



## Caractérisation hydro chimique des eaux de complexe Terminal en zones arides (cas de la cuvette de Ouargla)

BELHADJ AISSA R.<sup>1,a)</sup>, BOUTOUTAOU D.<sup>2,b)</sup>

*1 Univ. Ouargla, Lab. Exploitation and valorization of Natural Resources in Arid Zones. P.Box. 511 Ouargla 30000, Algeria.*

a) [Rochdi47@gmail.com](mailto:Rochdi47@gmail.com)

b) [Boutoutaoudjamel@yahoo.fr](mailto:Boutoutaoudjamel@yahoo.fr)

**Résumé.** L'étude s'intéresse à la qualité des eaux du système aquifère du complexe terminal avec ces deux nappes (la nappe du Miopliocène et la nappe sénonienne) dans la région d'Ouargla, l'interprétation des données hydro chimiques (éléments majeurs), a permis de comprendre le fonctionnement hydrogéologique de ce système aquifère multicouche. Les objectifs de cette étude sont d'évaluer la qualité naturelle des eaux souterraines, identifier les faciès chimiques. Elle permet de suivre aussi la variation des paramètres physicochimiques dans les nappes et leur degré de potabilité. Les résultats de ces analyses ont été traités à partir d'une méthode hydro chimique qui utilise le diagramme triangulaire de Piper.

### 1. INTRODUCTION

L'eau souterraine constitue la plus grande réserve en eau douce liquide de la planète, environ 8 à 10 millions de km<sup>3</sup>, soit entre 98 et 99 % du total [6]. Les ressources en eaux souterraines de la région de Ouargla (Sahara septentrional) sont contenues dans deux grands systèmes aquifères superposés [13 ; 7 ; 16 ; 1]. De bas en haut se rencontre, le système aquifère superposé du Continental Intercalaire (CI) et du Complexe Terminal (CT) qui est le plus exploité et inclut plusieurs aquifères dans différentes formations géologique (Sénonien et Miopliocène). Par ailleurs, diverses travaux

antérieurs [4;9; 3 ; 10 ; 12 ; 8] ont tenté, par les analyses hydrochimiques et isotopiques, de caractériser les nappes souterraines. Ces études ont montré que les eaux de cette région sont caractérisées par une minéralisation totalement excessive, le plus souvent associées à une dureté et des concentrations en fluorures élevées.

De plus, ces ressources en eaux souterraines connaissent de plus en plus une dégradation qualitative et quantitative, résultant des contraintes anthropiques (l'exploitation intense et l'absence d'un exutoire pour les rejets des eaux). Cependant, la bonne gestion de ces ressources en eau nécessite au préalable une bonne connaissance des caractéristiques hydrogéologiques et géochimiques du système aquifère. C'est l'objectif essentiel dans cette optique que cette étude a été réalisée.

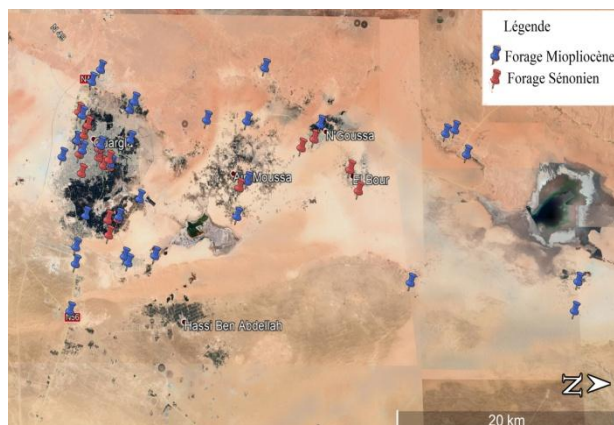
### 2. Cadre général

La cuvette de Ouargla fait partie du Sahara septentrional algérien, elle correspond à une grande dépression d'une superficie d'environ 750 Km<sup>2</sup> [15]. Le climat appartient de la région est désertique ou hyperaride : les précipitations sont faibles et irrégulières, variant entre 0,01 et 17,2 mm par année exceptionnelle [5], avec des températures maximales moyenne 43°C, alors que le cumul de l'évaporation annuelle dépasse presque 60

fois celui de la pluviométrie (2759 mm/an) [14]. En observant les logs stratigraphiques établis [2], on note la présence de : Les grès et les argiles sableuses de la nappe Albienne du (CI), arrivant à profondeur de 1000 m et une épaisseur de 600 m ; les calcaires, avec la nappe du Sénono-Eocène carbonatés, d'épaisseur de 300 m, sise à une profondeur de 200 m ; l'ensemble détritique (sables, argiles et évaporites) des formations continentales, avec la nappe du Miopliocène située à une profondeur entre 20 et 100 m et d'épaisseur de 100 m ; les sables du Quaternaire avec la nappe superficielle, située à une profondeur de 2 m en moyenne.

