

**CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THE QUALITY PHYSICOCHEMICAL OF
THE WATERS OF THE WATER OF THE COMPLEX TERMINAL IN THE VALLEY
OF OUED SOUF (SOUTH-EAST ALGERIAN)**

I. Zaiz*¹, B. Zine², D. Boutoutaou¹, S. Khechana³

¹Laboratoire d'Exploitation et de Valorisation des Ressources Naturelles en Zones Arides
Université de Ouargla, Algérie

²Laboratoire d'Exploitation et de Valorisation des Ressources Naturelles en Zones Arides
Université de Ouargla, Algérie

³Département d'hydraulique et de génie civil, Université d'El Oued, Algérie

Received: 26 April 2017 / Accepted: 25 August 2017 / Published online: 01 September 2017

ABSTRACT

The area of Oued-Souf consists of a good amount of underground water resources. These resources consist of two big aquifers: the Terminal Complex and the Continental Intercalary. The Chemical quality of these waters creates big problems like: the high mineralization and the concentration of some elements that surpass the recommended norms stated by the OMS. The objectives of the present study relate to quality of the waters within this area and their effects on the environment.

According to the results obtained from the different methods utilized, diagram and statistical tool, it could be said that the mineralization of these waters is geologic in origin. The mineralization relate to the composition of the strata that make the two layers. The problem of the Oued-Souf area waters is in essence a problem of quality, for this we believe there must be some rigorous research to develop the chemical quality of these waters and to guarantee their accountability to the international norms before mobilizing them to the consumers.

Keywords: Terminal Complex, Continental Intercalary, Mineralization, Qualitative aspects, statistical tool.

Author Correspondence, e-mail: zaiz.issam@gmail.com

doi: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v9i3.19>



1. INTRODUCTION

Au cours des dernières années, les ressources en eaux souterraines sont devenues une préoccupation mondiale en raison de plusieurs facteurs, dont l'exploitation intensive engendrée par la croissance démographique et le développement agricole et industriel. En effet, cette opération convergeant avec le changement climatique a menacé la pénurie d'eaux souterraines, d'une part, et la détérioration de leur qualité, d'autre part, la dégradation de la qualité de l'eau souterraine.

Notre étude hydro-chimique a pour but de définir l'origine des eaux du complexe tuberculeux tuberculeux, les caractéristiques physico-chimiques de l'eau, les principaux éléments dissous dans l'eau et ces origines, ce dernier en quantifiant différents éléments chimiques dissous dans l'eau, les faciès chimiques, la dureté, la potabilité des eaux de la nappe du complexe terminal et leurs aptitudes pour les utilisations agricoles.

2. PRESENTATION DU MILIEU ET ETAT DES CONNAISSANCES

2.1. Situation Géographique

La vallée d'Oued-Souf est une unité de ressource en eau située au sud-est algérien (**Fig.1**) au centre d'une grande cuvette synclinale, appelée aussi région du Bas-Sahara à cause de la faible altitude, elle occupe une superficie de 11738 km², représente 18 communes administrativement et englobe un nombre de population de 469 129 habitants avec une densité de 39,96 hab/km² (ONS, 2010). Elle est limitée par les coordonnées Lambert suivantes :

• X = 275 200/322 000 • Y = 3665 000 /3743 000 (Cretenet J N et al, 2003).

