

**EVALUATION DE L'EVAPORATION DES EAUX DE LA NAPPE
PHREATIQUE
ET PROFONDEUR DE DRAINAGE
DANS LES TERRES IRRIGUEES EN MILIEU SAHARIEN.**

N. Meza

Université de OUARGLA

M. Fergougi CRSTRA

RESUME

Dans les régions sahariennes, le niveau de la nappe phréatique dans la majorité des surfaces mises en valeur est de l'ordre de 0 à 1.5m avec des eaux excessivement salées. L'évaporation des eaux de la surface de la nappe phréatique est l'une des principales causes de la salinisation des sols, de la surconsommation de la ressource en eau d'irrigation et de la dégradation du milieu.

L'analyse des résultats des travaux sur l'évaluation de l'évaporation des eaux de la nappe phréatique dans la région de Ouargla, montre qu'à une profondeur de 1.0 m, l'intensité de l'évaporation des eaux de la nappe est égale à l'évapotranspiration ($E_{np}/E_{tp}=1.0$) et que les 10% de l' E_{np} acceptées généralement dans la pratique de l'irrigation et du drainage, se situent à une profondeur entre 2.0 à 2.03m.

Ceci permet de conclure que toute amélioration des sols, de la production agricole et de l'utilisation de la ressource en eau d'irrigation ne peut avoir lieu que si le niveau de la nappe phréatique est maintenu à une profondeur de l'ordre de 2.0 m.

INTRODUCTION

Les différentes études réalisées [13] dans l'aménagement hydro agricole des régions sahariennes arrivent en général à la conclusion que la principale cause du cumul des sels solubles dans les sols est la faible profondeur des eaux fortement minéralisées de la nappe phréatique. Néanmoins cet état de fait est complètement ignoré lorsqu'il s'agit de problèmes de drainage.

L'argumentation de la nécessité de la mise en place de mesures techniques adéquates et économiquement justifiées afin de prévoir et de gérer le risque de salinisation des terres irriguées dans les zones sahariennes où la nappe phréatique est fortement minéralisée et omniprésente à de faibles

profondeurs n'est possible que si le processus de l'évaporation de ses eaux est connu.

La quantification de ce paramètre permet la détermination [1, 2, 3, 8, 9, 11] :

- de l'intensité des courants ascendants provoqués par l'évaporation pour différentes profondeurs de niveau des eaux de la nappe phréatique ;

- de l'intensité du processus de cumul des sels solubles dans la couche active des sols et par conséquent la prédiction des régimes hydrique et salin des sols ;

- du type, de la technologie du régime de lessivage, de la profondeur des eaux de la nappe phréatique et des paramètres de drainage et de leur variante optimale ;

L'évolution du système sol--sous-sol--nappe aquifère sous-jacente des zones arides en général et des zones sahariennes en particulier dépend essentiellement de la dynamique du niveau des eaux de la nappe phréatique et de leur qualité [8,2].

La région de Ouargla à l'instar des autres régions de Oued-R'high, d'El-Mennea, Biskra etc, présente toutes les caractéristiques d'un tel système [7,13] :

- précipitations moyennes annuelles (1990-2000)-47 mm.

- évapotranspiration moyenne annuelle (1975-2000)- 1881 mm.

- profondeur du niveau des eaux de la nappe phréatique- 2/3 de la superficie entre 0 et 1 mètre.

- salinité des eaux de la nappe phréatique- nord de la cuvette de Ouargla R.S.= 32 à 60 g/l, Ouargla – Rouissat R.S. = 08 à 16 g/l, Chotts et Sebkhha R.S. = 200 à 300 g/l.

- salinité des d'irrigation- nappe Albienne- R.S. = 1.5 à 2.35 g/l, nappe du Senonien- R.S. = 2.0 à 2.5 g/l, nappe du Miopliocène- R.S. = 3.0 à 6.0 g/l.

- volume total des eaux mobilisées- 115.5 hm³/an.

- volume des eaux d'irrigation en % du volume total des eaux exploitées- 30%.

Les travaux réalisés sur l'évaporation des eaux de nappe ont démontré que [1, 2, 4 , 6, 12]:

- une diminution avec la profondeur en même temps que leur minéralisation.

- une augmentation de l'intensité du processus avec l'aridité du climat et l'importance du couvert végétal.

