

LA DETERMINATION DES PARAMETRES HYDRODYNAMIQUE DU TRANSPORT DE SEL DANS LE SOL SOUS CONDITIONS DE LESSIVAGE ET D'IRRIGATION : CAS DE LA VALLEE DE L'OUED RIGH

D Harkati¹, N Meza², A Ouamane¹

¹ *Département de génie civil et hydraulique, faculté de sciences et technologie, Laboratoire d'aménagement hydraulique et environnement (LAHE), université de Biskra, Algérie.*

E-mail : harkatidji@hotmail.com

E-mail : aouamane@yahoo.com

² *Département de gestion des techniques urbaines, Laboratoire des ressources naturel et aménagement des milieux semi-aride (RNAMS), université d'Oum El Bouaghi, Algérie.*

E-mail : mezanour@yahoo.fr

RESUME:

Dans les zones arides, comme dans le cas de la vallée de l'Oued Righ, les terres mises en valeurs subissent un problème majeur de salinité secondaire des sols résultat d'un déséquilibre des bilans hydrique et salin, dû à une mauvaise gestion de la ressource en eau ce qui a pour conséquence une limitation des rendements des cultures. Pour mieux gérer et optimiser ces quantités d'eau de lessivage, on a recours aux modèles mathématiques de transport de sel solubles dans le sol basés sur l'équation de diffusion – convection. La fiabilité et l'efficacité des solutions de ces problèmes dépendent particulièrement de la précision de la détermination des paramètres hydrodynamiques expérimentaux. Dans cette étude, on détermine expérimentalement les paramètres hydrodynamiques de sol de la vallée de l'Oued Righ cas de la palmeraie de Djamaa sous conditions de lessivage et d'irrigation. Pour cela, on utilise des monolithes en PVC de 20 cm de diamètre et des électrodes d'ions spécifiques pour l'analyse de l'eau de sortie. La détermination de ces paramètres se fait par l'ajustement de la courbe expérimentale avec les solutions analytiques de l'équation de diffusion-convection à l'aide de logiciel STANMOD.

MOTS CLES : Rendements ; cultures ; zones arides ; salinité ; irrigation ; lessivage

INTRODUCTION :

Dans les zones arides, comme dans le cas de la vallée de l'Oued Righ, les terres mises en valeurs subissent un problème majeur de salinité secondaire des sols résultat d'un déséquilibre des bilans hydrique et salin, dû à une mauvaise gestion de la ressource en eau ce qui a pour conséquence une limitation des rendements des cultures.

Afin de prévoir et de gérer le risque de salinisation des terres irriguées et par voie de conséquence garantir une production agricole élevée et stable, un régime d'irrigation à caractère lessivant est devenu une exigence primordiale. La dose d'eau nécessaire pour lessiver les sels solubles est un processus important qui régit la remise en état des sols salins [1, 2, 7,8]. La détermination de cette dose de lessivage à une grande importance suite aux grosses quantités d'eaux utilisées dans la pratique à l'exemple de : pour les zones arides – pour la région de Boukhara, avec

une Profondeur de 1 m du nappe phréatique le volume est de 26000 m³/ha

- pour la région de Dadjallah en Iran, avec une Profondeur de 1.2 m du réseau de drainage, les volumes sont de 16000 à 17000 m³/ha

- la région des Abyss en Egypte, pour une Profondeur de 0.9 m du réseau de drainage les volumes sont de 30000 à 34000 m³/ha. [4, 7, 8]

Pour mieux gérer et optimiser ces quantités d'eau de lessivage, on a recours aux modèles mathématiques de transport de sel solubles dans le sol basés sur l'équation de diffusion – convection. La fiabilité et l'efficacité des solutions de ces problèmes dépendent particulièrement de la précision de la détermination des paramètres hydrodynamique expérimentaux.

L'objectif de ce travail est la détermination expérimentale des paramètres de transfert des sels solubles dans la vallée de l'Oued Righ cas de la palmeraie de Djamaa sous conditions de lessivage et d'irrigation.