### 3. Matériels et méthodes

Un total de 72 échantillons (fig.1) a été prélevé à partir du système aquifère du CT (44 nappe Miopliocène), (28 nappe Sénonien), durant la période février-mars 2015. Les échantillons d'eau ont été immédiatement stockés à 4°C, l'analyse a été effectuée rapidement moins de 24 h après le prélèvement. Pour chaque test, les paramètres physiques à savoir le pH, la température et la conductivité sont mesurés in situ à l'aide d'un pH-mètre marque WTW pH 315i et d'un conductimètre de marque HACH CO 150. Les concentrations des éléments majeurs ont été déterminées à l'aide d'un spectrophotomètre en utilisant Les méthodes d'analyse standard.



**Figure1.** Positionnement des points d'échantillonnages dans la cuvette d'Ouargla [11].

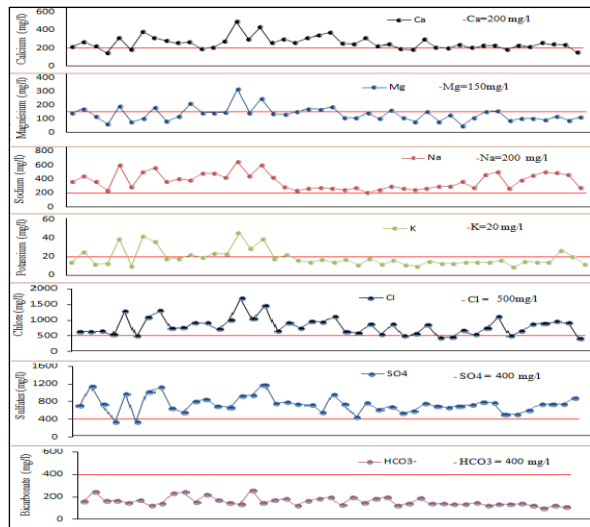
### 4. Résultats et discussions

#### Évaluation de la potabilité des eaux

La température des eaux de la région varie entre 18,5 et 29,5°C dans la nappe du Miopliocène, celles du Sénonien, varient entre 20 et 28 °C. On constate une homogénéité thermique avec une légère augmentation de la température pour la nappe du Miopliocène. En ce qui concerne le pH des eaux, entre 7,07 et 8,4 pour la nappe du Miopliocène et une variation entre 7,17 et 8,4 dans la nappe sénonienne. Il apparait que le pH de toutes ces eaux est voisin de la neutralité avec un caractère alcalin. Les valeurs de la conductivité électrique des eaux varient entre 2,05 et 10,7 mS.cm<sup>-1</sup> dans la nappe du Miopliocène. Pour la nappe du sénonien entre 2,07 à 6,7 mS.cm<sup>-1</sup>.

#### Les éléments majeurs

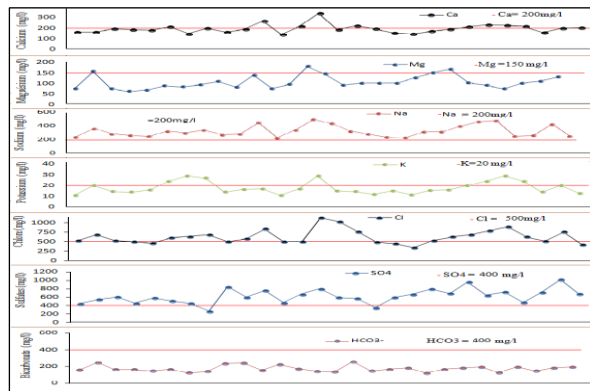
Dans la nappe du Miopliocène (Fig2) les valeurs de calcium sont élevées, elles sont comprises entre 142,64 et 497 mg/l. Le magnésium à des valeurs généralement faible avec une moyenne de 131,46 mg/l, sauf en ce qui concerne quatre forages sont dépasse les normes. Le sodium est trop élevé et dépasse la ligne de potabilité. Le potassium des eaux de Miopliocène est plus au moins élevé. Les concentrations en chlorures présentent des valeurs importantes globalement dépassent la ligne de potabilité. Les sulfates sont trop élevées dépassent 400 mg/l. par contre, les bicarbonates présentent des valeurs inférieurs à 400 mg/l.



