

Analyse géochimique des eaux d'un aquifère superficiel en région aride (Cas de l'oasis de Ouargla : Sahara algérien)

Abdelhak IDDER, Tahar IDDER, Aicha SERRAYE, Hamza NEGAIS, Hamida KEMASSI

*Univ Ouargla, Fac. des Sciences de la Nature et de la vie, Lab. de Recherche sur la Phoeniciculture,
OUARGLA, 30 000, ALGERIE*

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 à texture sableuse non cultivée située dans l'oasis de Ouargla. Les résultats obtenus montrent 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, de 25,7 dS/m à 171,9 dS/m. Par ailleurs, les résultats des analyses anioniques et cationiques mettent en évidence une supériorité remarquable du sodium parmi les cations (sa teneur augmente de 168,48 meq/l en amont à 978,26 meq/l en aval) et du chlore parmi les anions (sa teneur augmente de 218,31 meq/l à 1225,35 meq/l), 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'alcalinité des eaux d'une part et à la précipitation de l'aragonite, de la calcite et de la dolomite d'autre part. La sensibilité des minéraux à l'indice de saturation met en évidence une précipitation prioritaire des éléments carbonatés suivie des gypsites et en dernier lieu de l'halite.

Mots clés : Géochimie, Nappe phréatique, oasis de Ouargla, Algérie

Geochemical analysis of water of an aquifer surface in arid area of (Case of the oasis of Ouargla: The Algerian Sahara)

Abstract

The study presented is interested to geochemical surface water characterization and examination of the process of precipitation of salts in a plot in texture uncultivated Sandy located in the oasis of Ouargla. The results rise that the waters of this slick possess extremely high salinity attested by eclectic conductivities values that vary, upstream downstream flow direction, of 25.7 dS/m at 171.9 dS/m. otherwise, anionic and cationic analyses results highlight a remarkable superiority of sodium among

cations (its content increases from 168, 48 meq/l upstream to downstream 978,26 meq) and chlorine among anions (its content increases 218,31 meq/l 1225,35 meq), which gives these waters a chloride-sodium dominant chemical facies. The study of saturation of the area, anhydrites and be components index shows that the dissolution of the gypseous formations is due to increase the alkalization of water on the one hand and the precipitation of the aragonite, calcite and dolomite on the other hand. The sensitivity of saturation index minerals highlights priority precipitation of carbonate elements followed by the gypsites and finally the halite.

Key words: geochemistry, groundwater, oasis of Ouargla, Algeria

1. INTRODUCTION

Différents processus peuvent contribuer à la dégradation des sols (l'érosion, la salinisation, la contamination, le drainage, l'acidification, l'altération 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; GUENDOZ *et al.*, 1992; DAOUD et HALITIM, 1994 ; NEZLI *et al.*, 2007; BG, 2003; IDDER, 2006).

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.*, 2012). 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. Matériel et méthodes

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 Sebkhha de Oumraneb, située au

Nord-est de la ville de Ouargla (figure 1). 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 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 Sebkhya Oumraneb (pzo 16 et 14) ;
- Trois situés le long d'un drain qui relie une station de pompage (SPED) à la Sebkhya Oumraneb (entrée, sortie et point intermédiaire).