CONSIDERATIONS THEORIQUES

Pour un écoulement de l'eau en régime permanent dans un profil de sol salé, l'équation aux dérivées partielles décrivant la distribution de la concentration d'un soluté peut être écrite comme suit:[1]

$$R \frac{\partial C}{\partial t} = D^* \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} - v \frac{\partial C}{\partial z} \dots \dots \dots (1)$$

Où : **R** est le facteur de retard :

$$R = 1 + \frac{\rho k}{\theta}$$

K est un coefficient de distribution empirique qui caractérise les réactions d'échanges. S'il n'y'a pas d'interactions entre le soluté et le sol, **k** devient nulle et **R = 1** ; **ρ** est la densité apparente du sol [ML⁻³]. **C** est la concentration de la solution de sol [ML⁻³]; **D*** est le coefficient de diffusion-convection [L²T⁻¹] **D*** = **λ v** + **D_m** ; **v** est la vitesse moyenne réelle de l'écoulement dans les pores [LT⁻¹] ; **λ** est la dispersivité [L] ; **D_m** est le coefficient de diffusion moléculaire [L²T⁻¹] ; **t** est le temps [T] ; **z** coordonné spatial [L]. Dans les sols du Sahara **D_m** << **λ v**, on peut négliger **D_m** et **D*** sera donc :

$$D^* = \lambda v.$$

Dans le cas de la présence d'une nappe phréatique peu profonde, l'équation (1) a des solutions analytiques qui permettent de calculer des concentrations à une profondeur arbitraire z dans un temps arbitraire en considérant les conditions aux limites suivantes :

$$\begin{aligned} C(z, 0) &= C_0 = \text{constante} & (t = 0) \\ D \frac{\partial C}{\partial z} &= vC - v C_1 & (z = 0) \\ \frac{\partial C}{\partial z}(L, t) &= 0 & (z \rightarrow L) \end{aligned}$$

Où : **L** est la profondeur de la nappe phréatique et **C₁** est la concentration en sel dans l'eau de lessivage, et **C₀** (x) est la concentration initiale de sel dans le sol.

La solution de l'équation (1) est donnée par [1, 11,12]

$$C(z, t) = 1 - \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{2vL h_n \left[h_n \cos\left(\frac{h_n z}{L}\right) + \frac{vL}{2D} \sin\left(\frac{h_n z}{L}\right) \right]}{\left[h_n^2 + \left(\frac{vL}{2D}\right)^2 + \frac{vL}{D} \left[h_n^2 + \left(\frac{vL}{2D}\right)^2 \right] \right]} \right] \times \exp \left[\frac{vz}{2D} - \frac{v^2 t}{4DR} - \frac{h_n^2 D t}{L^2 R} \right] \dots \dots \dots (2)$$

Les valeurs propres de h_n sont les racines positives de l'équation :

$$h_n \cot(h_n) - \left(\frac{h_n^2 D}{vL}\right) + \left(\frac{vL}{4D}\right) = 0$$

Les paramètres intervenants dans la modélisation dans un milieu poreux selon l'équation (2) sont le coefficient de dispersion D^* et la vitesse de l'écoulement réel dans les pores v .

MATERIELS ET METHODES

L'étude a été effectuée pour un sol de la palmeraie d'Ourlana commune de Djamaa. La texture du sol du site est limono-sableuse [10]. Les Échantillons de sol ont été prélevés à partir d'une fosse pédologique de 1 mètre de profondeur (la couche active de sol). Certaines des caractéristiques du sol sont données dans le tableau 1. La profondeur de la nappe phréatique au moment de l'échantillonnage était de 1 m sous la surface du sol. Une expérience de laboratoire à travers des monolithes en PVC placées verticalement a été utilisée pour étudier le transport de soluté et le lessivage de sol salin [6] (figure 1). Chaque couche dans un monolithe représente un horizon de sol. Le lessivage a été réalisé avec une eau fraîche de bonne qualité dont la concentration du chlorure était de 30 mg/l.

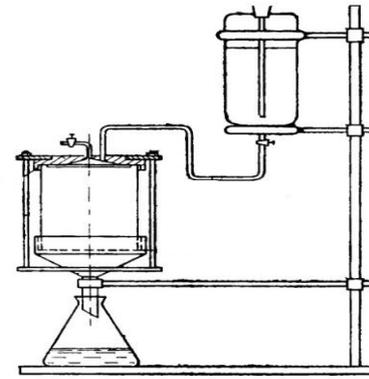


Figure 1 : Schéma du dispositif expérimental [6].

L'ion chlore comme l'ion représentatif dans notre expérience puisqu'il est l'ion le plus nocif pour les cultures [1]. Le principe de l'expérience se résume dans la récupération d'un volume d'eau égale au 1/40^{ème} du volume de pore avec l'enregistrement des intervalles de temps. Les analyses des concentrations en chlore de chaque portion de sortie se fait par la méthode potentiométrique directe à l'aide d'un multi-paramètre de la marque HANNA HI-4522.

