QUALITE GEOCHIMIQUE DES EAUX DE LA NAPPE PHREATIQUE ET SON IMPACT SUR LES SOLS NUS (LE CAS DE L'OASIS DE OUARGLA)

IDDER A., IDDER T., NEZLI I-E., BOUKHRIS K., HADDOU M.

Laboratoire de Recherche sur la Phœniciculture, Université Kasdi Merbah Ouargla (Algérie)
idder_haki@yahoo.fr

Résumé : L'étude présentée s'intéresse à la caractérisation géochimique de la nappe superficielle et à l'examen des processus de précipitation des sels dans une parcelle non cultivée située dans l'oasis de Ouargla. Les résultats obtenus montent que les eaux de cette nappe possèdent une salinité extrêmement élevée attestée par des valeurs de conductivités éclectiques qui varient, d'amont en aval du sens d'écoulement des eaux, de 25.7 dS /m à 171.9 dS/m. Par ailleurs, les résultats des analyses ioniques mettent en évidence une supériorité remarquable du sodium parmi les cations (sa teneur augmente de 168, 48 méq/l en amont à 978,26 méq en aval) et du chlore parmi les anions (sa teneur augmente de 218,31 méq/l à 1225,35 méq), ce qui confère à ces eaux un faciès chimique dominant chloruré-Sodique. L'étude de l'indice de saturation des composantes halites, anhydrites et aragonites montre que la dissolution des formations gypseuses est due à l'augmentation de l'alcanisation des eaux d'une part et à la précipitation de l'aragonite, de la calcite et de la dolomite d'autre part, ce qui conduit à la formation de dalles calciques au niveau des horizons profonds du sol. La sensibilité des minéraux carbonatés à la précipitation est en effet commandée par cet indice.

Mots clés : Nappe superficielle, caractérisation géochimie, Oasis de Ouargla.

النوعية الجيوكيميائية
للمياه السطحية وآثارها على الأتربة الطبيعية (حالة واحة ورقلة)

ملخص : وتركز الدراسة الحالية على التوصيف الجيوكيميائي لجدول المياه السطحية وفحص عمليات هطول الأمطار في قطعة أرض غير مزروعة تقع في واحة ورقلة. وتبين النتائج أن مياه هذه الطبقة الجوفية لها ملوحة عالية جدا تشهد عليها قيم التوصيلية الانتقائية التي تختلف من المنبع إلى اتجاه تدفق المياه من 25.7 دس / م إلى 171.9 دس / م. وبالإضافة إلى ذلك، فإن نتائج التحليلات الأيونية تظهر تفوق ملحوظ من الصوديوم بين الكاتيونات (يزيد المحتوى من 168، 48 ميق / لتر المنبع إلى 978.26 ميق المصب) والكلور بين الأنيونات (يزيد المحتوى من 218.31 ميق / لتر إلى 1225.35 ميق)، مما يعطي هذه المياه سمية كلوريك الصوديوم الكيميائية. وأظهرت دراسة مؤشر التشبع لمكونات الهالايت والانهيدريت والأراغونيت أن تفكك تشكيلات الجبس ترجع إلى زيادة ألكانيساتيون للمياه من جهة وهطول الأرغونيت، الكالسيت والدولوميت من ناحية أخرى، مما يؤدي إلى تشكيل ألواح الكالسيوم في آفاق عميقة من التربة. إن حساسية المعادن الكربونية للهطول هي في الواقع تسيطر عليها هذا المؤشر.

كلمات دالة: مفرش سطحي، توصيف جيوكيميائي، واحة ورقلة

1. INTRODUCTION

Différents processus peuvent contribuer à la dégradation des sols (l'érosion, la salinisation, la contamination, le drainage, l'acidification, l'atérisation et la disparition de la structure du sol, ou encore la combinaison de ces facteurs).

La salinisation, l'un des plus importants phénomènes qui causent la dégradation du sol, c'est la concentration du taux de sels de sodium par exemple, anormalement élevé dans les sols en raison de l'évaporation.

