

# RELATION ENTRE L'EVAPORATION DE LA NAPPE PHREATIQUE ET LE POUVOIR EVAPORANT DE L'ATMOSPHERE EN ZONE ARIDES

**M.EL FERGOUGUI & D .BOUTOUTAOU**

Laboratoire d'exploitation et de valorisation des ressources naturelles en zone arides.  
Université Kasdi Merbah Ouargla  
elfergougumeriem@yahoo.com

## RESUME

La majorité des surfaces mises en valeur en zones arides et semi-arides de l'Algérie reposent sur des nappes phréatiques excessivement minéralisées dont le niveau est proche de la surface du sol (0-1.5m). Ces niveaux, proches du sol en présence des conditions climatiques très sévères favorisent le processus de l'évaporation de ces nappes, contribuent d'une grande partie à la salinisation des terres et la dégradation du milieu.

L'analyse des résultats des travaux effectués sur la détermination de l'évaporation de la nappe phréatique d'Ouargla montre que l'évaporation diminue au fur et à mesure que le niveau de la nappe s'éloigne de la surface du sol. Les résultats obtenus montrent que l'évaporation de la nappe est maximale et égale à l'évapotranspiration lorsque le niveau est proche de la surface et devient minimale au dessous de 2m (inférieure à 10% de l'évapotranspiration). La répartition des sels accumulés dans les couches du sol suit le schéma de répartition de l'évaporation dans ces couches. La quantité des sels déposés et liés à la quantité de l'eau évaporée de la nappe phréatique.

Pour une meilleure mise en valeur des terres et une production agricole élevée, il est nécessaire de connaître la profondeur critique en fonction des conditions climatiques, hydrogéologiques et du taux de salinité de cette nappe.

**Mots clés :** évaporation de la nappe phréatique, salinité des sols, profondeur de la nappe phréatique, pouvoir évaporant, zone aride.

## ABSTRACT

The majority of area highlighted in arid and semi-arid regions of Algeria based on groundwater excessively mineralized (saline) whose level is close to the soil (0 – 1,5m). These levels are close to the ground in the presence of very severe weather conditions favor the process of evaporation of these layers, which contribute a large part to the salinization of land and environmental degradation. The analysis of results of work done on the determination of evaporation of groundwater in the region of Ouargla shows that evaporation decreases gradually as the level of the water away from the surface thoroughly. The results show that the evaporation of the water table is maximum and equal to evapo-transpiration when the level is close to the surface and becomes minimal below 2meter (than 10% of evapo-transpiration). The distribution of salts accumulated in the soil layers follows the same pattern of, The amount of salt deposited are closely related to the amount of water evaporated from the water table. For better development of land and high agricultural production it is necessary to know the location of maintaining the level of the water table (drainage) depending, hydrogeo-logical conditions and the salinity of the groundwater.

**Keywords:** evaporation of the water table, soil salinity, depth of the water

## 1 INTRODUCTION

Au cours de la dernière décennie dans la région de Ouargla et El oued, le niveau de la nappe phréatique semble avoir régulièrement augmenté. Ce phénomène de remontée des eaux serait dû aux activités anthropiques. Les besoins

croissants en eau potable pour la consommation, l'irrigation et l'industrie ont entraîné une multiplication des forages destinés à mobiliser des ressources en eaux des nappes profondes. L'état défectueux du système de drainage et d'évacuation, des fuites d'eaux dans les réseaux de

distributions et de collecte des eaux usées, les restitutions des colatures ainsi des forages abandonnés, contribuent à augmenter le niveau de la nappe phréatique [1].

Durant les dernières années, il a été constaté une chute significative de rendement de la production agricole dû au dépôt de sel dans les terres nouvellement mises en valeurs [2].

Les résultats de l'étude d'aménagement hydro- agricole [3] réalisée dans les palmeraies de Ouargla, ont montré que la principale cause de cumul des sels est liée à la faible profondeur de la nappe très minéralisée.

