale au sud, où se situe le Liban (Attia, 1997).

Au Liban, la population est estimée à 3 millions et demi d'habitants dont 13 % seulement sont des ruraux, avec une croissance démographique de 2 % par an (FAO, 1996). Près de la moitié de la ligne côtière libanaise est urbanisée et presque un tiers de ces espaces est naturel, c'est la partie la plus proche de la côte qui est urbanisée de la façon la plus intense. Cette urbanisation, le long du

trait de côte, s'effectue davantage aux dépens des espaces agricoles que des espaces naturels (Huybrechts, 2001). Les conséquences de l'urbanisation sont notamment la diminution de la surface disponible pour l'agriculture, le déplacement des exploitations vers des zones moins fertiles et/ ou plus coûteuses à exploiter et l'augmentation du prix des terrains sous l'effet de la spéculation foncière (Compain, 2001).

Selon la FAO (1996), la moyenne annuelle des précipitations est estimée à 828 mm. Les ressources internes en eau sont évaluées aux environ de 4.8 Km<sup>3</sup>, en revanche les ruissellements jugés être aux alentours de 4.1 Km<sup>3</sup>, les recharges des aquifères à 3.2 Km<sup>3</sup> dont 2.5 Km<sup>3</sup> constitue le « baseflow » des rivières.

L'utilisation des eaux souterraines pour l'irrigation a augmenté ces dernières années. Les agriculteurs qui font face à un manque d'eau, ont digué des puits entre 1992 et 1995. Plus de 2000 puits ont été ajoutés à un total de 10000 puits (FAO, 1996), surtout dans les régions côtières sud, au nord et dans la Békaa centrale. Ces puits sont digués anarchiquement, sans aucune étude géologique ou pédologique préalable. A ceci s'ajoute le problème de la surexploitation des puits. Dans ce cas, un phénomène d'intrusion de l'eau de mer peut se produire. Cette intrusion de l'eau va aboutir à la détérioration probable de la qualité de l'eau affectant ainsi le sol et par suite le rendement des cultures.

L'état d'intrusion de l'eau de mer a été mis en évidence l'an passé (El Moujabber et Bou Samra, 2002), mais une étude fondée sur une seule année ne peut pas confirmer les résultats. La présente consiste à poursuivre le projet. Son but est de pouvoir suivre l'état de la salinisation des eaux des nappes et du sol irrigué par cette eau pouvant déterminer si cette salinisation du sol est une conséquence de l'irrigation avec l'eau salée ou de l'ajout de fertilisants de façon anarchique.

## **MATÉRIEL ET MÉTHODES**

La région d'étude s'est étalée de Choueifat à Rmeilé au Mont Liban. L'irrigation dans cette région est assurée par des puits. Au total, 6 puits ont été choisis à Choueifat, Jieh et Rmeilé, répartis comme suit :

- trois à Choueifat, identifiés par C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>
- deux à Jieh, identifiés par J<sub>1</sub>, J<sub>2</sub>
- un à Rmeilé, identifié par R

Dans chaque région deux serres irriguées par l'un de ces puits ont été choisies, ces serres sont réparties comme suit :

- deux serres à Choueifat, identifiées par  $S_1$  et  $S_2$  du puits  $C_1$
- deux serres à Jieh, identifiées par  $S_1$  et  $S_2$  du puits  $J_1$
- deux serres à Rmeilé, identifiées par  $S_1$  et  $S_2$  du puits  $R$

### **1. Mesures au niveau des puits**

Le prélèvement des échantillons d'eau s'est effectué à la fréquence de 15 à 25 jours pour chaque puits. L'échantillonnage s'est fait en prélevant, 30 minutes après le démarrage de la pompe, un volume d'environ un demi-litre.

Ces échantillons prélevés sont destinés à la mesure de l'ECw, en plus de l'ion Cl<sup>-</sup>. A chaque visite, deux échantillons sont prélevés de chaque puits et ensuite conservés dans le frigo.

Une mesure du niveau piézométrique a été effectuée une fois la pompe éteinte à l'aide d'un fil électrique donnant un signe au contact de l'eau (court – circuit).