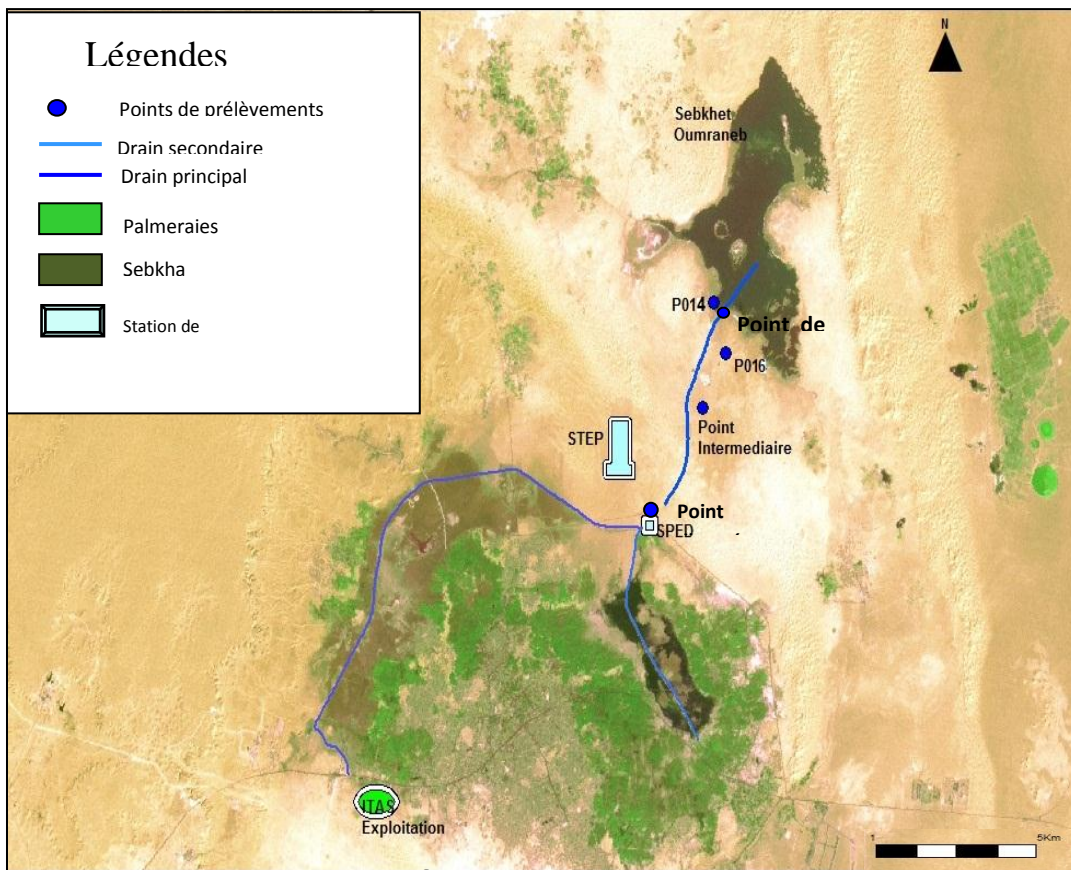


Figure 1 : Carte de situation des points de prélèvement dans la nappe phréatique.

3. Résultats 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 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) (figure 2). Parmi les

anions majeurs (SO_4^{2-} , HCO_3^-), c'est le chlore qui a enregistré les concentrations les plus élevées (218,31 à 1225,35 meq/l d'amont en aval) (figure 3).

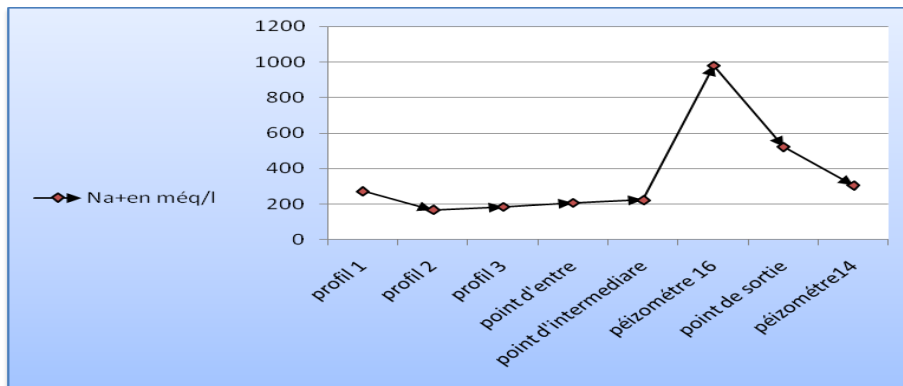


Figure 2 : Profil ionique de l'évolution des concentrations en sodium dans la nappe phréatique

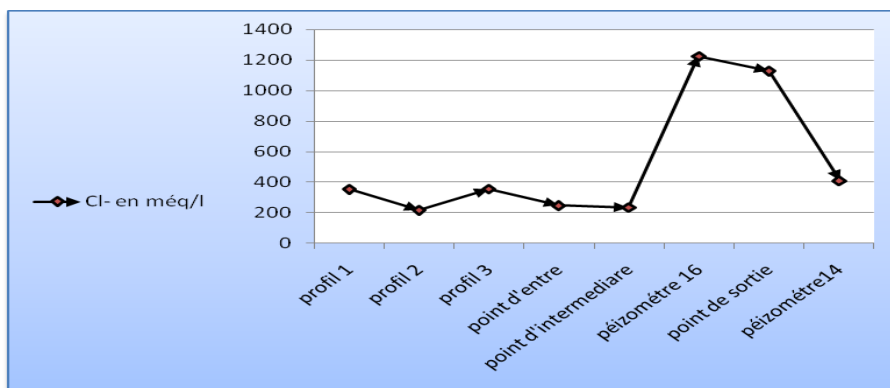


Figure 3 : Profil ionique de l'évolution des concentrations en chlore dans la nappe phréatique

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 (figure 4). Ces valeurs placent ces eaux dans la classe C4S5 (Très mauvaise qualité, selon DURAND, 1958).