La salinisation des sols est un phénomène assez fréquent dans la région de Ouargla qui est caractérisée par une faible pluviométrie (40-50mm par an), une nappe phréatique peu profonde (0-1.5m) et très salée (résidu-sec varie de (10-60g/l)), selon les régions jusqu'à (200-300g/l) dans les chotts et les sebkhas, une texture sableuse et une forte évapotranspiration (2500-3000mm/an).

Afin de prévoir et gérer le risque de la salinité des terres irriguées dans les zones arides et semi- arides, il est primordial d'étudier le phénomène de l'évaporation des nappes phréatiques qui joue un rôle important dans le processus de salinisation des sols.

L'évaluation de l'évaporation des nappes phréatiques permet de :

- Quantifier la quantité d'eau évaporée pour différents niveaux de la nappe.
- Quantifier la quantité de sel déposée dans la couche radiculaire des sols.
- Etablir les bilans hydrique et salin des nappes phréatiques.

L'objectif de notre recherche consiste à trouver une relation entre l'évaporation de la nappe phréatique et sa profondeur, en fonction de la texture du sol

## 2 RELATION ENTRE LA SALINITE DES SOLS ET L'EVAPORATION DES NAPPES SOUTERRAINES.

Les principales causes déterminant la salinisation des sols et leurs répartitions géographiques sont le climat, la formation géologique et les conditions géomorphologiques et hydrogéologiques.

On distingue essentiellement deux types de salinisation, primaire et secondaire. La première est liée aux dépôts sédimentaires salés qui, en contact avec l'eau se dessouvent et libèrent les sels, la deuxième (figure1) est liée à la minéralisation des sels des eaux souterraines. En conformité avec les conditions hydrogéologiques, l'eau minéralisée de la nappe remonte jusqu'aux couches de surfaces, en s'évaporant elle dépose les sels dans ces couches.

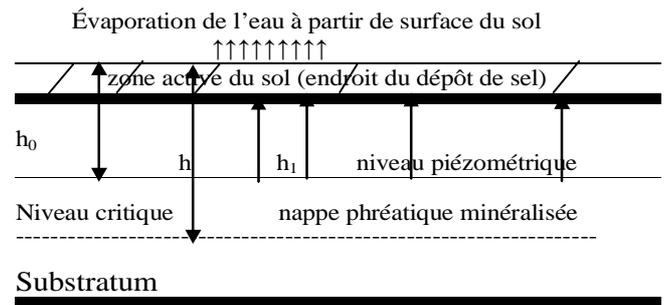


Figure1: salinisation secondaire

$h$  profondeur de la nappe

$h1$  remontée capillaire

$h0$  profondeur critique

- Il est à signaler que la majorité des résultats des travaux expérimentaux effectués sur la détermination de l'évaporation des nappes phréatiques [4, 5, 6,7] convergent vers les conclusions suivantes.
- L'évaporation de la nappe devient moins sensible au fur et à mesure que le niveau s'éloigne de la surface du sol et nulle à une profondeur appelée profondeur critique.
- L'évaporation de la nappe est maximale lorsque le niveau est proche du sol.
- L'intensité de l'évaporation augmente avec l'aridité du climat et l'importance du couvert végétal.

## 3 DETERMINATION DE L'EVAPORATION DE LA NAPPE PHREATIQUE PAR LA METHODE D'AVERIANOV.

Afin de déterminer l'évaporation de la nappe phréatique par l'équation d'AVERIANOV (1978) pour les conditions climatiques des zones arides de l'Algérie (cas d'Ouargla), des observations ont été effectuées sur le terrain de l'exploitation agricole de l'université de Ouargla sur 05 piézomètres en absence d'irrigation (régime stationnaire). Nos recherches ont été réalisées sur une période de deux ans 2000 et 2001. Le sol a une texture sableuse.

L'évaporation de la nappe a été déterminée indirectement par le modèle d'évaluation des quantités des sels solubles dans le sol en présence d'une nappe salée et proche de la surface du sol dans les conditions naturelles en régime stationnaire.

