

GEOSTATISTICAL AND GEOCHEMICAL STUDY OF THE AQUIFER SYSTEM WATERS COMPLEX TERMINAL IN THE VALLEY OF OUED RIGH-ARID AREA ALGERIA

Asma BETTAHAR¹, Imed Eddine NEZLI¹, Sameh. HABES²

1. University of Kasdi Merbah, Ouargla, Geological Department.

asma_bettahar@yahoo.com imedinezli@yahoo.fr

2. National School of Mines and Metallurgy.

Habes_sameh@yahoo.fr

Abstract groundwater resources in the Oued Righ valley are represented like the parts of the eastern basin of the Algerian Sahara, superposed by two major aquifers: the Intercalary Continental (IC) and the Terminal Complex (TC). From a qualitative point of view, various studies have highlighted that the waters of this region showed excessive mineralization, including the waters of the terminal complex (EC Avg equal 5854.61 S / cm). The present article is a statistical approach by two multi methods various complementary (ACP, CAH), applied to the analytical data of multilayered aquifer waters Terminal Complex of the Oued Righ valley. The approach is to establish a correlation between the chemical composition of water and the lithological nature of different aquifer levels formations, and predict possible connection between groundwater's layers. The results show that the mineralization of water is from geological origin. They concern the composition of the layers that make up the complex terminal.

Keywords Complex terminal, mineralization, oued Righ, statistical approach

1. INTRODUCTION

La vallée de l'Oued Righ est située dans un lit fossile (Oued Igharghar) d'un large fossé de subsidence de direction Sud-nord, suivant une pente longitudinale de 1‰ depuis El Goug au sud jusqu'à chott Merouane au Nord (Figure 1). Les formations géologiques sont en majeure partie d'âge Quaternaire et résultent de l'érosion continentale des dépôts Mio-pliocènes (Paix 1956; Bel et Cuche 1970; UNESCO 1972).

Le climat de la région de l'oued Righ est du type saharien hyper aride, à hivers tempéré, et d'une sécheresse permanente ; où les précipitations sont faibles et irrégulières ne dépassent guère 60 mm/an sur une période de 37 ans. Les températures maximales moyennes 40°C, alors que le cumul de l'évaporation annuelle (2400 mm/an) dépasse presque 40 fois celui de la pluviométrie ; (ONM, 2013)

Trois formations aquifères ont été différenciées : deux nappes des sables d'âge Mio-pliocène, et une nappe des calcaires d'âge Eocène Inférieur. Le Mio-Pliocène, très hétérogène, et d'une épaisseur variable. Il est constitué par des sables et des grès et parfois des calcaires et des argiles, des graviers, et des évaporites, avec dominance des formations argileuses à M'ghaier, Oum Thior.

D'après la coupe hydrogéologique du Complexe Terminal montre un sens d'écoulement général qui suit le modèle topographique, c'est-à-dire du sud vers le nord.

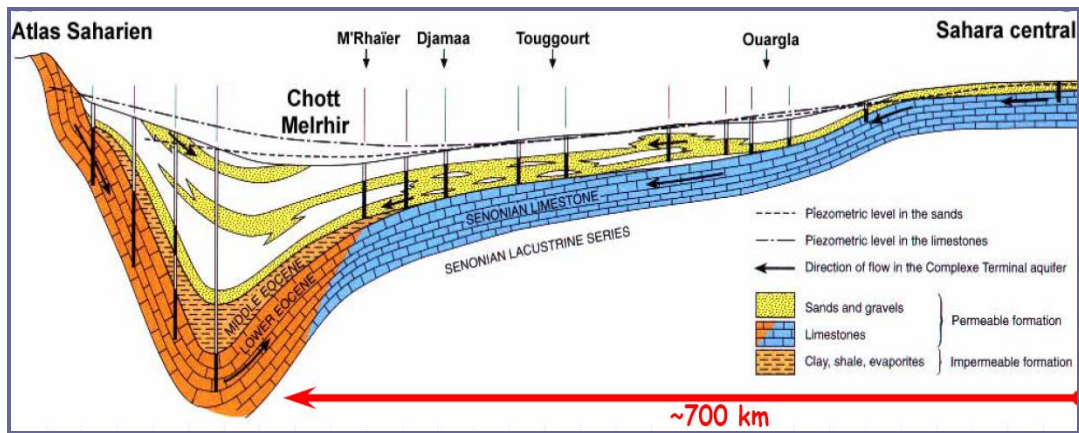


Fig. 1 Coupe hydrogéologique transversal dans la nappe du Complexe Terminal en Algérie (UNESCO, 1972).