Dans notre étude, La détermination des paramètres de transfert de sels solubles se fait par l'ajustement de la courbe expérimentale avec les solutions analytiques de l'équation de diffusion-convection à l'aide de logiciel STANMOD (STudio of ANalitical MODels) développé par l'équipe de Van Genuchten de l'US Salinity Laboratory. Ce logiciel inclut la version 2.0 de CXTFIT [11]

Tableau 1 : Certaines caractéristiques du sol

Horizon	0-10	10-40	40-70	70-100
Cl ⁻ (meq/l)	1743.4	231.1	233.8	305.4
SO ₄ ⁻ (meq/l)	482.2	38.61	41.8	84.1
Ca ²⁺ (meq/l)	47.81	30.83	45.9	51.9
Na ⁺ (meq/l)	2398.7	242.5	224.7	372.2
CEC (meq/100g)	2.54	6.59	4.73	5.01
PH	8.15	7.97	8.12	8.06

RESULTATS ET DISCUSSION

Les figures 2 : a, b, c présentes l'ajustement des courbes théoriques de modèle de l'équation (1) à des courbes de sorties expérimentales (cercles rouge) pour les 3 monolithes (0-40)-(40-70)-(70-100) respectivement.

Comme on peut le voir, les courbes théoriques ont été bien ajustées aux courbes des données observées, ce qui nous donne un pouvoir prédictif du modèle fort avec un coefficient de détermination (R^2) égale à 0,96, 0,85, 0,73 respectivement. Les courbes ont montré aussi la validité des solutions de modèle de l'équation (1) à notre sol.

Le tableau 2, montre les résultats des paramètres hydro-chimiques de transport de sel dans le sol.

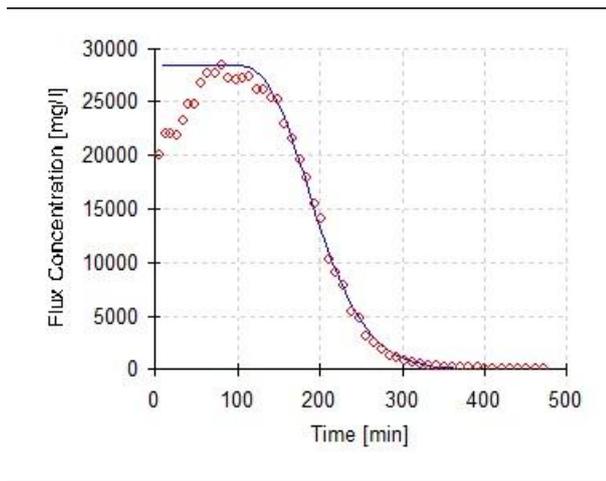


Figure 2, a : ajustement de la courbe expérimentale de monolithe (horizon 0-40) avec les solutions analytiques de l'équation (1)

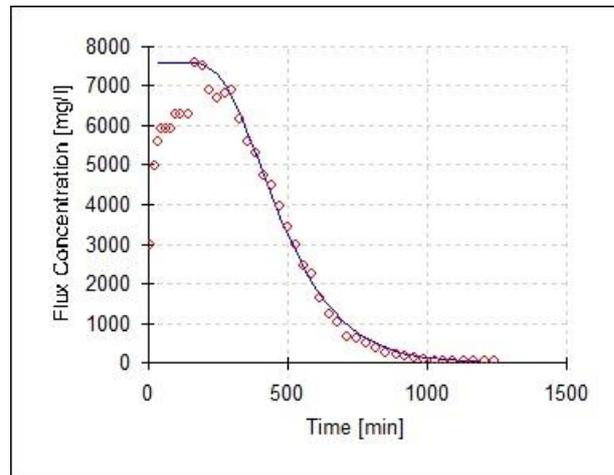


Figure 2, b : ajustement de la courbe expérimentale de monolithe (horizon 40-70) avec les solutions analytiques de l'équation (1)

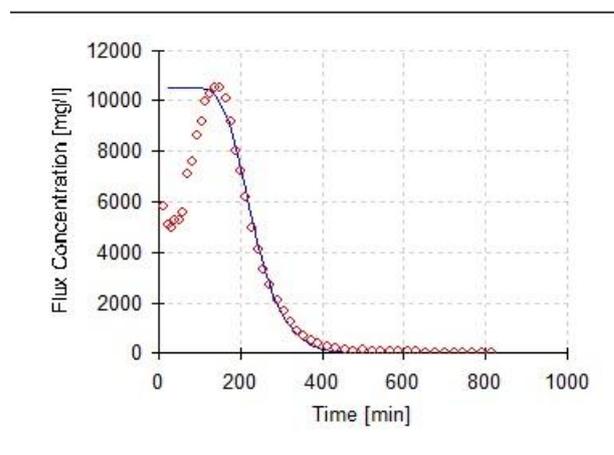


Figure 2, c : L'ajustement de la courbe expérimentale de monolithe (horizon 70-100) avec les solutions analytiques de l'équation (1)

Tableau 2 : Résultats des paramètres hydro-chimiques de transport de sel dans le sol.