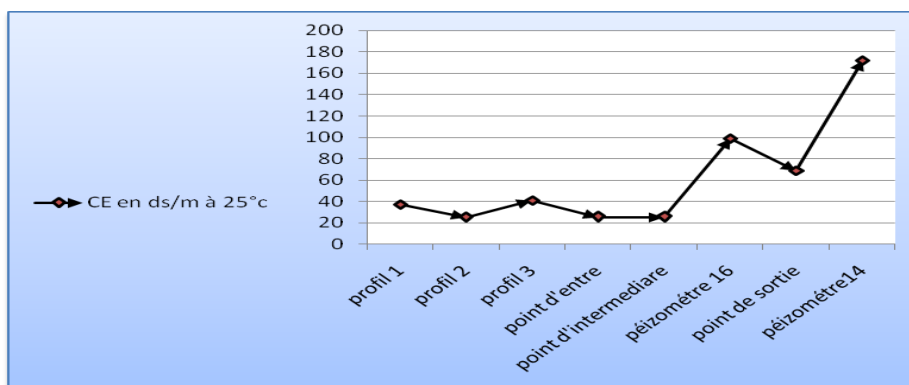


Figure 4 : Profil salin des eaux de la nappe phréatique

Les indices de saturation des principales phases Anhydrite (CaSO_4), Aragonite (CaCO_3), Calcite (CaCO_3), Dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), Halite (NaCl), Gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), (CO_2) et (H_2O) des eaux échantillonnées sont présentés dans la figure 5. 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), 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'anhydrite issus des minéraux évaporitiques enregistrent des indices de saturation qui varient entre - 0,2 et + 0,58, favorisant ainsi le déclenchement 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 croûtes à la surface du sol.

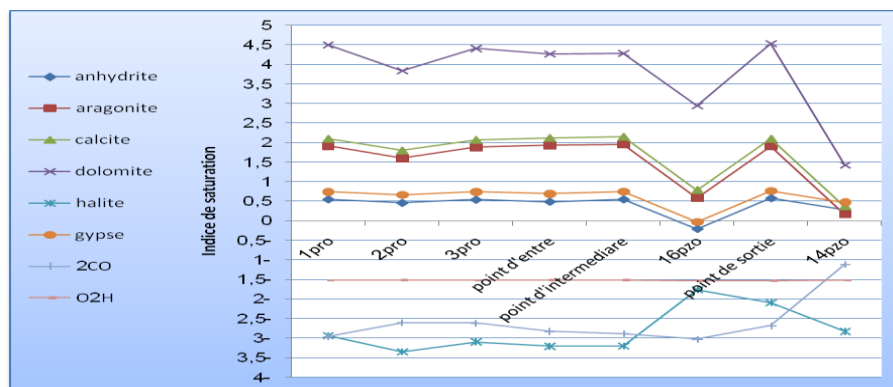


Figure 5 : Evolution des l'indices de saturation des sels de la nappe phréatique

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.

Bibliographie

1. BG., 2003 - Étude d'assainissement des eaux résiduaires, pluviales et d'irrigation. Mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique. Rapport de la mission II B .Caractérisation environnementale de la situation actuelle. Bonard & Gardel, Lausanne, pp.17-18.
2. Boukhris K. 2012. Mode de dégradation des aridosols par précipitations salines saisonnières, approche géochimique. (Cas de la cuvette de Ouargla). Mémoire de fin d'études d'ingénieur en Écologie. Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, 75 p.
3. Daoud Y, Halitim A. 1994. Irrigation et salinisation au Sahara Algérien :. *Sécheresse vol 5 (03)*, 151-160.
4. 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 optimaux d'irrigation :. *Cahiers ORSTOM, série pédologie, VOL XIV*,13-38.
5. Durand JH. 1958. Les sols irrigables - étude pédologique. Alger, 190 p.
6. Guendouz A, Reghis Z, Moulla AS. 1992. Etude hydrochimique et isotopique des eaux souterraines de la cuvette de Ouargla. Rapport, 65p.
7. Idder A H. 2006. Mode de fixation et de cristallisation des sels dans un sol non irrigué dans la région de Ouargla . Thèse Mag INA El-Harrach, Algérie, 100p.
8. Idder T, Idder A, Mensous M. 2012. Les conséquences écologiques d'une gestion non raisonnée des eaux agricoles dans les oasis du Sahara algérien. Cas de l'oasis de Ouargla. In Apse C. De l'eau agricole à l'eau environnementale. Résistance et adaptation aux nouveaux enjeux de partage de l'eau en méditerranée, Ed. Quae, Collection Update Sciences&technologies, Versailles, France, pp. 209-218.
9. Nezli IE, 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*, 6, 121-134.
10. Servant JM. 1978. La salinité dans le sol et les eaux : caractérisation et problèmes d'irrigation drainage :. *Bull. BRGM, Sect. 2*, 123-142.