Ouargla est l'une des principales oasis du Sahara Algérien. Elle est comme de nombreuses autres agglomérations du Sahara algérien actuellement affectée par une forte salinisation de ses sols. Cette salinisation est due aux remontées des eaux de la nappe superficielle, des rejets d'eaux de drainage et des eaux résiduaires urbaines. Ces fléaux ont fait l'objet d'un bon nombre de travaux antérieurs (SERVANT, 1978; GUENDOUZ *et al.*, 1992; DAOUD et HALITIM, 1994 ; NEZLI *et al.*, 2007; IDDER, 2006). [1, 2, 3, 4, 5]

La nappe phréatique qui se situe à faible profondeur sous la surface du sol, joue par son caractère fortement salin un rôle très important dans l'accentuation du phénomène de la

salinisation du sol (IDDER *et al.*, 2014) [6]. Pour cela, ce travail sera consacré à l'interprétation et la discussion des résultats obtenus en utilisant le modèle géochimique (PHREEQC) et à la définition de l'ordre de précipitation des minéraux.

2. MATERIEL ET METHODES

Le but de ce travail consiste à la détermination de l'influence des précipitations salines, issues de la nappe phréatique, sur la dégradation des sols de l'oasis de Ouargla, ainsi qu'à la mise en évidence de l'ordre de précipitation des sels formés en utilisant les indices de saturation IS du modèle thermodynamique PHREEQC à 25 °C, tel que IS = log(IAP/K) [1], où IAP est le produit d'activité ionique et K est la constante d'équilibre.

Ce travail a été réalisé dans un secteur non cultivé de l'exploitation de l'ITAS (l'université de Ouargla), ainsi qu'au niveau de la Sebkha de Oumraneb, située au Nord-est de la ville de Ouargla. Les sols de ces deux sites sont des sols nus soumis uniquement à l'influence des facteurs climatiques et à la remontée de la nappe phréatique. Cette nappe phréatique suit un écoulement orienté sud-nord.

Huit échantillons de la nappe phréatique ont été prélevés pour la détermination de la qualité physico-chimique des eaux de cette nappe. Les points de prélèvement sont répartis comme suit :

- Trois au niveau de l'exploitation de l'ITAS (Pro 1, 2 et 3) ;
- Deux au niveau de deux piézomètres situés à proximité de la Sebkha Oumraneb (pzo 16 et 14) ;
- Trois situés le long d'un drain qui relie une station de pompage (SPED) à la Sebkhat Oumraneb (entrée, sortie et point intermédiaire).

3. RESULTATS ET DISCUSSION

La caractérisation ionique des eaux phréatiques menée sur le site d'étude selon une toposéquence orientée Sud/Nord montre que dans tous les points de prélèvement le sodium parmi les tous les cations majeurs (K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}) a affiché les concentrations les plus importantes (168,48 meq/l en amont à 978 meq/l en aval) (Fig.1). Parmi les anions majeurs (SO_4^{2-}, HCO_3^-), c'est le chlore que a enregistré les concentrations les plus élevées (218,31 à 1225,35 meq/l d'amont en aval) (Fig. 2).

