LA SALINITE DES EAUX SOUTERRAINES DE LA REGION EST DE LA PLAINE D'EL-OUTAYA (BISKRA) ALGERIE .

Nafaâ Brinis[1], Larbi Djabri[2], Ramdane Kardache[3]
*1.*Université de Batna, Algérie E.mail : Nafaa_brinis@yahoo.fr.
2 Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie. E.mail : Djabri_larbi @yahoo.fr.
3 Université de Tizi-ouzou, Algérie.

INTRODUCTION

L'un des grands problèmes liés aux zones arides et semi-arides est sans doute la salinité des eaux souterraines. C'est un des facteurs importants qui provoquent la dégradation de la qualité des eaux naturelles. Elle est souvent liée à la nature lithologique des roches réservoirs, à l'évaporation intense et au régime pluviométrique faible.

Les eaux de la nappe du Mio-pliocène de la zone Est de la plaine d'El-Outaya présentent une salinité assez élevée variant entre 1 et 5 g/l .

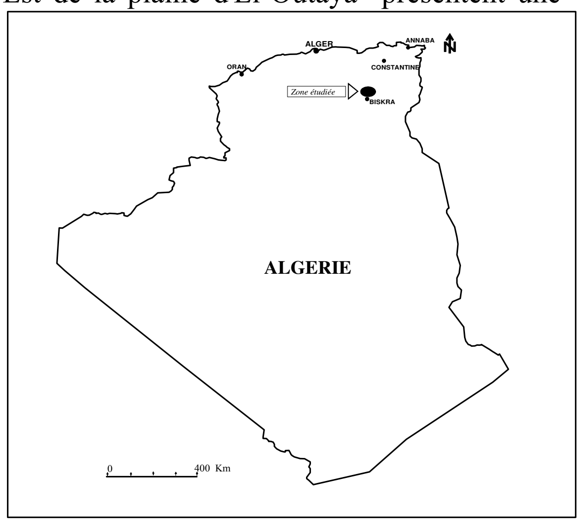


Figure 1. Situation de la plaine d'El-Outaya

Cette plaine se trouve dans la partie nord des territoires de la wilaya de Biskra au sud algérien, à environ 500 kms au sud d'alger. (Figure 1)

Elle est le résultat d'un remplissage Mio-Pliocène –Quaternaire caractérisé par :

- Des dépôts quaternaires très hétérogènes (Alluvions, sables, travertins, dunes et poudingues) sont développés dans les lits des oueds et les zones basses.

- Des dépôts mio-pliocènes caractérisés par des graviers, des grès conglomératiques à grains fins à moyens, avec des passages d'argiles et de marnes gypseuses.

Le diapir de sel (Trias) au nord de la plaine reste l'élément le plus important dans la géologie et la tectonique de la région, il est représenté par le Djebel Melah. L'étude de la série lithologique de ce dernier met en évidence la présence de roches évaporitiques et des contactes anormaux. (Tractionnel 1974)

La nappe du mio-pliocène dans la région étudiée est constituée de deux niveaux pouvant contenir de l'eau séparés par un niveau imperméable supposé marneux. Elle est constituée de sables, graviers, argiles et marnes gypseuses.

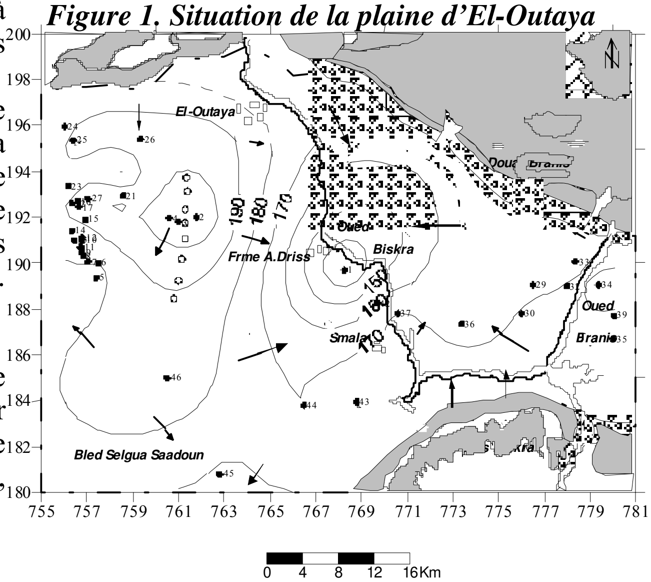


Fig.2 Carte piézomètrique (Fev 2000)