Horizon	0-40	40-70	70-100
D^* (m^2/j)	0,004	0,017	0,020
v (m/j)	0,68	0,87	1,83
λ (m)	0,007	0,02	0,011

Les résultats des paramètres hydro-chimiques de transport de sel des trois couches montrent une légère différence, elle varie pour le coefficient de dispersion hydrodynamique dans un intervalle de

[0.004 à 0.02 m²/j] et de [0.6 à 1.9 m/j] pour la vitesse réel de filtration dans les pores, ces résultats correspond aux travaux antécédents réalisés pour les sols limono-sableux [5,12].

D'après [2], cette différence est à cause de la variation de pourcentage de particule de sable (granulométrie) d'un horizon à un autre.

CONCLUSIONS

La connaissance des paramètres hydrodynamique D et ν en se basant sur les solutions inverses de modèle mathématique pour les problèmes de transport de sel, nous permettent de faire des prévisions des régimes hydro-salins des sols, ce qui donne la possibilité d'optimiser les quantités d'eaux destiné au lessivage et par voie de conséquence prévoir et gérer le risque de la salinisation des terres irriguées.

REFERENCES

- 1- AVERIANOV S.F., 1978.- Lutte contre la salinisation des terres irriguées. Ed. Kollos, Moscow ,287p;
- 2- AIDAROV I.P., 1971. - Théorie et pratique de lutte contre la salinisation des terres Travaux Vaskhnil , Moscow ;
- 3- AIDAROV I.P., KLIKOV V.P., CHOULGUIN D.F., PESTOV L.P., 1978. – Modèle mathématique de la dynamique des ions sodium et calcium dans les sols. Pédologie. n°8. pp135- 139 ;
- 4- BOBTCHANKO V.I et al., Régime d'irrigation à caractère lessivant .livre lutte contre la salinité des terres .1981 sous la rédaction de Kovda V.R
- 5- BOROVSKI V.M.,1974. Méthodes qualitatives dans la mise en valeur des Terres salées. Ed Naouka. Alma - Ata,pp 60-74;
- 6- CHOUMAKOV B.B. 1990. - Irrigation. Moscou, pp 342-349.
- 7- MEZA N. et al, 2003 -Qualité et quantité des eaux d'irrigation en régions sahariennes. Publication – recueil des communications des journées techniques et scientifiques sur la qualité des eaux du sud El Oued.2003
- 8- MEZA N. et al , 2001 « -L'irrigation et le drainage en région saharienne et leur impact sur le milieu. » L'environnement en Algérie-Impact sur l'écosystème Ed. URAMA, U. de Constantine 2001. (Publié)
- 9- REKS L.M., 1979 - Instructions pour les études des systèmes d'irrigation. Partie VIII drainage des terres irriguées. Moscou. pp. 65-73.
- 10- TESCO-VISITEREV., 1985-1986.- Etude agro-économique. Réaménagement et extension des palmeraies de la vallée de l'Oued-R'high. Ed.Budapest;
- 11- Toride N., F.-J. Leij et M.-T. Van Genuchten (1995). The CXTFIT code for estimating transport parameters from laboratory and field tracer experiments. US Salinity Laboratory Research Report, vol.138.
- 12- VERIGUIN NN et al. Méthode de prédiction des régimes salins des sols et des nappes phréatiques. Ed. kolos. pp 161 174 et 239-294.

Inscription form

2nd International Conference on Water Resources

Exploitation and Valorization

First Name: DJIHAD

Last Name: HARKATI

Function: Ph.D. STUDENT

Affiliation: HYDRAULIC SCIENCE

Address: 120 district An Nacer, Oum El Bouaghi

Country: Algeria

Phone: +213662298216

E-mail. : harkatidji@hotmail.com

Participant with communication

Oral

Title : LA DETERMINATION DES PARAMETRES HYDRODYNAMIQUE DU
TRANSPORT DE SEL DANS LE SOL SOUS CONDITIONS DE LESSIVAGE ET
D'IRRIGATION : CAS DE LA VALLEE DE L'OUED RIGH

Topic: N° 1