Selon AVERIANOV le rapport des concentrations en sels de la couche de sol et des eaux de la nappe phréatique est représenté par la forme suivante.

$$C_s/C_n = [1/(2Pe^*L)][\exp(2Pe) - \exp(2Pe)(1-L)] \quad (1)$$

$$L = e/h \text{ et } Pe = E_n \times h / 2mD^*$$

Ou :

Cs, Cn : concentration des sels dans la couche racinaire de 1m d'épaisseur et de la nappe phréatique (g/l).

En: évaporation journalière de la nappe phréatique, en (m).

h : profondeur de la nappe phréatique en (m).

e : épaisseur de la couche racinaires (radiculaires) est de 1m.

Pe : nombre adimensionnel de Péclet, représente le rapport du transfert par convection sur le transfert par diffusion.

m : porosité du sol en (%)

D\* : coefficient moyen de transport de sels solubles m<sup>2</sup>/j.

$$D^* = 0.029 \text{ m}^2/\text{j}[9]$$

#### 4 MESURE DE L'EVAPORATION DE LA NAPPE PHREATIQUE.

Cette méthode consiste à mesurer directement l'évaporation de la nappe phréatique (En) à l'aide de 02 lysimetres implantés dans le sol à une profondeur de 06 m. Le diamètre de ces lysimetres est de 1,2m (figure 2). Nos recherches ont été réalisées dans une période de deux ans 2009 et 2010. Le milieu naturel dans les deux lysimetres est identique au milieu naturel de l'exploitation expérimentale (sol sableux).

L'évaporation de la surfaces du plan d'eau (E<sub>0</sub>) a été déterminée par le bac d'évaporation Classe « A » (figure 3) et comparais à la formule de Boutaoutaou (1995) établie pour les conditions climatiques de l'Algérie et exprimée par la relation suivante :

Pour le sud de l'Algérie : (zone aride et semi aride).

$$E_0 = 0.403 n D^{0.73} (1 + 0.39 V) \quad (2)$$

E<sub>0</sub> : évaporation des surfaces du plan d'eau (mm).

n : nombre de jours dans le mois. n=30 pour les calculs mensuels et n =1 pour les calculs journaliers de l'évapotranspiration E<sub>0</sub>.

V : vitesse du vent (m/s).

D : déficit de saturation de l'air, mb (millibar), donnée par la relation suivante :

$$D = 0.0632 (H - 100) \text{ Exp} (0.0632t) \quad (3)$$

H : humidité de l'air, %.

t : température de l'air.



Figure 2: LYSIMETRE (pour la mesure de l'évaporation de la nappe phréatique)



Figure 3: BAC CLASSE « A » (pour la mesure de l'évaporation de l'eau de surface)

#### 5 MODELEISATION DE L'EVAPORATION DE LA NAPPE PHREATIQUE

L'analyse de la relation En/E<sub>0</sub> = f(h) figure 4, conduit à proposer le modèle suivant :

$$En = E_0 \text{ Exp} [2(h-1)] \quad (4)$$

En : Evaporation de la nappe phréatique ;(m)

E<sub>0</sub> : Evaporation de l'eau à la surface du sol ;(m)

h : Profondeur de la nappe phréatique ;(m)

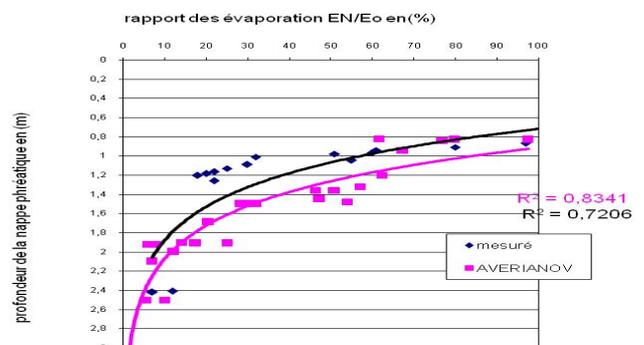


Figure 4: Comparaison des deux modèles (calculé et mesuré)

## 6 RESULTATS ET DISCUSSION

L'analyse des deux courbes figure 4 donnée ci-dessus nous permettent de proposer une relation reliant l'évaporation de la nappe phréatique en fonction de sa profondeur.