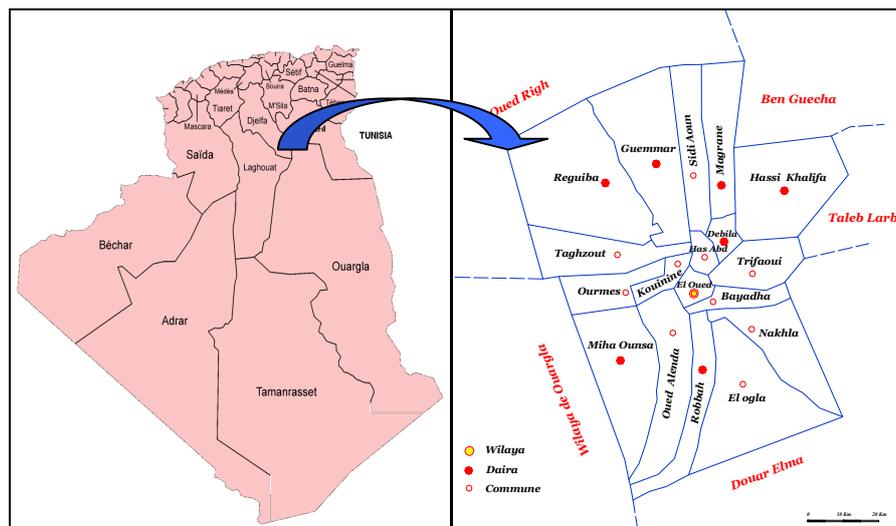


Fig.1. Situation géographique de la vallée d'El-Oued et sa répartition administrative

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Dans le cadre de ce travail, nous avons effectué une grille régulière de la zone d'étude et nous avons sélectionné un réseau représentatif de 37 échantillons (forage), les résultats seront analysés dans ce travail. Cette campagne de forage a été étudiée et les mesures des eaux souterraines des paramètres physiques de l'eau in situ (conductivité, pH, température) ainsi de prendre des échantillons d'eau dans des flacons de polyéthylène à pour but d'analyses chimiques au laboratoire (Algérienne Des Eaux) Les éléments majeurs analysés sont (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^-). Tous ces forages ont été reportés sur carte topographique et repérés grâce au GPS.

3. RESULTAS ET DISCUSSION

3.1. Identification des faciès chimiques des eaux de la nappe CT

3.1.1. Diagramme de Piper

La représentation des éléments chimiques des différents échantillons sur le diagramme de Piper (**Fig.2**) montre que la majorité des échantillons se coïncident sur les pôles caractérisant les faciès Chlorurée sodique et potassique ou sulfatée sodique, ce qui est probablement dû à la dissolution des évaporites.