La présence d'argile dans des proportions variables et les passages latéraux de faciès ont rendu cette nappe hétérogène d'où la difficulté d'une corrélation fine entre la géophysique et les sondages mécaniques.

L'écoulement converge vers le centre de la zone étudiée (Figure 2). L'alimentation de la nappe se fait à partir des reliefs au Nord, à l'Est, au Sud-Est et au Nord-Ouest. Elle n'est séparée de la surface que par une couverture quaternaire d'épaisseur variable selon les endroits.

La région possède un climat aride avec une moyenne annuelle des précipitations de l'ordre de 108 mm (1973-2001). Le calcul du bilan hydrologique montre que l'évapotranspiration réelle consomme pratiquement toutes les précipitations donnant ainsi un déficit sur toute l'année de l'ordre de 1130 mm. Le ruissellement et les infiltrations sont négligeables voire nuls.

METHODOLOGIE

L'objectif de cette étude est d'essayer de trouver une explication à cette salinité et son origine en utilisant l'évolution des éléments chimiques et le contexte géologique.

Pour cela nous avons exploité les résultats de 48 analyses chimiques ce qui nous a permit de dégager 3 familles d'eau qui feront la base de notre recherche :

- Familles des eaux chlorurées sodiques.
- Familles des eaux sulfatées magnésiennes.
- Famille des eaux sulfatées sodiques.

Par ailleurs nous avons remarqué plusieurs corrélations significatives liant les différents éléments chimiques (tableau : 1). Une forte corrélation ($r \geq 0.8$) existe entre les éléments chimiques Ca, Mg, Na, Cl, SO4. Pour expliquer quelques liens qui semblent exister entre les éléments chimiques surtout qui apparaissent comme faciès dominants, nous avons tracé quelques graphes.

	Ca	Mg	Na	Cl	SO4
Ca	1.00				
Mg	0.68	1.00			
Na	0.90	0.65	1.00		
Cl	0.87	0.65	0.97	1.00	
SO4	0.90	0.85	0.86	0.79	1.00

Tableau 1 *: corrélation entre les éléments chimiques*

Nous avons aussi fait appel à la thermodynamique pour vérifier les résultats issus des graphes.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

<u>Le couple SO4 - Cl</u> : Fig 3.

L'importance des faciès chloruré et sulfaté nous conduit à vérifier la relation entre ces deux éléments.

Le graphe montre une tendance à l'alignement des points, indiquant probablement une origine commune cependant quelques points présentent un excès de sulfates. D'autres un excès des chlorures. L'importance de l'excès de l'un ou de l'autre détermine la dominance du faciès de l'un sur l'autre.

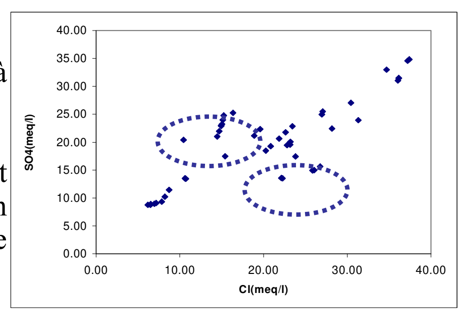


Figure3: Le couple SO_4 – Cl

<u>Le couple Cl/SO4 – Conductivité :</u> Fig 4

On constate en général que pour les valeurs de conductivité inférieure à 3500 μ Siemens/cm , la conductivité est plus influencée par les sulfates. Alors qu'au dessus de cette valeurs la conductivité est influencée par les chlorures (incidence de diapir).