Les courbes d'évaporation de la nappe phréatique mesurée et calculée varient en fonction de la profondeur de la même façon comme suit :

- l'évaporation de la nappe phréatique ( $E_n$ ) est égale à l'évapotranspiration ( $E_0$ ) dans la couche située entre 0 et 1mètre. (C'est à dire  $E_n / E_0 = 1$ ) d'où appelée évaporation directe de la nappe phréatique.
- l'évaporation de la nappe ( $E_n$ ) décroît jusqu'à 50% par rapport à l'évapotranspiration ( $E_0$ ) dans la couche située entre 1,15m et 1,25m
- à 2 mètre de profondeur le rapport de  $E_n/E_0$  est de l'ordre de 10%
- au delà de 3 mètre, le rapport  $E_n/E_0$  devient non significatif
- l'évaporation de la nappe est nulle ( $E_n \rightarrow 0$ ) à une profondeur  $h > 3$  mètres, appelée profondeur critique (déterminée graphiquement).

## 7 CONCLUSION

Dans la cuvette d'Ouargla, l'étude de la remontée de la nappe ou plus exactement l'étude de la perte d'eau par évaporation est un souci placé au premier degré car ce problème a engendré à l'augmentation de la salinité des terres et la diminution du rendement agricole.

Notre recherche qui consiste à la mesure de l'évaporation de la nappe phréatique à l'aide de la lecture directe des lysimètres et comparée à la mesure indirecte d'Avérianov, nous a permis de trouver un modèle qui permet de calculer l'évaporation de la nappe phréatique à une profondeur donnée pour un sol à texture sableuse dans les conditions du milieu aride.

Cette étude nous a aussi permis de trouver approximativement la hauteur critique de la nappe phréatique pour un sol sableux dans les conditions du milieu aride

Les résultats trouvés permettent de conclure que pour améliorer la production agricole et diminuer les dépôts de sels il faut rabattre le niveau de la nappe à une profondeur optimale de 2m.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] D.H.W .2008. Rapport de la SCET coopération intitulée : Etude préliminaire de l'assainissement de la cuvette de Ouargla et la vallée de Oued Righ.
- [2] D.S.A. 2009. Direction des Services Agricoles .Rapport des bilans annuels .Ouargla.
- [3] TESCO-VISITEREV.(1986) étude agro-économique. Réaménagement et extension des palmeraies de 'oued Righ.Touggourt.Ed.Budapest
- [4] KATZ D.M., CHESTAKOV V.M. (1981) Hydrogéologie et la mise en valeur des terres. Ed. Université de Moscou 295 p.5. KATZ D.M., PACHKOVSKI I.C(1988) Hydrogéologie et la mise en valeur des terres. Ed. Université de Moscou 256 p.
- [5] BARON V.A, (1981). Prédiction du régime des eaux de la nappe phréatique dans les terres Irriguées. Ed Nedra Leningrad.
- [6] Anne Coudrain, Benoit Fourcade .2003.Flux évaporatoire depuis les nappes phréatiques en régions arides.Hydrology of the Mediterranean and Semiarid Regions (Proceedings of an international symposium held at Montpellier). April 2003). IHS .Pub. No278.
- [7] AVERIANOV S.F. (1978).Lutte contre la salinisation des terres irriguées. Ed. Kollos, Moscou. 287 p.
- [8] MEZZA N. SAOULI S. (2002) profondeur de la nappe phréatique, des drain et leurs impact sur le volume des eaux de lessivage en région saharien cas Ouargla. Actes CMEE. Ed ENSH. Blida.pp.165-170.
- [9] BOUTOUTAOU D. (1995) Evaporation des surfaces d'eau libres des retenues et barrages en Algérie. Thèse doctorat d'Etat. Université de l'Environnement de Moscou.