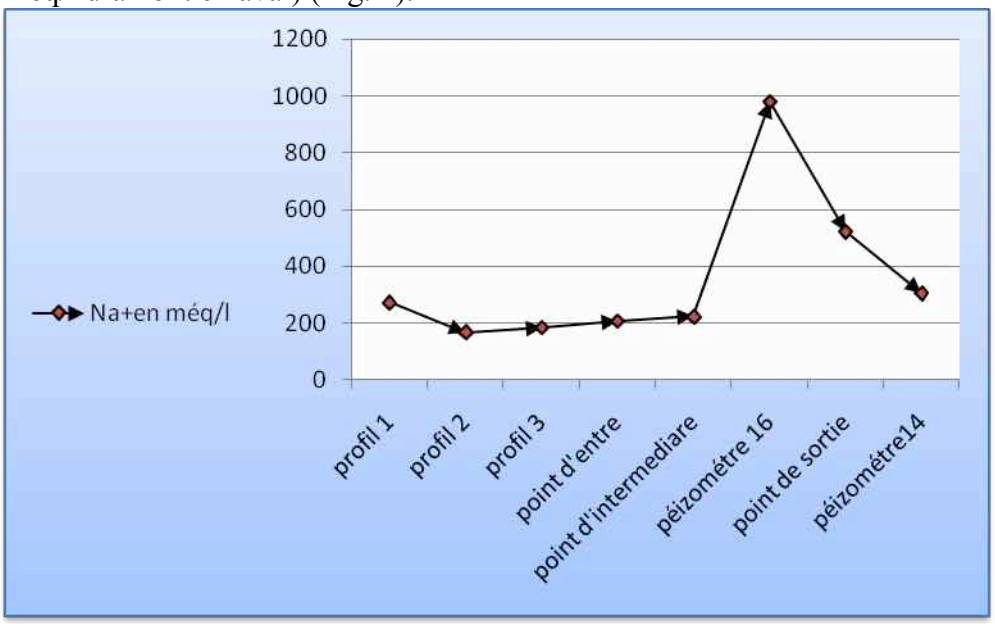

Figure 1 : Profil ionique de l'évolution des contrations en sodium dans la nappe phréatique

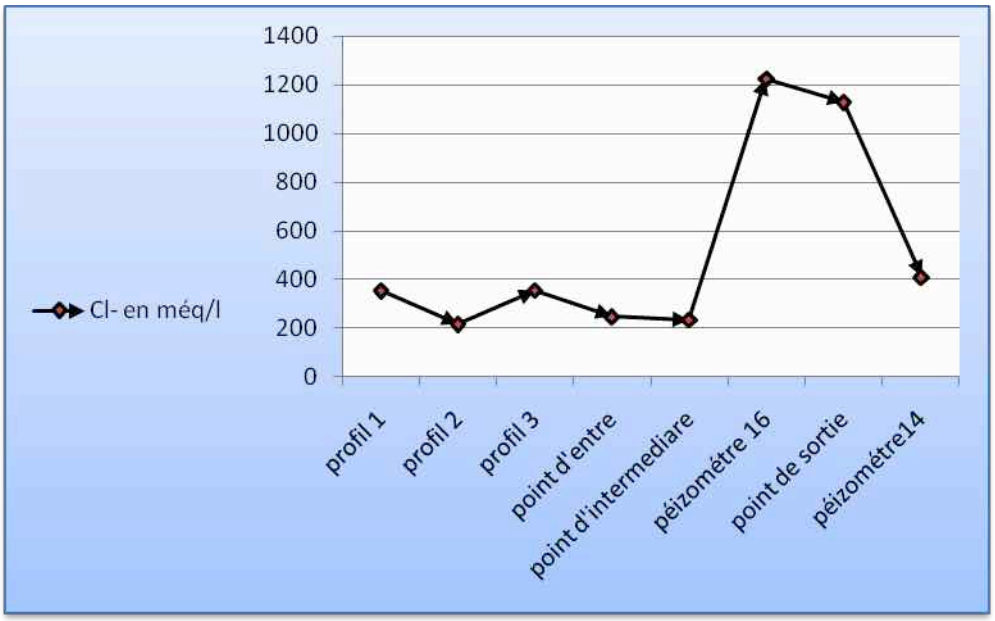

Figure 2 : Profil ionique de l'évolution des contrations en chlore dans la nappe phréatique

Le profil salin des huit points d'eau analysés dans la toposéquence étudiée atteste de la très mauvaise qualité de ces eaux pour l'irrigation. Les valeurs de la conductivité électrique varient entre un minimum 25,7 dS/m et un maximum de 171,9 dS/m (Fig. 3). Ces valeurs placent ces eaux dans la classe C4S5 (Très mauvaise qualité, selon DURAND, 1958) [7].