**Figure 2.** Variation des éléments majeurs en (mg/l) dans la nappe du Miopliocène.

Dans la nappe du Sénonien (fig3) Nous remarquons que La majorité des valeurs de calcium enregistré respect les normes. Le magnésium présente des valeurs moyen compris entre 63,87 et 182,25 mg/l, dans la majorité confirme les normes. Nous signalons que tous les points d'eau dépassent la norme de potabilité concernant le sodium (200mg/l).

Les concentrations en chlorures sont élevés sauf ce qui concerne quelque les forages. Les sulfates sont trop élevées allant jusqu'au 1025 mg/l. Les bicarbonates confirment les normes.



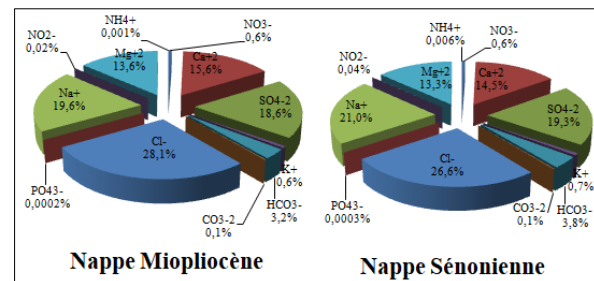
**Figure 3.** Variation des éléments majeurs en (mg/l) dans la nappe du Sénonien.

## Caractérisation chimique des eaux

Dans les études de caractérisation des eaux souterraines de la cuvette de Ouargla, l'importance des ions (valeurs exprimées en meq/l) suit l'ordre suivant :

Dans la nappe Miopliocène :  $Cl^- - Na^+ - SO_4^{2-} - Ca^{+2} - Mg^{+2} - HCO_3^- - K^+ - NO_3^- - CO_3^{2-} - NO_2^- - NH_4^+ - PO_4^{-3}$ .

Dans la nappe Sénonienne  $Cl^- - Na^+ - SO_4^{2-} - Ca^{+2} - Mg^{+2} - HCO_3^- - K^+ - NO_3^- - CO_3^{2-} - NO_2^- - NH_4^+ - PO_4^{-3}$ .

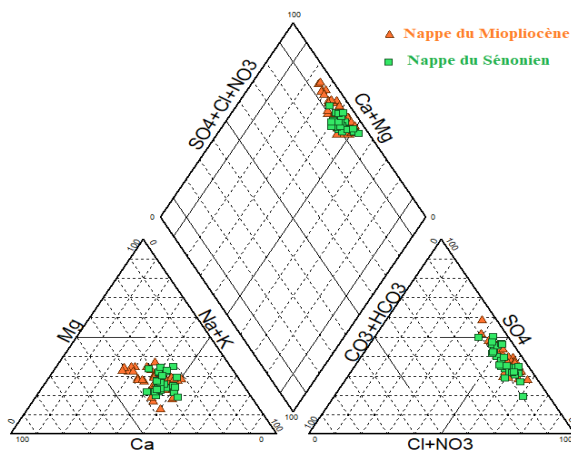


**Figure 4 :** pourcentage des éléments chimiques dans l'eau en fonction des nappes.

Le graphe à secteur (fig4) apparait que les chlorures occupent une part importante au niveau du pool ionique suivi du sodium dans les différentes nappes de la région.

## Faciès chimiques

Représentées sur le diagramme de Piper (Fig5), les eaux de la nappe du miopliocène et les eaux de la nappe du Sénonien sont regroupée sous un même faciès mixte, entre chloruré sodique et sulfaté sodique. la distribution des points d'eau occupe, au niveau du triangle des anions on remarque une dominance des chlorures sur les sulfates et les bicarbonates ; quant au triangle des cations, il y a le sodium qui domine le magnésium et le calcium.