2. THEORIE DE LA QUANTIFICATION DE L'EVAPORATION DES EAUX DE NAPPE PHREATIQUE.

Les observations sur la variation de l'intensité de l'évaporation des eaux de nappe phréatique dans un objectif de déterminer la profondeur correspondant au minimum possible de celle-ci doivent se réaliser dans des conditions naturelles (sans cultures et sans irrigation) soit en régime stationnaire. Le transfert des sels solubles dans les sols est décrit par l'équation de diffusion-convection.

$$m\partial C/\partial t = D\partial^2 C/\partial t^2 - V\partial C/\partial t + \partial N/\partial t$$

Les sols sahariens ayant une capacité d'échange très faible [13], la solution utilisée pour la détermination de la concentration moyenne dans la couche « L » du sol au dessus du niveau des eaux de la nappe phréatique est celle de S.F. Averianov obtenue à partir de l'équation (1) sans prise en compte de l'influence des échanges [1,2,3,5,12].

$$\overline{C_m} = \frac{1}{2Pe.L} \left[e^{2Pe} - e^{2Pe(1-\overline{L})} \right]$$

$$\overline{C_m} = \frac{C_m}{C_{np}}; \overline{L} = \frac{L}{hnp}; Pe = \frac{Enp.hnp}{2.m.D^*}$$

m : porosité effective en %.

C_m : concentration en sels de la solution de sol à la profondeur X en g/l.

C_{np} : concentration en sels des eaux de nappe phréatique en g/l.

L : profondeur de sol considérée en, m.

T : temps en j.

V : vitesse de déplacement de l'eau dans les pores, m/j.

$\partial N/\partial t$: terme d'échange.

$\overline{C_m}$: Concentration réduite.

Pe : Paramètre de Pecllet.

Enp : Evaporation des eaux de la nappe phréatique, m.

D* : Coefficient de diffusion convection, $D^*=0.01 \text{ m}^2/\text{j} = \text{cte}$ [10].

Hnp : profondeur des eaux de nappe phréatique, m.

3. MATERIEL ET METHODE DE DETERMINATION DE L'EVAPORATION DES EAUX DE LA NAPPE PHREATIQUE.

Les observations ont été conduites sur le terrain de l'exploitation agricole de l'université de Ouargla, hors de la surface irriguée sur 06 piézomètres dont la profondeur descend jusqu'à 1 m au dessous du niveau minimal observé des eaux de la nappe phréatique. Les distances entre les différents piézomètres sont de 200 m entre P₁ et P₂, 150m entre P₂ et P₃, 100m entre P₃ et P₄, 100m entre P₄ et P₅, 200m entre P₅ et P₆. La campagne de mesure s'est étalée de novembre 2000 à août 2001.

Ayant la concentration moyenne pondérée de la solution de sol sur 1.0 m de profondeur et la minéralisation de la nappe phréatique, on obtient \overline{Cm} et on détermine Pe et Enp pour différentes profondeurs des eaux de la nappe phréatique à l'aide de la relation (2).

4. RESULTATS ET INTERPRETATION.

L'analyse des résultats de toute la campagne de mesures a révélé que sur la profondeur de 0 à 2.50 m, la concentration réduite $\overline{Cm} = \frac{Cm}{Cnp} > 1$ (Fig 1).

Cela signifie que seul le processus de salinisation a eu lieu (courant ascendant). La teneur en sels s'accroît au fur et à mesure que la profondeur des eaux de la nappe phréatique se rapproche de la surface du sol. Dans la tranche du niveau observé dans la majorité des zones de la région de Ouargla, c'est à dire jusqu'à 1.0m, la concentration réduite \overline{Cm} est dans l'intervalle de 1.35 à 1.6 et lorsque le niveau des eaux est dans la tranche de 2.0 à 2.5 m, la concentration est réduite $\overline{Cm} = 1.05$, ce qui implique que même à des profondeurs d'importance moyenne, le processus d'évaporation continue à avoir lieu et à la longue le cumul de sels présente un risque.

L'analyse de la courbe (Fig 2) donnant la relation entre la profondeur et le rapport de l'évaporation des eaux de la nappe phréatique sur l'évapotranspiration montre que lorsque la première augmente lorsque la deuxième diminue. La particularité du processus est observée à une profondeur de 1.0 m, on constate que le rapport $Enp/Etp = 1.0$ (l'intensité de

l'évaporation des eaux de la nappe est égale à l'évapotranspiration). Cela explique le fait que dans la majorité des cas, la présence de croûte gypseuse est à cette profondeur.

A partir de la tranche 1.0 m, on remarque que l'évaporation des eaux de la nappe commence à diminuer et que les 10% Enp acceptées généralement dans la pratique de l'irrigation et du drainage se situent à une profondeur de 2.0 à 2.03m.