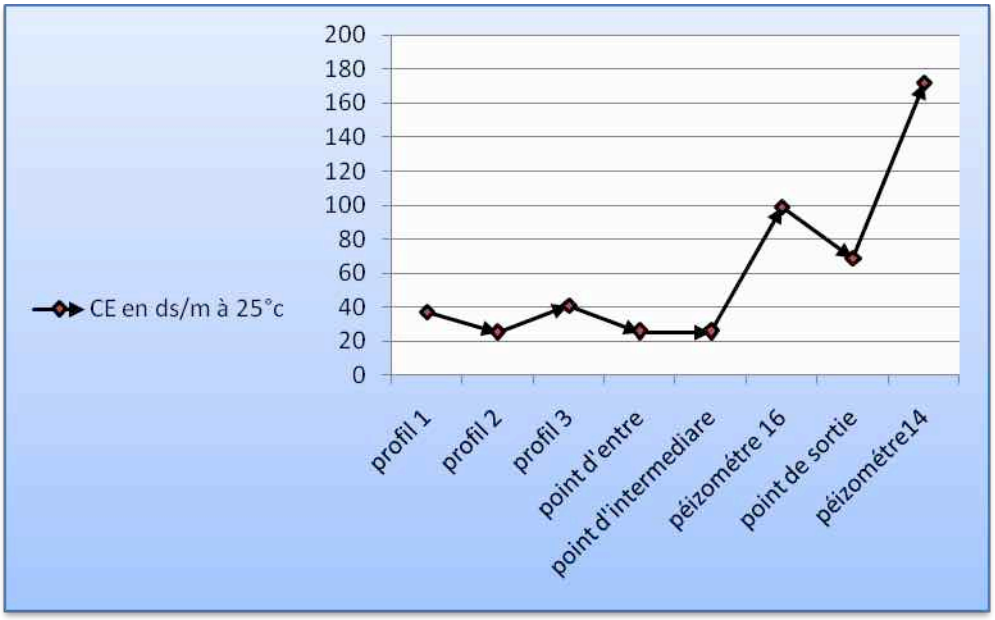

Figure 3 : Profil salin des eaux de la nappe phréatique

Les indices de saturation des principales phases (Anhydrite ($CaSO_4$), Aragonite ($CaCO_3$), Calcite ($CaCO_3$), Dolomite (CaMg) $(CO_3)_2$, Halite (NaCl), Gypse ($CaSO_4$:$2H_2O$), (CO_2) et (H_2O) des eaux échantillonnées sont présentés dans la figure 4. Ces indices de saturation des minéraux dissous dans les eaux de la nappe phréatique sont calculés à partir de la formule [1] Ils montrent la sensibilité des minéraux carbonatés en l'occurrence la dolomite,

la calcite et l'aragonite à la précipitation. Ceci est également le cas pour les minéraux évaporitiques, notamment le gypse et l'anhydrite.

Les minéraux carbonatés présentent des indices de saturation différents. Celui de la calcite varie de 0,37 à 2,12, suivi de celui de l'aragonite, qui varie de 0,18 à 1,94 , et enfin de celui de la dolomite qui évolue de 1,44 à 4,53.

Si l'on admet que l'état d'équilibre se fait dans l'intervalle de - 0,5 à + 0,5 (DROUBI et *al.*, 1976) [8], on peut dire que les trois éléments ont atteint leur état de saturation ou sursaturation dans la plupart des eaux analysées.

Les minéraux évaporitiques en référence aux gypsites subissent des précipitations après les carbonates moins solubles. Le gypse et l'anydrite issus des minéraux évaporitiques enregistrent des indices de saturation entre – 0,2 et + 0,58, favorisant ainsi le déclanchement de la précipitation. Enfin, l'halite dont les indices de saturation varient de - 3,34 à – 1,76 reste par conséquent sous-saturé, malgré la dominance de ses composants chimiques (Na^+ et Cl^-) en concentration. Cette sous-saturation expliquée par sa grande solubilité s'exprime par l'action conjuguée de la remontée capillaire de la nappe dans les tranches du sol et les intenses évaporations saisonnières. La manifestation la plus apparente est celle des efflorescences blanchâtres et parfois de croutes à la surface du sol (Fig. 5).