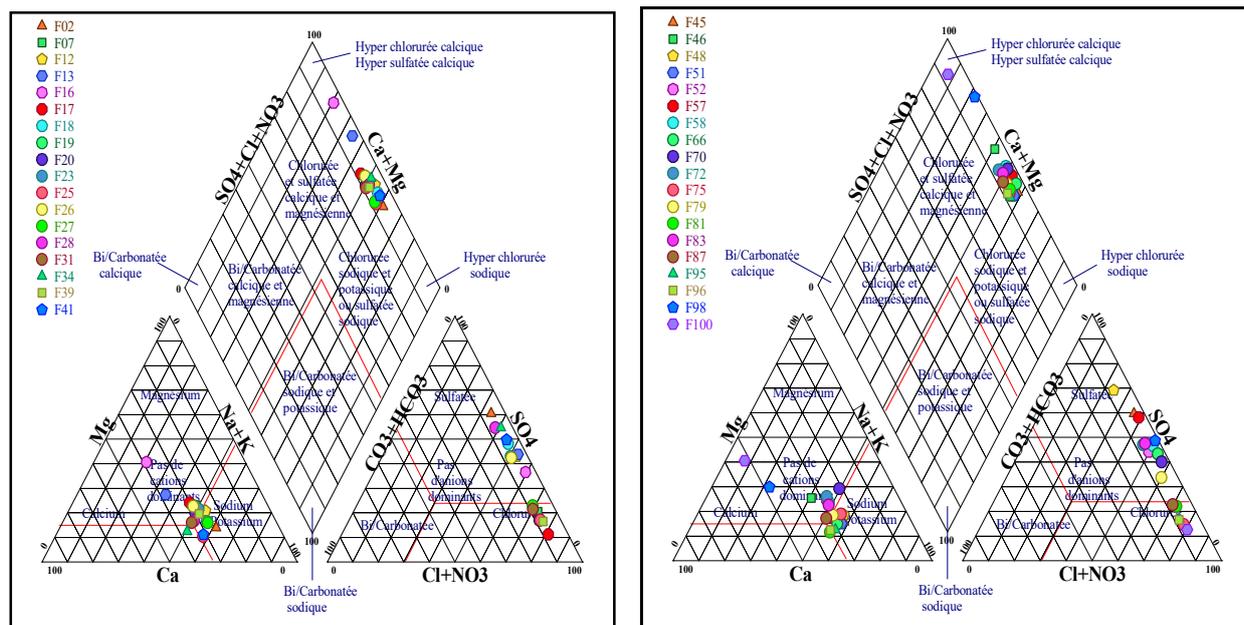


Fig.2. Diagramme de PIPER, (Sept 2012/ F02 à F100)

3.1.2. Répartition Des Faciès

Les analyses chimiques effectuées sur les 37 échantillons (Table 1) montrent que :

- Le faciès chimique prédominant est chloruré – sodique (23 échantillons).
- 10 échantillons ont un faciès chimique sulfaté – sodique.
- 03 échantillons ont un faciès chimique chlorurée – calcique.
- 01 échantillons ont un faciès chimique chlorurée – magnésienne.

Table 1. Faciès chimiques et formules ioniques des échantillons (Septembre 2012)

Nombre d'échantillons	Formules caractéristiques		Faciès chimiques
	r % Anions	r % Cations	
23	$Cl^- > SO_4^{2-} > HCO_3^- > NO_3^-$	$Na^+ > Mg^{2+} > Ca^{2+} > K^+$	Chloruré sodique
10	$SO_4^{2-} > HCO_3^- > Cl^- > NO_3^-$	$Na^+ > Mg^{2+} > Ca^{2+} > K^+$	Sulfaté sodique
03	$Cl^- > SO_4^{2-} > HCO_3^- > NO_3^-$	$Na^+ > Mg^{2+} > Ca^{2+} > K^+$	Chloruré calcique
01	$Cl^- > SO_4^{2-} > HCO_3^- > NO_3^-$	$Na^+ > Mg^{2+} > Ca^{2+} > K^+$	Chloruré magnésienne

3.2. Origine de chimisme des eaux

L'origine des sels dissous dans les eaux souterraines est habituellement les minéraux dans les roches des encaissements du réservoir d'entraînement transversal et le mélange avec de l'eau

d'autres aquifères profonds (CT et CI). Ici, nous déterminons l'origine des éléments chimiques des eaux de la nappe du complexe terminal CT à partir de la bonne corrélation entre eux (méthode des rapports), pour cela, nous utilisons les mêmes données.

3.2.1. Le Couple ($\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}$)

Le graphe montre une tendance à l'alignement des points, indiquant probablement une origine commune, cependant, quelques points présentent un excès de chlorures, d'autres un excès des sulfates. L'importance de l'excès de l'un ou de l'autre élément détermine la dominance du faciès de cet élément sur l'autre (Fig.3).

3.2.2. Le Couple (Na^+/Cl)

Le graphe montre un alignement des points, ce qui implique la même origine des deux éléments chimiques qui est probablement la dissolution du Halite. Cependant, quelques points présentent un excès de chlorures, d'autres un excès des sodiums. Cette relation se confirme par l'existence du faciès chloruré sodique. (Fig.4)