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Cinquante deux échantillons (52) d'eau prélevés du système de nappes superposées du Complexe Terminal (2013) (Figure 2), De bas en haut se rencontre ; l'Eocène carbonaté et les deux nappes des sables du Mio-pliocène. Les données analytiques ont été testées et validées par le programme informatique Aq•QA, version Demo 1.1 (RockWare, Inc. Golden, Colorado, USA). L'analyse statistique des données par application de la classification hiérarchique ascendante (CHA), et l'analyse en composante principale (ACP) a été menée par Statistica v6.1 (Stat Soft France, 2003) en version démo (Saporta, 1990).

3. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. Matrice de corrélation

L'examen de la matrice de corrélation effectuée sur 52 échantillons (Tableau 1) montre des corrélations plus significatives entre la conductivité électrique et le magnésium ($r = 0.9$), le sodium ($r = 0.89$), les chlorures ($r = 0.91$) et les sulfates ($r = 0.81$). D'autres corrélations significatives ont été enregistrées aussi, entre : Mg^{2+} et Na^+ ($r = 0.83$), Mg^{2+} et Cl^- ($r = 0.88$), Mg^{2+} et SO_4^{2-} ($r = 0.76$), Na^+ et K^+ ($r = 0.36$), Na^+ et Cl^- ($r = 0.94$), Na^+ et SO_4^{2-} ($r = 0.64$), ainsi que entre Cl^- et SO_4^{2-} ($r = 0.58$).

3.2. Analyses en composants principales (ACP)

La distribution de la variance, montre un premier axe factoriel nettement prédominant sur les autres. Il représente à lui seul 44.68% de la variance totale, d'après la projection des variables sur le plan des axes F1F2 (Figure 2) qui représentent une variance cumulée de 60.95% montrent :

La conductivité électrique, qui traduit la minéralisation, est en très bonne corrélation avec les éléments les plus solubles et évaporitiques (Sulfate, magnésium puis sodium et chlorure) est bien corrélée avec le facteur F1, et par conséquent il considère comme facteur de minéralisation des eaux.

Par ailleurs les éléments les moins solubles, en l'occurrence, le potassium, les nitrates, le calcium et les bicarbonates ne présentent pas de bonnes corrélations avec ce facteur F1.

Tableau 1 Matrice de corrélation des éléments chimiques de la nappe de Complexe Terminal (0.90*: corrélation significative)

	PH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ²⁻ ₄	HCO ⁻ ₃	NO ⁻ ₃
PH	1.00									
CE	0.05	1.00								
Ca ²⁺	-0.06	0.07	1.00							
Mg ²⁺	0.09	0.90*	-0.24	1.00						
Na ⁺	-0.01	0.89*	-0.20	0.83*	1.00					
K ⁺	-0.09	0.43	0.32	0.24	0.36	1.00				
Cl ⁻	0.01	0.91*	-0.23	0.88*	0.94*	0.37	1.00			
SO ²⁻ ₄	0.09	0.81*	0.28	0.76*	0.64*	0.23	0.58*	1.00		
HCO ⁻ ₃	-0.09	-0.16	0.14	-0.22	-0.11	0.33	-0.20	-0.18	1.00	
NO ⁻ ₃	0.27	0.06	0.10	0.08	-0.07	-0.05	-0.11	0.20	-0.13	1.00