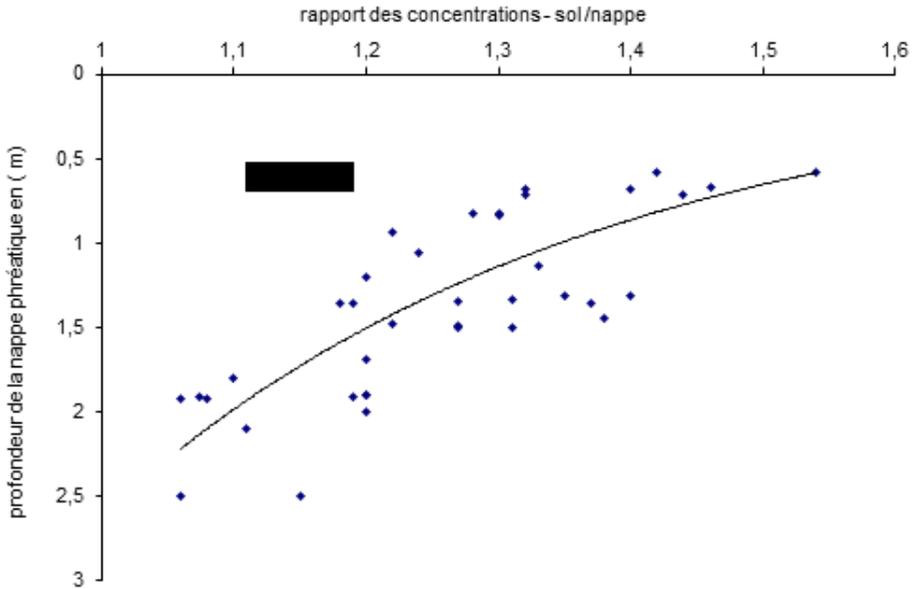


Fig. 1: Variation du rapport de la concentration dans la couche de 1.0 m et des eaux de la nappe en fonction de la profondeur hnp

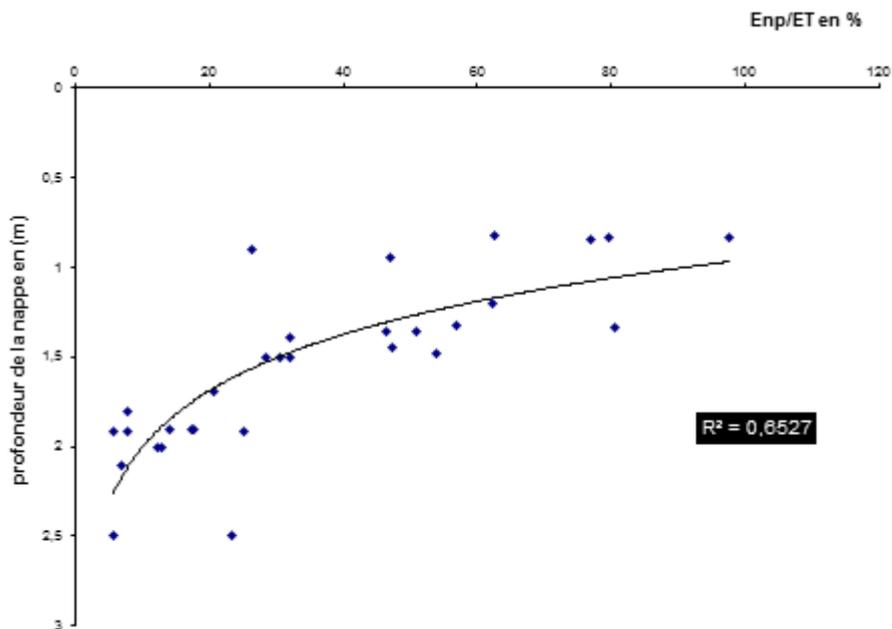


Fig. 2: Variation du rapport de l'évaporation de la nappe phréatique et de l'évapotranspiration en fonction hnp

La superposition des cartes de profondeurs et de la minéralisation des eaux de la nappe phréatique de Ouargla (résultats de plusieurs campagnes de mesures menées par l'ANRH de Ouargla région sud) (Fig 3) montre que la minéralisation des eaux diminue en fonction de la profondeur. Cette diminution devient significative à partir d'une profondeur supérieure à 2.0m.