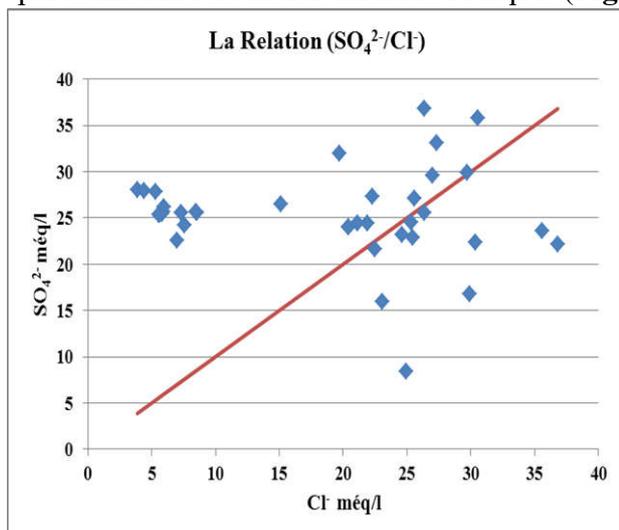


Fig.3. Le couple ($\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}$)

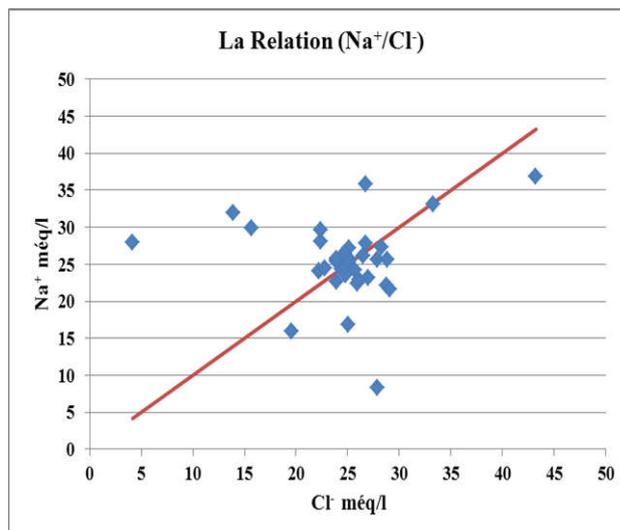


Fig.4. Le couple (Na^+/Cl)

3.2.3. Le Couple ($\text{Na}^+/\text{SO}_4^{2-}$)

Le graphe montre une dispersion des points indiquant que les deux éléments chimiques ont des origines différentes (Fig.5). Cette relation ne confirme pas également l'existence du faciès sulfaté sodique. Cette relation montre une diminution du sodium alors que les sulfates restent en évolution.

3.2.4. Le Couple (Ca²⁺/Cl)

L'examen de cette relation montre une évolution proportionnelle des chlorures et du calcium (Fig.6). Cette relation confirme l'existence du faciès chloruré calcique.

Notons que ce faciès 'anormal' est le résultat d'un signe de pollution (cas F98 et F100) et / ou d'un mélange des eaux de l'aquifère superficiel et profond.

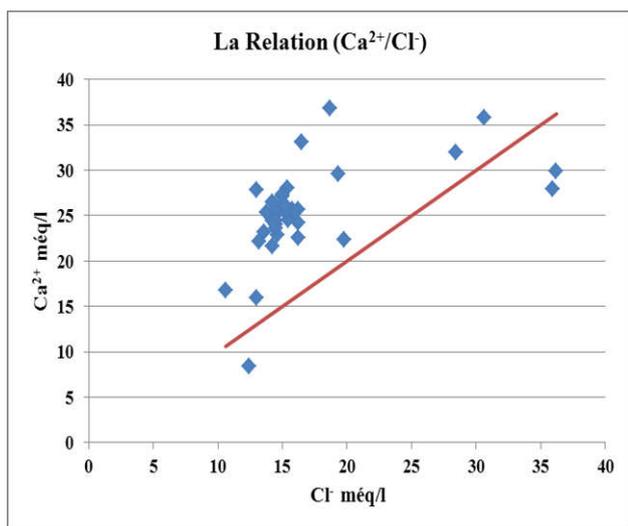


Fig.6. Le Couple (Ca²⁺/Cl)