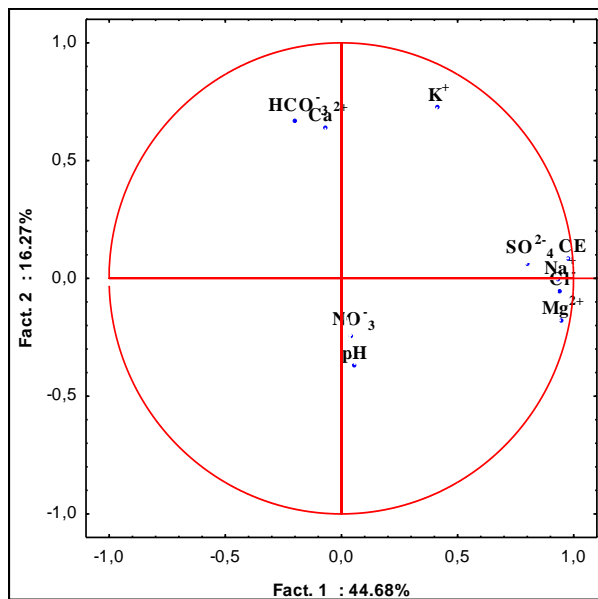


Fig. 2 Résultats de l'analyse en composantes principales : projection des variables sur le plan F1F2 de Complexe Terminal.

3.3. Classification ascendant hiérarchique (CAH)

Les dendrogrammes des variables et des observations (Figure 3(a), figure 3(b)) montrent quatre classes:

La première classe: indique le pôle de minéralisation que regroupe les forages (MPII6, MPII30, MPII13, MPII12, MPII22, EO3) caractérisant par des fortes conductivités électrique (6200µs/cm – 9030µs/cm).

La deuxième classe: indique le pôle évaporitique (Na⁺, Cl⁻ et So4-2) que regroupe les forages (OE1, EO4, MPII4, MPII19, MPI8, MPI4) caractérisant par une forte salinité (CE varie entre 5500 et 6000µs/cm), du faciès chloruré sodique, ou bien sulfaté sodique provoquer par la dissolution des roches évaporitique et gypseuses qui caractérise la région d'étude.

La troisième classe: indique le pôle carbonaté (Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^-) qui regroupe les forages (EO2, MPII18, MPII11, MPII13, EO5) caractérisant par du faciès sulfaté magnésien et chloruré sodique.

La quatrième classe: cette classe indique le pôle de la pollution (NO_3^- , pH, K^+), regroupe les forages de deux nappes du Miopliocène, la majorité des points d'eau sont situés dans les zones caractérisées par des activités agricole avec des profondeurs plus proche de la surface (60 à 170m).

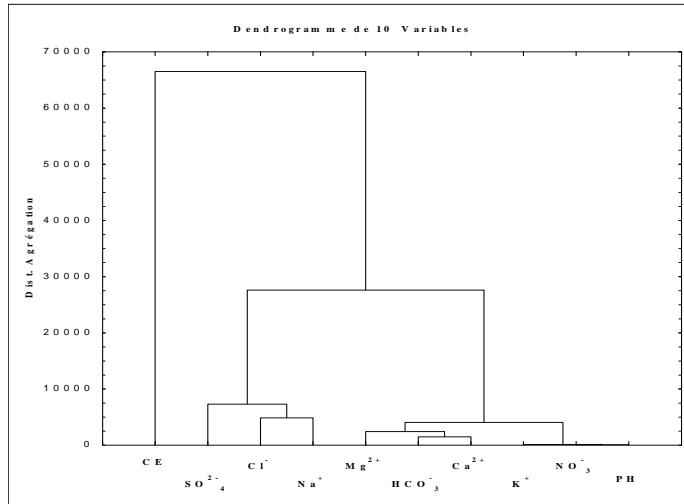


Fig. 3(a) Classification ascendante hiérarchique des variables.