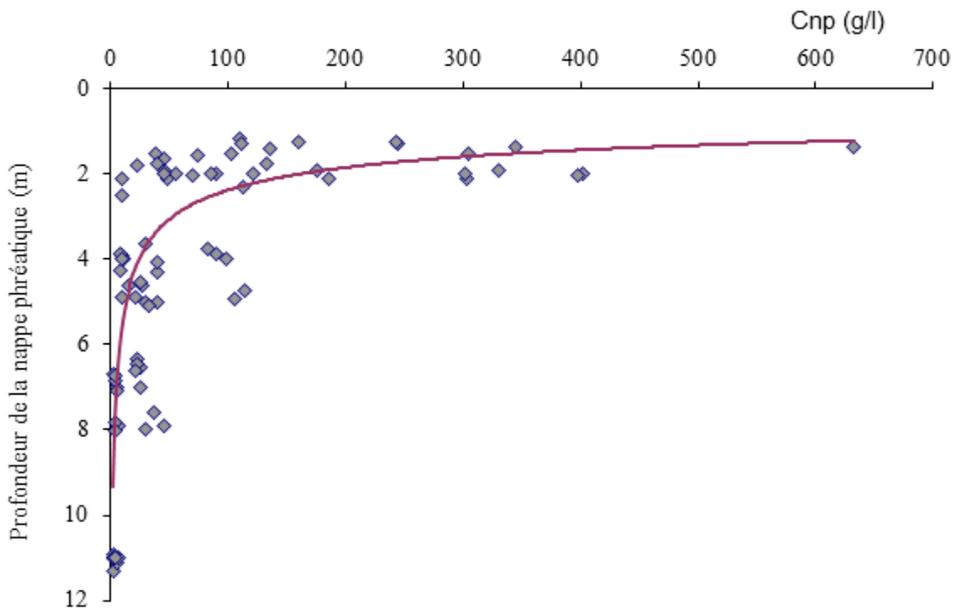


Fig. 3 Concentration (R.S) des eaux de la nappe phréatique en fonction de la profondeur (A.N.R.H.)

CONCLUSIONS

- Le cumul des sels solubles dans la tranche de sol de 0 à 1.0 m diminue fortement lorsque le niveau des eaux de la nappe varie de 2.0 à 2.5m ;
- L'évaporation des eaux de nappe phréatique est égale à l'ETP à 1.0 m et devient faible à 2.0-2.3 m de profondeur.
- La minéralisation des eaux de la nappe diminue d'une manière significative à une profondeur supérieure à 2.0 m.

Ceci nous amène à la conclusion que si on pose comme objectifs principaux :

- l'amélioration et la stabilisation des rendements des cultures pratiquées dans les régions sahariennes et l'utilisation rationnelle de la ressource en eau (nappes du CI et du CT) ;

il est primordial de diminuer les volumes des eaux utilisées pour les lessivages des terres, de protéger le milieu saharien en gérant de la meilleure façon possible le risque de salinisation des terres. Pour cela, on est dans l'obligation de prendre comme profondeur optimale le maintien des eaux de la nappe à 2.0- 2.5m de profondeur et par conséquent opter pour un drainage profond.

Références bibliographiques

1. Averianov, SF., 1978 Lutte contre la salinisation des terres irriguées. Ed. Kollos, Moscou, 287 p.
2. Borovski, VM. Méthodes qualitatives dans la mise en valeur des terres salées. Ed. Naouka, Alma - Ata, p. 60-74, 1974.
3. Borovski, VM., 1981 Theoretical principles of soil salinisation-désalinisation. Ed. Naouka, Alma-Ata, 290 p.,
4. Chestakov, VM., Pachkovski, IC., Soiffer, AM., 1982. AM. Recherches hydrogéologiques sur les terres irriguées. Ed Nedra. Moscou, 243p.
5. Katz, DM., Chestakov, VM., 1981 Hydrogéologie de la mise en valeur des terres .Ed. Université d'Etat de Moscou, 295 p., 1981.
6. Katz, DM., Pachkovski, IC., 1988 Hydrogéologie de la mise en valeur des terres. Ed. Agropromizdat. Moscou. 256 p.
7. Khadraoui, A., 1998 Etudes des nappes phréatiques nuisibles dans les zones agricoles et urbaines au Sahara septentrional. Ed. ANRH Sud, 16, novembre 1998.
8. Kovda, VA., 1984 Problèmes de la désertification et de la salinisation des terres irriguées. Ed. Kollos, Moscou, 301 p.
9. Meza, N., Guenane, H., Dekoumi, N., 1978 Contribution à l'étude des paramètres de drainage en milieu saharien. 2èmes journées technologiques du centre universitaire de Ouargla, novembre 1978.
10. Meza N., Saouli S., 2000 Profondeur du niveau de la nappe phréatique, des drains et leur impact sur les volumes de lessivage en région saharienne. Actes CMEE 2000, Ed. ENSH, Alger, p. 219-226.
11. Meza, N., 2001 L'irrigation et le drainage en région saharienne et leur impact sur le milieu (cas de la vallée de Oued-R'high) dans « L'environnement en Algérie ». Ed. Laboratoire d'études et de recherches sur le Maghreb et la Méditerranée. Université de constantine. p.81-89.
12. Pestov, L.F., Khatchatourian, V.KH., 1982 Méthodes de détermination de l'évaporation des eaux de nappe phréatique dans les terres irriguées. Mise en valeur des terres irriguées. Ed I.H.M., Moscou, p.158-169.
13. Tesco- Visiterev. 1985/86 Etude agro-économique. Réaménagement et extension des palmeraies de l'Oued R'high. Ed Budapest.