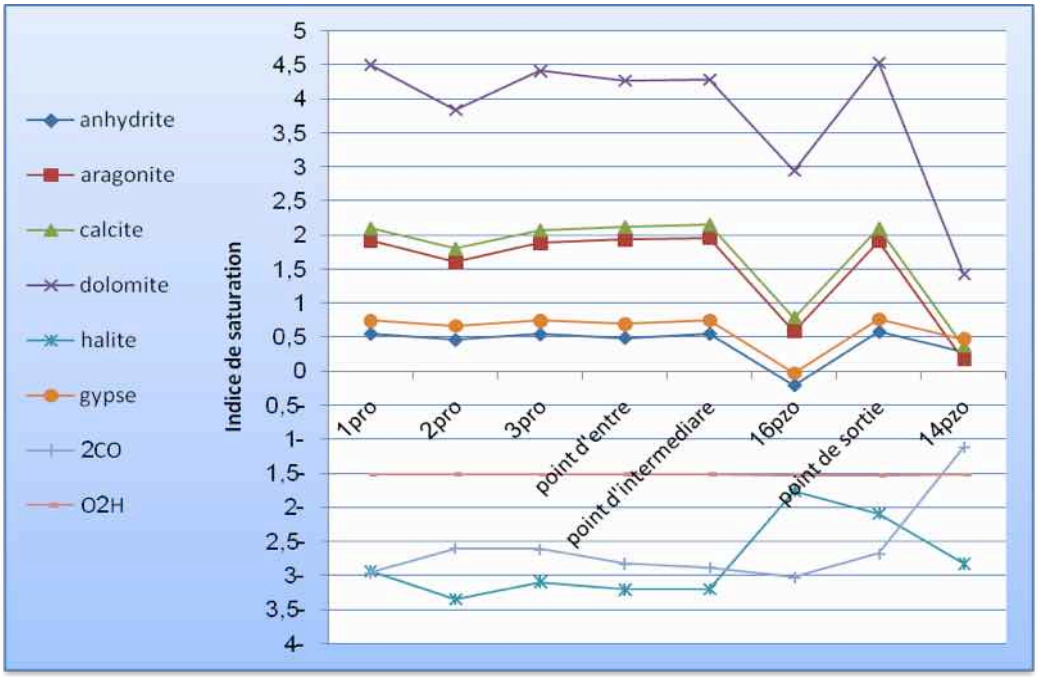

Figure 4 : Evolution des l'indice de saturation des sels de la nappe phréatique

Figure 5 : Manifestations salines observées sur les sites d'étude

4. CONCLUSION

Ce travail consiste à mesurer la salinité des eaux de la nappe phréatique ainsi que le comportement des éléments chimiques, à travers la caractérisation géochimique et le processus d'accumulation des sels et leurs influences sur le sol.

Les résultats obtenus montrent que les eaux de la nappe phréatique sont extrêmement salées et leurs conductivités électriques sont très élevées pouvant atteindre 171.9 dS/m. L'application de l'indice de saturation à travers le logiciel PHREEQC pour les différents minéraux présents dans l'eau phréatique montre un ordre précis de précipitation de ces minéraux. Les carbonates précipitent en premier, suivis des gypsites et enfin de l'halite.

REFERENCES

[1] Servant J.M., 1978 - La salinité dans le sol et les eaux : caractérisation et problèmes d'irrigation drainage. Bull. B.R.G.M., Sect. 2 :123-142.
[2] Guendouz.A., Reghis. Z., Et Moulla.A.S., 1992 - Etude hydrochimique et isotopique des eaux souterraines de la cuvette de Ouargla. Rapport N° 1, 65p. Rapport N°2, 30p.
[3] Daoud Y., Halitim A., 1994 - Irrigation et salinisation au Sahara Algérien. Sécheresse vol 5 (N°03) :151-160.
[4] Nezli.I E., Achour.S., Djabri.L., 2007 - Approche géochimique des processus d'acquisition de la salinité des eaux de la nappe phréatique de la basse vallée de l'oued M'ya (Ouargla). Larhyss Journal, N° 06 : 121-134p.
[5] Idder A H., 2006 - Mode de fixation et de cristallisation des sels dans un sol nu non irrigué dans la région de Ouargla . Thèse.,Mag., I.N.A, El-Harrach,100p.
[6] Idder T., Idder A, Tankari Dan-Badjo A., Benzida A., Merabet, Negais H, Serraye A., 2014 - Les oasis du Sahara algérien, entre excédents hydriques et salinité. : L'exemple de l'oasis de Ouargla. Revue des Sciences de l'Eau 27(2) (2014) 155-164
[7] Durand J.H., 1958. Les sols irrigables - étude pédologique. Alger, 190 p.
[8] Droubi A., Fritz B., Tardy Y., 1976 - Equilibres entre minéraux et solutions. Programmes de calculs appliqués à la prédiction de la salure des sols et des dos optimales d'irrigation. Cahiers O.R.S.T.O.M., série pédologie ; VOL.XIV, : 13-38.