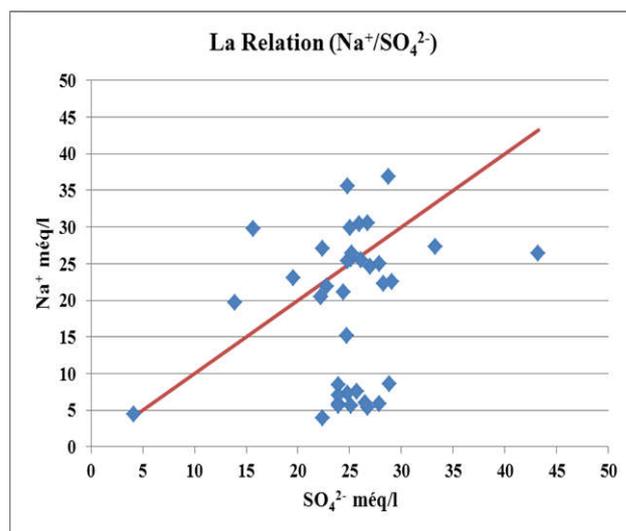


Fig.5. Le Couple (Na⁺/SO₄²⁻)

3.3. Caractéristiques physico-chimiques des eaux de la nappe CT

3.3.1. Degré hydrotimétrique (D.H)

Le degré hydrométrique ou la dureté d'une eau correspond à la somme des concentrations en calcium et en magnésium.

$$\begin{cases} \text{DHT} = (r \text{ Ca}^{2+} + r \text{ Mg}^{2+}) & \text{(en meq/l)} \\ \text{DHT} = 5 (r \text{ Ca}^{2+} + r \text{ Mg}^{2+}) & \text{(en degré Française °F)} \end{cases}$$

Table 2. Dureté des eaux °F selon W. THEOBALD et A. GAMA, 1969

D.H.T (en °F)	0 - 7	07 - 22	22 - 32	32 - 54	> 54
Qualification de l'eau	Douce	Modérément douce	Assez douce	Dure	Très dure

On remarque pour tous les échantillons prélevés que le titre hydrotimétrique varie de 83 à 320°F, ce qui indiquant des valeurs très élevées de dureté.

3.3.3. Le pH

On remarque qu'au niveau des tous les forages (échantillons) le pH est situé dans la norme maximale et acceptable. La valeur des pH est généralement comprise entre 7.01 et 8.10 ce qui reflète un caractère basique des eaux de la région.

3.3.4. Conductivité

Il est considéré comme la propriété de l'eau de passer le courant électrique, c'est fonction de la température, de la concentration et de la nature de l'ionisation des composés dissous. Les mesures de la conductivité effectuées en septembre 2012 montrent qu'elle est située entre 3070 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 7190 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Elle augmente du Sud-Ouest vers le Nord-Est (dans le sens d'écoulement des eaux souterraines).

3.4. Potabilité des eaux de la nappe du complexe terminal CT

L'eau de l'aquifère mio-pliocène est utilisée pour l'alimentation en eau potable des habitants de la région. Pour contrôler la qualité de cette eau, nous avons comparé les résultats des analyses physico-chimiques aux normes recommandées par l'organisation mondiale de la santé (O.M.S)

A cette fin, nous avons porté sur un tableau (**Table 3**) les concentrations maximales des différents paramètres obtenus de l'analyse des eaux de la nappe et ceux de l'O.M.S

Table 3. Comparaison des concentrations en différents paramètres avec les normes de l'O.M.S

Eléments chimiques	Concentration maximale (mg/l)	Les normes de l'O.M.S (mg/l)
Calcium (mg/l)	725.44	200
Magnésium (mg/l)	360.70	150
Sodium (mg/l)	993.80	150
Potassium (mg/l)	56.40	12
Sulfates (mg/l)	1307.40	400
Chlorures (mg/l)	1770.00	600
Nitrate (mg/l)	64.30	50
CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	7190	2500

D'après les résultats d'analyses chimiques, la concentration maximale admissible en Ca^{2+} , SO_4^{2-} , Na^+ , Cl^- , K^+ , NO_3^- , et CE est trop élevée (plus de 100 %), ce qui veut dire que les eaux de la nappe du complexe terminal dans la vallée d'Oued- Souf ne sont pas potables.