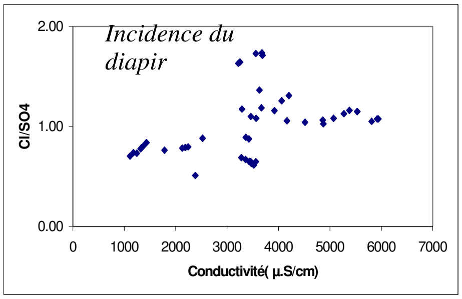


Figure 4 : Le couple Cl/SO_4 – Conductivité

<u>Le couple Na – Cl :</u> Fig 5.

Le graphe montre un alignement des points ce qui implique la même origine des deux éléments chimiques probablement la dissolution de la halite (NaCl) se trouvant au nord (Djebel Melah)..
Cette relation confirme l'existence du faciès chloruré sodique.

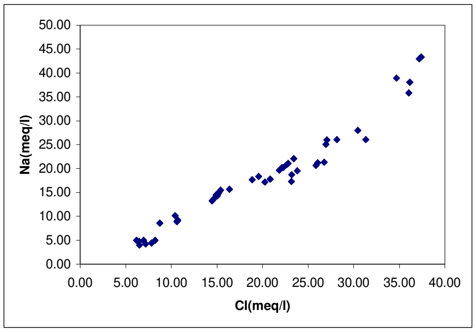


Figure 5: Le couple Na – Cl.

<u>Le couple Mg-Na :</u> Fig 6.

Le graphe mis en évidence trois tendances :

- Le magnésium évolue indépendamment du sodium *(origine autre que les évaporites*)
- Evolution simultanée du sodium et magnésium *(dissolution des évaporites)*
- Diminution du magnésium alors que le sodium reste en évolution *(Echange de base entre sodium et magnésium)*

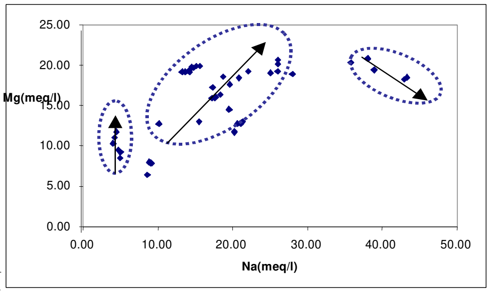
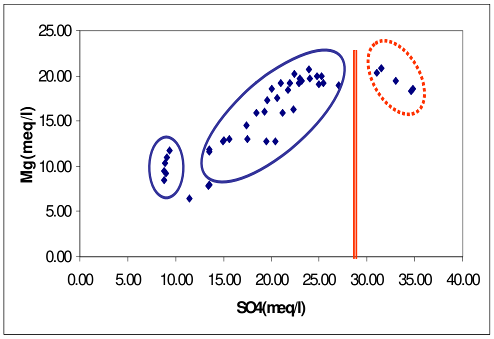


Figure 6 ***Le couple Mg – Na***

<u>Le couple Mg – SO4:</u> Fig 7.

L'évolution du magnésium se fait avec les sulfates jusqu'à une valeur des sulfates (de 28 meq/l) où le magnésium diminue systématiquement alors que les sulfates reste en évolution. Ces derniers continuent à évoluer avec un autre élément (supposé être le sodium).



g
ure 7 : Le couple Mg – SO_4

Le couples Na – SO4 : Fig 8.

Le graphe montre une tendance à l'alignement des points, cependant quelques uns montrent un excès en sulfates ou en sodium. Ce qui est important ici c'est que pendant que le magnésium diminue comme indiqué précédemment, le sodium reste en évolution avec les sulfates et remplace le magnésium (échange de base).