### **2. Méthode de prélèvement des échantillons de sol**

Un échantillonnage de sol est effectué à raison d'un prélèvement chaque 30 jours, et ceci après avoir choisi 2 serres dans 3 exploitations ( $C_1$ ,  $J_1$ ,  $R$ ), une exploitation par région d'étude. Les échantillons sont prélevés par l'intermédiaire d'une tarière. Au total, 18 échantillons sont pris de chaque serre, dont 9 à une profondeur comprise entre 0 et 20 cm et le reste entre 20 et 40 cm.

La conductivité électrique a été mesurée au laboratoire de l'USEK, de même pour l'ion Cl<sup>-</sup>.

### **3. Mesure de la conductivité électrique**

La salinité de l'eau et la concentration des sels inorganiques dans l'eau, est mesurée par la conductivité électrique ECw.

#### 4. Dosage de l'ion Cl<sup>-</sup>

Le chlore est un ion soluble dans l'eau, sa détermination s'est effectuée par titrage avec le nitrate d'argent (AgNO<sub>3</sub>). Cependant, pour déterminer la normalité de la solution d'AgNO<sub>3</sub>, un titrage d'une solution de NaCl dont la normalité est connue a été établi.

$$\text{Cl}^- (\text{még/L}) = (b - c) * N * \frac{1000}{V}$$

b- Volume d'AgNO<sub>3</sub> titré

c- Volume d'AgNO<sub>3</sub> titré pour l'eau déminéralisée

N- normalité de la solution d'AgNO<sub>3</sub>

v. volume de l'eau prise pour le titrage

#### 5. Préparation de la pâte saturée et extraction de la solution du sol

Les échantillons du sol ont subi le même pré-traitement qui a consisté à sécher chaque échantillon à l'air libre, à le désintégrer et le tamiser à travers un tamis ayant un diamètre de 2 mm.

Une extraction de la solution du sol a eu lieu, 24 heures après la préparation de la pâte saturée, à l'aide d'une pompe à vide reliée à une fiole à jaugeur, chaque échantillon a subi le même traitement pour ensuite effectuer une mesure de l'EC<sub>e</sub> et de l'ion Cl<sup>-</sup>.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 1. Effet des précipitations sur la variation du niveau piézométrique et l'évolution de l'EC<sub>w</sub>

Pour pouvoir mettre en évidence l'influence des précipitations sur l'évolution de la salinité et du niveau piézométrique des différents puits, ces trois paramètres ont été combinés sur un même graphe à double axe d'ordonnée (figures 1, 2, 3, 4, 5, 6). La conductivité électrique de l'eau EC<sub>w</sub> et le niveau piézométrique ont été dressés sous forme de colonne et les précipitations sous forme d'une ligne. La première mesure du niveau piézométrique a été considérée comme valeur initiale égale à 0 et les autres mesures ont été retranchées de la première.

D'après les résultats, il est remarquable que les précipitations exercent une légère influence sur la variation du niveau piézométrique et sur l'évolution de la salinité des puits. Donc il est évident que la salinité de l'eau et le niveau piézométrique dépendent largement des durées de pompages ainsi que des demandes climatiques et du stade de développement des cultures.

## 2. Identification du facteur de salinisation des sols dans les serres

Les résultats obtenus à partir des échantillons de sol pour les deux paramètres choisis ( $Cl^-$  et  $EC_e$ ), ont été corrélés selon une régression linéaire (Tableau 1). Les résultats de chaque niveau ont été intégrés et ceci, dans le but d'obtenir une équation réunissant les deux paramètres et une corrélation dévoilant la relation entre ces derniers et pour pouvoir déterminer la provenance de cette salinité. Pour le site de Choueifat, la salinité des sols provenait en partie de l'eau d'irrigation et le reste des fertilisants. Comme c'était le cas d'ailleurs à Rmeilé. Ces résultats sont conformes à ceux de Atallah *et al.*, (2000) qui ont remarqué une augmentation de la salinité des sols due à une fertilisation excessive des cultures sous serre. Par contre, les sols de Jieh sont gravement affectés par la salinité des puits et la salinité provient de l'eau d'irrigation. Cela n'élimine pas le fait d'une utilisation excessive de fertilisants mais qui reste masquée par des niveaux élevés de salinité.