3.5. L'aptitude des eaux de la nappe CT à l'irrigation

La qualité de l'eau d'irrigation est déterminée par la concentration et la composition des sels dissous dans l'eau. Les principaux paramètres déterminants:

- La concentration totale du sel dissous dans l'eau;
- La concentration réelle de Na^+ par rapport aux autres cations;
- La concentration des éléments toxiques;
- Dans certains cas la concentration de HCO_3^- par rapport au Ca^{2+} et Mg^{2+}

3.5.1. Au moyen de la conductivité (Risque De Salinité)

La concentration des sels dans l'eau peut être déterminée en terme de conductivité électrique, donc l'eau d'irrigation peut être classée comme suit:

Table 4. Directives pour l'interprétation de la qualité d'une eau d'irrigation

Restriction pour l'irrigation	CE en $\mu\text{S} / \text{cm}$
Aucune	< 700
Légère à modéré	700 - 3000
Forte	> 3000

La conductivité électrique mesurée sur place dans la vallée d'Oued-souf avait donné des résultats qui oscillent entre 3070 et 7190 $\mu\text{S}/\text{cm}$, donc cette eau est impropre pour l'irrigation.

3.5.2. Au moyen de la méthode de Richards

Le SAR : est un indice qui évalue le danger que présente l'existence d'une teneur donnée en sodium; il est calculé par la formule suivante:

$$S.A.R = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{2}}}$$

S: Sodium; A: Adsorption; R: Ratio.

Les éléments Na^+ , Ca^{2+} , et Mg^{2+} représentent les concentrations en (még/l), les valeurs de SAR ont été calculées à partir des données des analyses chimiques.

La méthode de Richards est basée sur la combinaison des deux méthodes: du SAR et de la conductivité électrique. On remarque que la majorité des échantillons n'ont pu être positionnés du fait de leurs teneurs élevées en sel (la conductivité est supérieure à 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), présente un risque d'alcalinisation du sol.

