CARACTERISTIQUES HYDROGEOCHIMIQUES ET ISOTOPIQUES DE LA NAPPE DU COMPLEXE TERMINAL EN ALGÉRIE

MOULLA[1], A.S. et GUENDOUZ[2], A.
[1]Centre de Recherche Nucléaire d'Alger, Département des Applications en Hydrologie et Sédimentologie, 2, Bd F. Fanon, BP 399, Alger-Gare, 16000, Alger, EMails: as.moulla@comena-dz.org, asmoulla@hotmail.com
[2]Université de Blida, Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Département de Génie Rural, B.P. 270, Route de Soumaâ- BLIDA

INTRODUCTION

La région d'étude (Fig.1) est sise dans le bassin sédimentaire du Sahara nord-est septentrional qui s'étend sur une grande partie en Algérie et au sud de la Tunisie. Elle représente actuellement une zone aride avec une pluviométrie annuelle moyenne ne dépassant guère les 150 mm. La partie nord de ce bassin comprend deux grands ensembles aquifères qui sont le Continental Intercalaire (CI) contenu dans les formations du Crétacé inférieur et le Complexe Terminal (CT) contenu essentiellement dans les formations continentales continues du Mio-Pliocène (sables et sables argileux). Ce travail s'intéressera à la variation des caractéristiques hydrogéochimiques et isotopiques des eaux souterraines du Complexe Terminal en Algérie, le long d'une direction d'écoulement Sud-Nord sur près de 700 km, s'étalant du plateau du Tinrhert vers la zone des Chotts Merouane et Melrhir sur ~350.000 km^2 en Algérie. Du point de vue hydrogéologique et géochimique, les caractéristiques globales de ces eaux ont été bien établies par plusieurs auteurs[1,2,3,4,5,6]. Les techniques isotopiques ont commencé à être utilisées dès la fin des années 1960 par l'UNESCO dans le cadre du Projet ERESS[1]. Dès lors, plusieurs études[2,4,5,6,7,8] et campagnes de terrain ont été menées dans la région.

MATERIEL ET METHODES

Quarante six échantillons ont été recueillis à partir de la nappe du CT dans des bouteilles en polyéthylène durant des missions de terrain effectuées en 1994, 1995 et 1996. Il s'agissait principalement de forages captant les niveaux sableux et sablo-argileux du Mio-Pliocène. Les mesures enregistrées in-situ comprenaient les paramètres physico-chimiques susceptibles d'être altérés par le stockage de pré-analyse à savoir : la température, la conductivité électrique, l'alcalinité totale (HCO_3^-) par titrimétrie, le pH, et l'oxygène dissous (DO). Les échantillons à analyser en laboratoire subiront une filtration à l'aide de membranes à pores de Ø 45 µm et acidifiés pour ceux devant subir une analyse en cations (1% v/v HNO_3). Les anions ont été analysés par colorimétrie automatisée. Les sulfates, les cations et une grande panoplie d'éléments en traces ont été déterminés par ICP-OES ou ICP-MS. Les analyses en isotopes stables (^{18}O, ^{2}H, ^{13}C) ont été effectuées par spectrométrie de masse.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Pour simplifier la compréhension des phénomènes auxquels est soumis le système aquifère en question, les résultats obtenus sont interprétés selon la direction d'écoulement principale (Fig. 1). Pratiquement, il est fort possible qu'un flux quelconque puisse pénétrer cette ligne d'écoulement de la dorsale du M'Zab à l'ouest. De plus, il est aussi probable qu'il y ait une contribution à partir du CI sous-jacent à la faveur des failles d'Amguid El-Biod au sud. La profondeur des forages considérés est similaire et est comprise entre 100 et 200m ; elle augmente dans le sens de l'écoulement comme indiqué par la coupe de la Figure 1.
La conductivité électrique mesurée augmente progressivement de 1000 µS/cm à moins de 9000 µS/cm le long de cette ligne d'écoulement.