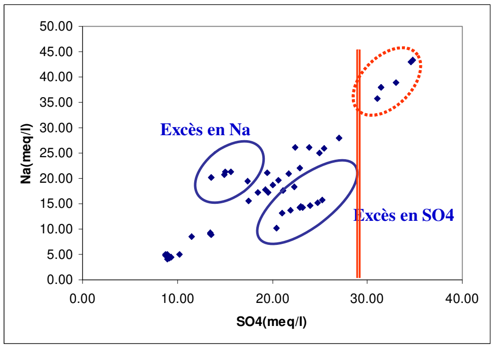


Figure 8 : Le couple Na – SO_4 .

Echange de base (ieb) et les minéraux à l'origine de la salinité des eaux :

i.e.b= r Cl – r(Na +K)/rCl (Si l'i.e.b est positif , un échange des alcalins de l'eau contre les alcalino-terreux de l'eau).

87% des eaux de la région étudiée présentent un indice d'échange de base positif allant de 2.10^{-3} à $4.21.\ 10^{-1}$. On peut donc confirmer que les eaux sulfatées sodiques sont le résultat d'un échange de base qui s'effectue entre le sodium et le magnésium à partir des eaux sulfatées magnésiennes.

L'interprétation thermodynamique en utilisant du logiciel **WATEQ** (Larry Rollins, 1987) pour le calcul de (SI) a permis la détermination de l'influence des minéraux évaporitiques sur la composition chimique des eaux. Ces minéraux qui sont en réalité des sels sont à l'origine de la salinité des eaux de la région. L'indice de saturation (SI) montre que ces eaux sont sous saturées vis-à-vis du **gypse** (-1,09), de l'**anhydrite** (-6,6) et de la **halite** (-6,29) ce qui provoque une dissolution continue entraînant un enrichissement des eaux par les éléments de ces minéraux. On constate, par ailleurs, que les minéraux carbonatés se trouvent sursaturés et tendent à se précipiter notamment sous forme de dolomite et de magnésite.

CONCLUSION :

L'étude hydrochimique des eaux de la partie Est de la plaine d'El-Outaya (zone aride) montre une salinité assez élevée.

L'origine de cette salinité est liée d'une part à la géologie de la région par la dissolution des roches évaporitiques du mio-pliocène , et d'autre part le diapir de sel (la halite) qui se trouve au nord de la région,.

La manière selon laquelle évoluent les éléments chimiques dans l'eau lors de leur parcours souterrain déterminent deux faciès dominants (chloruré et sulfaté) .

L'existence du phénomène d'échange de base a été mis en évidence par la répartition spatiale des eaux sulfatées sodique avec la diminution du magnésium et l'augmentation du sodium.

Par ailleurs, l'interprétation thermodynamique montre que les minéraux évaporitiques présentent un état de sous-saturation malgré leur présence dans l'eau en fortes concentrations ce qui permet une dissolution continue entraînant un enrichissement des eaux par les éléments chimiques de ces minéraux.

BIBLIOGRAPHIE.

1. DJABRI. L et al, (2001), Mise en évidence du processus de salinité des eaux souterraines. Tribune de l'eau, Mars-Avril 2001, No2, Vol.54 . No610 , Revue du centre d'étude et de documentation de l'eau , Edition Cebedoc, Liège, Belgique, pp29-43**.**

2. DEBIECHE.T.H,(2002),Evolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle.Application à la basse plaine de la Sybouse Nord-Est Algérien. pp.125-132.
3. KAFI.N ; SAAD.H,(1989),Aménagement hydro-agricole de la plaine d'El-Outaya (W)Biskra.pp.3-10.
4. KARDACHE. A,(1988),Ressources en eau des Karsts du Sud Est Algérien. Thèse de docteur ingénieur de l'Un. des sciences et techniques du Languedoc. 236 p.
5. SCHOELLER. H, (1962), Les eaux souterraines. *Masson et Cie édition Paris IV* 306, 316, 362. pages.
6. TRACTIONEL,(1974),Mise en valeur du gisement de sel d'El-Outaya. Etude géologique et hydrogéologique. pp.15-27.