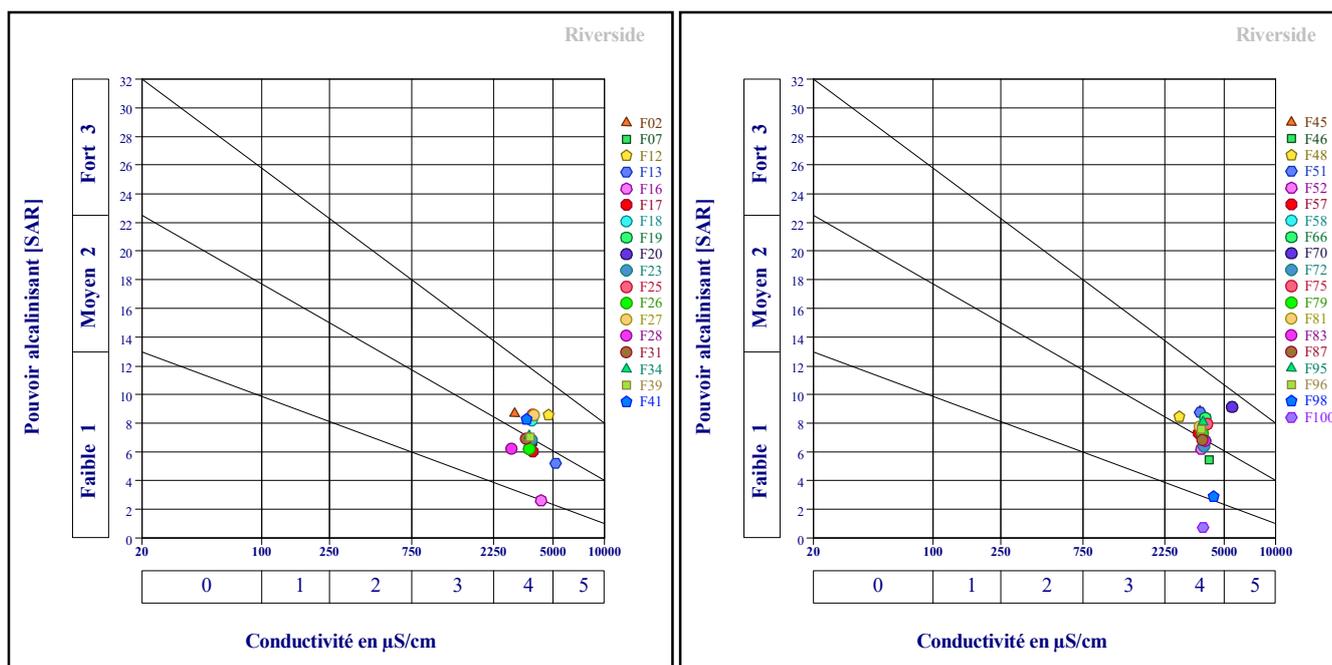


Fig.7. Le diagramme de Richards, (Sept 2012/ F02 à F100)

Le diagramme (**Fig.7**) montre que les eaux de la nappe du complexe terminal CT sont de mauvaise qualité pour les utilisations agricoles.

4. CONCLUSION

L'étude qualitative des eaux de la vallée d'Oued Souf nous a permis de constater que la teneur des éléments majeurs de la nappe du complexe terminal augmente en fonction de la formation géologique, généralement les éléments rencontrés sont d'origine géologique.

Nous avons remarqué également qu'il y a une relation claire entre la salinité et la piézométrie, car nous constatons que la salinité s'accroît en fonction du sens de l'écoulement des eaux

souterraines.

L'interprétation des résultats obtenus par l'étude hydrochimique permettent de conclure que les eaux de la nappe du complexe terminal sont trop minéralisées et extrêmement dures, ceux qui exige des préventions avant l'utilisation pour l'irrigation où il présente parfois des dangers d'alcalinisation de sol. La potabilité reste loin aux normes O.M.S, elle est classée au de-la du mauvais. A cause de cette eau désagréable, la population de la vallée d'Oued -Souf préfère acheter l'eau provenant de flotte de camions citerne des Wilaya voisines (Biskra, Tebessa).

5. REFERENCES

- [1] KHECHANA. S ; 2007 : Etude de la gestion intégrée des ressources en eau dans la vallée d'Oued souf (sud est Algérie).Mémoire de magister en hydrogéologie, université d'Annaba ,133 p
- [2] A.R.M.I.N.E.S ; 1975: Modèle de gestion et de mise en valeur des nappes aquifères du Complexe Terminal « Oued Rhir- Souf – Ouargla ». Ecole des mines de Paris ; Rapport.
- [3] BUSSON.G ; 1972: Etude des ressources en eau du Sahara septentrional par UNESCO Utilisation des modèles pour l'établissement des programmes d'exploitation. VOL 5.
- [4] KHADRAOUI. A : L'excès d'eau dans les zones agricoles et urbaines et leur impact environnemental dans les régions Sahariennes.
- [5] Castagny G, 1967. Traité pratique des eaux souterraines. Dunod, Paris. France 661 p.
- [6] Castagny G, 1968. Prospection et exploitation des eaux souterraines. Dunod édit. Paris,
- [7] BEL F, & Demargne F, 1966. Étude géologique du Continental Terminal ; DEC, ANRH, Alger, Algérie, 24 planches. 22p.
- [8] ACHOUR. S., 1990. La qualité des eaux du Sahara septentrional en Algérie. Etude de l'excès de fluor. Tribune de l'eau.

How to cite this article:

Zaiz I, Zine B, Boutoutaou D, Khechana S. Contribution to the study of the quality physicochemical of the waters of the water of the complex terminal in the valley of oued souf (south-east algerian). J. Fundam. Appl. Sci., 2017, 9(3), 1559-1568.