**Figure 5.** Faciès chimique des eaux du CT

## 5. Conclusion

L'étude des caractéristiques hydrogéochimiques des eaux du Complexe Terminal de la cuvette de Ouargla a été réalisée à partir de la combinaison des méthodes hydro chimiques, et hydrogéologique. Cette étude met en évidence les différentes caractéristiques physico-chimiques des eaux du site. La classification des résultats des analyses chimiques obtenues à partir du diagramme triangulaire de Piper permet d'identifier deux groupes d'eau. Les eaux chlorurées sodique (62,5%) des eaux étudiées. Les eaux sulfatées sodique (27,78%), les eaux chlorurées calciques et magnésiennes (9,72%). La variation des éléments majeur en fonction de la limite de potabilité (normes algériennes) a montré que la majorité des éléments globalement dépassent la ligne de potabilité. Elles nécessitent un traitement avant l'utilisation

## Référence

1. A.N.R.H., 2005. Les ressources en eaux dans la wilaya d'Ouargla, Rapport technique.
2. ANRH, 2004.- Données des fiches techniques des forages de la Wilaya de Ouargla. Agence Nationale des Ressources Hydrauliques, Direction régionale Sud, Ouargla, documents scannés. Google earth
3. Achour, S., 1990. La qualité des eaux du Sahara septentrional en Algérie-Etude de l'excès en fluor, Tribune de l'eau, Ce bedeau, n°6, 42 (542), 53-57.
4. Azout, B., Abraham, J., 1978. Existence et causes des fluoroses humaines dans la région d'El Oued, Annales de l'I.N.A., Volume VIII, 3, 5-12 Alger.
5. Bonnard., Gaedel., 2001. Vallée de Ouargla. Etudes d'assainissement des eaux résiduaires, pluviales et d'irrigation. «Mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique». Mission IA Reconnaissances et diagnostic de l'assainissement, pp : 156.
6. Margat, J., Unesco et BRGM., 2006. Exploitations et utilisations des eaux souterraines dans le monde., 2p, 2006.
7. Cornet, A. et Gouscov, N., 1952. Les eaux du Crétacé inférieur continental dans le Sahara algérien ( nappe dite «albien»). In «La géologie et les problèmes de l'eau en Algérie» XIXème congrès géologique international T.II, 30p.
8. Foster, s., Margat, J., Droubi, A., 2006. Concept and importance of nonrenewable ressources. Number 10 in IHP-VI Series on Groundwater. 10 : 13-2.
9. Guendouz, A., 1985. Contribution à l'étude hydrochimique et isotopique des nappes profondes du Sahara nord-est septentrional, Algérie. Thèse de Doctorat., Univers d'Orsay. France, 243p.
10. Guendouz, A. et Moulla, A.S., 1996. Etude hydro chimique et isotopique des eaux souterraines de la cuvette de Ouargla, (Algérie). Int. Rep. N° 2, CDTN/DDHI, Algérie. 30p.
11. Google Earth pro 7.1.7.2606
12. Hamdi-Aissa, B., 2001. Le fonctionnement actuel et passé de sols du Nord-Sahara (Cuvette de Ouargla). Approches micromorphologique, géochimique, minéralogique et organization spatial. Thèse Doct., Inst. National Agronomique, Paris-Grignon, 283p.
13. Killian, C., 1922. Essai de synthèse de la géologie du Sahara sud-constantinois et du Sahara central. C. R.XII cong. Géol. Intern. Bruxelles, fasc. II, 887-945.
14. Nezli I. E., 2009. Approche hydrogéochimique à l'étude des aquifères de la basse vallée de l'oued M'ya Ouargla. Thèse de doctorat ès sciences en sciences hydrauliques, Université de Biskra, 140 p.
15. Slimani, R., 2016. Etude qualitative des ressources en eaux souterraines et cartographie de la vulnérabilité environnementale d'un aquifère au climat aride méditerranéen cas de la cuvette de Ouargla, Algérie. Thèse de doctorat ès sciences en sciences agronomiques., Univrs Kasdi Merbah, Ouargla, 164p.
16. UNESCO., 1972. Projet «ERESS», Etude des Ressources en eau du Sahara Septentrional. Rapport final, 7 plaquettes. Paris, 116p.