**Tableau 1** : Equations de corrélation de l'EC et du  $Cl^-$  des puits C1, R1 et S1.

Code du puits	Equation de régression trouvée	
C1S1 (0-20 cm)	$Y = 3.1009x + 1.1907$	$R^2 = 0.7256$
C1S1 (20-40 cm)	$Y = 2.284x + 2.7236$	$R^2 = 0.6001$
C1S2 (0-20 cm)	$Y = 3.1196x - 0.5383$	$R^2 = 0.9069$
C1S2 (20-40 cm)	$Y = 2.9136x + 1.3008$	$R^2 = 0.8968$
R S1 (0-20 cm)	$Y = 3.4707x + 1.8691$	$R^2 = 0.6271$
R S1 (20-40 cm)	$Y = 2.8171x + 6.0718$	$R^2 = 0.4637$
R S2 (0-20 cm)	$Y = 4.1371x + 0.9003$	$R^2 = 0.7485$
R S2 (20-40 cm)	$Y = 5.2798x - 4.2873$	$R^2 = 0.89$
J1S1 (0-20 cm)	$Y = 7.3055x - 12.161$	$R^2 = 0.7654$
J1S1 (20-40 cm)	$Y = 6.7386x + 2.7519$	$R^2 = 0.7219$
J1S2 (0-20 cm)	$Y = 7.8575x - 12.242$	$R^2 = 0.9513$
J1S2 (20-40 cm)	$Y = 7.5413x - 9.9261$	$R^2 = 0.7675$

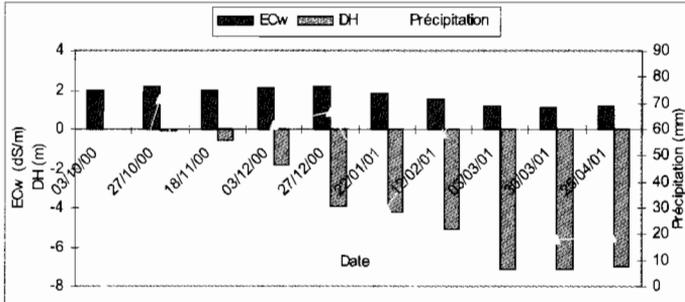


Figure 1. Effet des précipitations sur l'ECw et la variation du niveau piézométrique dans le puits C1.

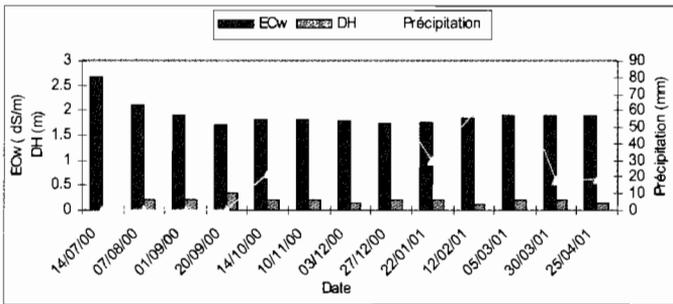


Figure 2. Effet des précipitations sur l'ECw et la variation du niveau piézométrique dans le puits C2.

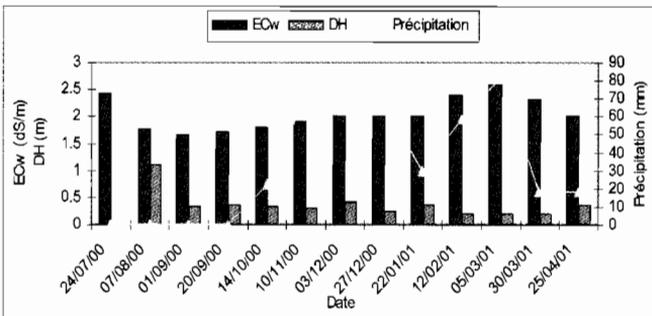


Figure 3. Effet des précipitations sur l'ECw et la variation du niveau piézométrique dans le puits C3.

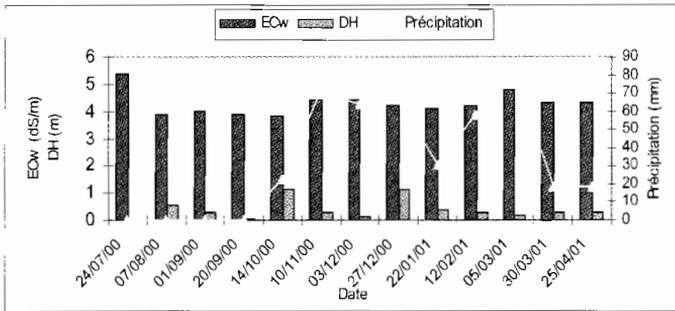


Figure 4. Effet des précipitations sur l'ECw et la variation du niveau piézométrique dans le puits J<sub>1</sub>.