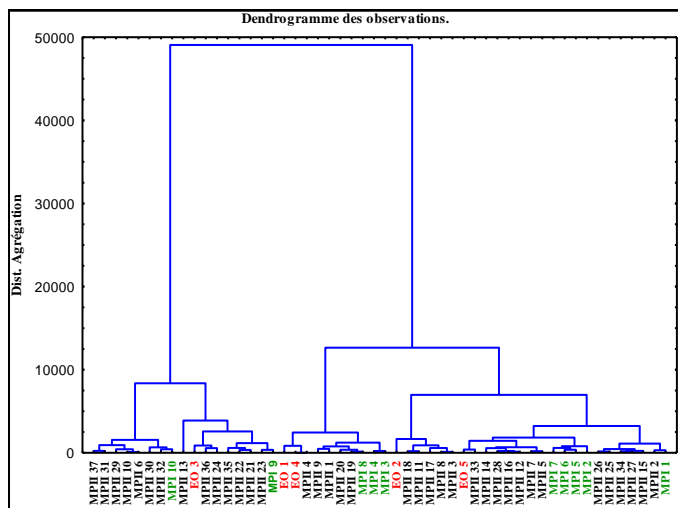


Fig. 3(b) Classification ascendante hiérarchique des observations

4. CONCLUSION

Notre travail fait partie d'une étude sur l'origine géochimique de la minéralisation des eaux de la nappe du Complexe Terminal de la région de l'Oued Righ dans un domaine aride. Cette étude a pour l'objectif de valider une relation entre les trois nappes qui constituent le Complexe Terminal (les deux nappes du Miopliocène et la nappe de l'Eocène).

D'après l'application de l'analyse en composantes principales avec la classification ascendante hiérarchique (deux méthodes complémentaires), nous a permis de démontrer les trois niveaux aquifères de la nappe du Complexe Terminal d'après leur nature lithologique par deux pôles distincts, à savoir le pôle carbonaté (Ca^{2+} , Mg^{2+} , et HCO_3^-) relatif à la nappe du Eocène, et le pôle évaporitique (Na^+ , Cl^- , et SO_4^{2-}) corrélatif avec les deux nappes du Miopliocène.

On conclure à la fin que la minéralisation et la salinité des eaux sont d'origine géologique. Elles concernant la composition des couches qui constituent la nappe du Complexe Terminal et nous avons constaté une communication entre les nappes superposées et ça très apparent par la situation des forages de deuxième nappe de Miopliocène (MPII18, MPII11, MPII13) dans la classe de pôle carbonaté et les forages de l'Eocène (OE1) dans la classe de pôle évaporitique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) Bechiri N., Evolution du chimisme des eaux du surface et souterraine dans le bassin versant de la seybose Nord-Est Algérien, Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar, 2011.
- (2) Bel F., Cuche D., Etude des nappes du Complexe Terminal du bas Sahara. Données géologiques et hydrogéologiques pour la reconstruction du modèle mathématique. Rapport technique direction de l'Hydraulique d'Ouargla, Algérie 1970.
- (3) Bettahar A., Aspects qualitatifs des eaux de la région de l'Oued Righ (nappe du Complexe Terminal et Continental Intercalaire) Sud-Est de l'Algérie, Mémoire de master, Université Kasdi Merbah, 2013.
- (4) Gilbert S., *probabilité analyse des données et statistique*, Paris, Edition Technip, 1890.p.243-257.
- (5) Guendouz A., Molla A. S., Edmunds, W.M., Zouari, K., Shand, P., Mamou, A. Hydrogeochemical and isotopic evolution of water in the Complexe Terminal aquifer in the algerian Sahara, hydrogeology journal, 2003, pp.483-495.
- (6) Handouzi M.A., Evolution du chimisme du barrage Mexanna Nord-Est Algérien, Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar, 2011.
- (7) Houari Ider M., Contribution a l'étude de l'évolution géochimique des eaux de la nappe du Complexe Terminal du Sahara septentrional, Mémoire de Magister, Université Kasdi Merbah, 2012.
- (8) Maoui A., Evolution et origine du chimisme des eaux de l'aquifère superficiel de Zaàfrane: région de la steppe Sud Algéroise. Etude de la variation spatiale de la salinité de ses risques sur les sols et la végétation, Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar, 2007.
- (9) Nezli I. E., Achour S., approche hydrogéochimique a l'étude de la fluoration des eaux de la nappe du Complexe Terminal de la basse vallée de l'Oued M'ya Ouargla, courrier du savoir, N°09, Mars 2009, pp. 57-62.
- (10) ONM. (2000) Office National de la Météorologie, synthèse de données climatiques
- (11) OSS., Système aquifère du Sahara septentrional« SASS», rapport de gestion commune d'un bassin transfrontière, Mars 2003.