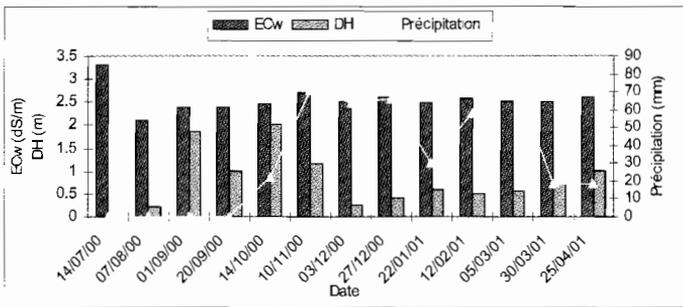


Figure 5. Effet des précipitations sur l'ECw et la variation du niveau piézométrique dans le puits J<sub>2</sub>.

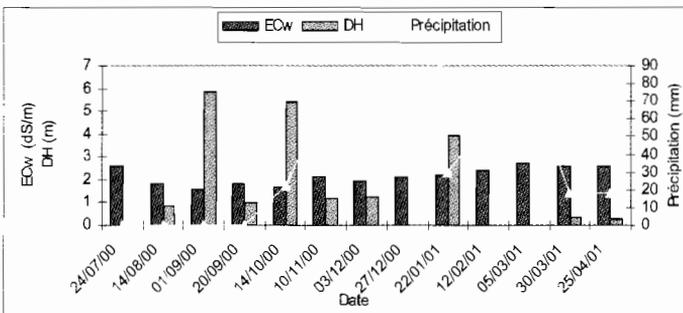


Figure 6. Effet des précipitations sur l'ECw et la variation du niveau piézométrique dans le puits R.

## CONCLUSION

La région d'étude pour la deuxième année consécutive continue à être exposée à l'intrusion de l'eau de mer. Le niveau piézométrique et la salinité sont faiblement influencés par les précipitations. C'est-à-dire que la salinité est en grande partie en relation avec les durées de pompage. Il faut noter qu'une partie des précipitations est perdue par ruissellement et l'autre par percolation profonde, cette dernière n'exerce pas d'influence sur le niveau piézométrique. Le sol a été affecté par la salinité, due en partie à l'irrigation par une eau contaminée par une eau salée. Une bonne gestion de l'eau d'irrigation pourra contribuer en grande partie à la solution du problème. La solution serait d'une part de créer des barrages et des réseaux collectifs des fleuves les plus proches et d'autre part d'étudier les recharges naturelles.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ATALLAH, T., DARWISH, T. et WARD, R., 2000. La sericulture de la côte nord du Liban: entre tradition et intensification. *Cahiers Agriculture* 2000; 9: 135-39
- ATTIA, F., 1997. The vulnerability of groundwater to pollution and strategies for its protection under the farming conditions in the Mediterranean countries. *In: Water management salinity and pollution control towards sustainable irrigation in the Mediterranean region*. Valenzano, Bari. Italy. p 25-44.
- COMPAIN, D., 2001. Le rôle économique de l'agriculture sur le littoral Libanais. Colloque "L'interface entre agriculture et urbanisation sur le littoral Libanais" 14-16 juin, CERMOC Beyrouth – Liban.
- EL MOUJABBER, M. et BOU SAMRA, B., 2002. Assessment of groundwater salination by seawater intrusion in typical Lebanese horticultural area. *Acta Horticulturae* 573: 195-202
- FAO, 1996. Irrigation in the near east region in figures. Water reports, 135-143.
- HAMDY, A. et LACIRIGNOLA, C., 1999. Mediterranean Water Resources: Major Challenges Towards the 21<sup>st</sup> Century. Cairo, Egypt. 335 pages
- HUYBRECHTS, E., 2001. Enjeux entre l'agriculture et l'urbanisation sur le littoral Libanais. Colloque "L'interface entre agriculture et urbanisation sur le littoral Libanais" 14 –16 juin, CERMOC Beyrouth- Liban.