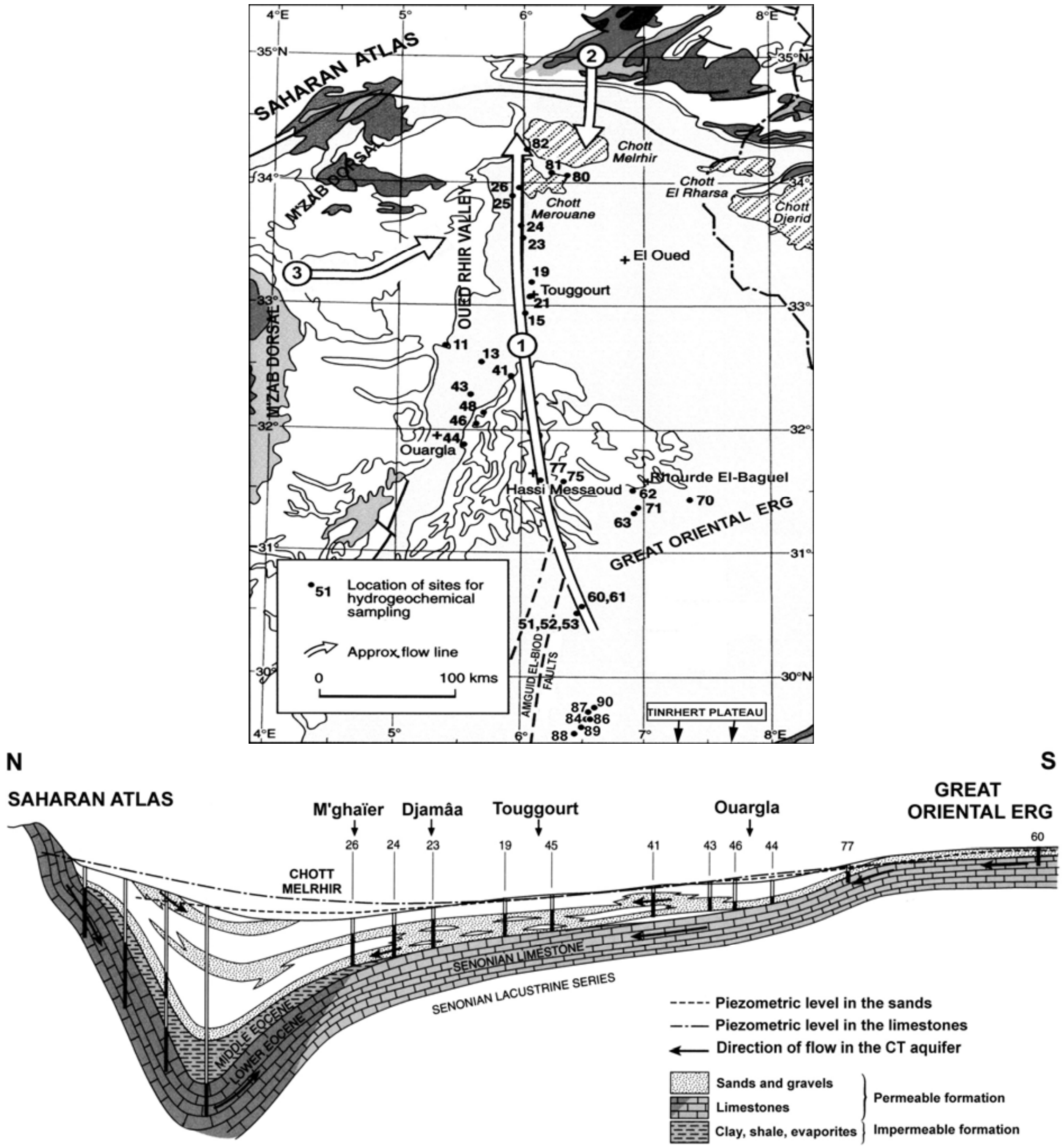

Figure1 : Présentation de la zone d'étude, de la direction principale d'écoulement étudiée et de la coupe hydrogéologique N-S de la nappe du CT.

Les chlorures étant des espèces dissoutes conservées, ils rendent compte des conditions de recharge. Leurs teneurs peuvent ainsi être appréciablement modifiés par des apports à partir des eaux de formations ou d'évaporites[9]. Les concentrations minimales mesurées tournent autour de ~200 mg/l sur les zones de recharge et sont probablement dues à l'évaporation des solutés des eaux de pluies. Elles augmentent pour atteindre les ~2500 mg/l dans la zone des Chotts, exutoire de la nappe (Fig. 2). Le rapport Br/Cl donne des indications sur l'origine de la salinité[10] Il équivaut à 0.0035 en rapport massique pour l'eau de mer et se rapproche de cette valeur pour les pluies d'origine océanique. De plus grandes valeurs peuvent être attendues lorsque de la matière organique est présente dans la matrice de l'aquifère. Dans notre cas, les points s'alignent en dessous de la droite de l'eau de mer, indiquant une grande influence des évaporites comme source principale de Cl dans les eaux.

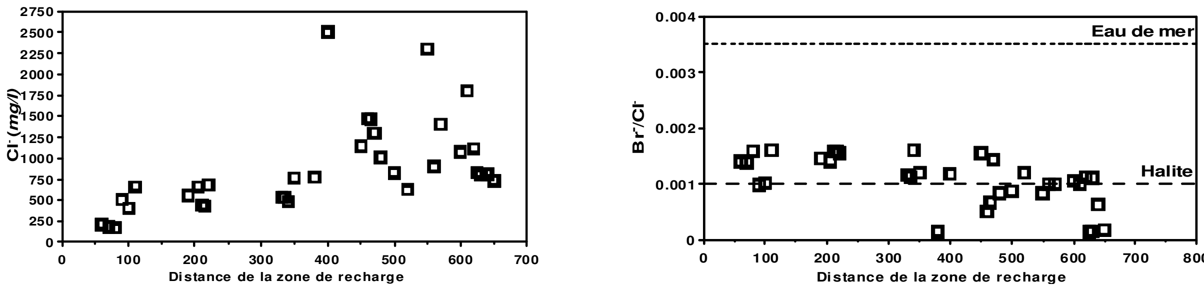

Figure 2 : Variation des chlorures et du rapport Br/Cl le long de la direction

Les données isotopiques sont aussi utilisés comme traceurs conservés de l'origine de l'eau. Ils exhibent une large variation s'échelonnant entre –4.9‰ et –9.2‰ pour le $\delta^{18}O$ et -44‰ à -72‰ pour le $\delta^{2}H$ le long de la section considérée[11]. Ceux ci montrent donc un appauvrissement par rapport à la droite des eaux météoriques mondiale (DMM) ainsi qu'à la pluie contemporaine représentée par la moyenne enregistrée sur trois ans à Ain-Oussera (Fig. 3). Ceci veut tout simplement dire que les eaux étudiées ne sont pas affectées par une recharge moderne. De plus, comme la tendance de la variation n'est pas linéaire et directe, il ressort une discontinuité dans le renouvellement des eaux qui est due principalement au changement des conditions climatiques ayant prévalu en ces temps là.

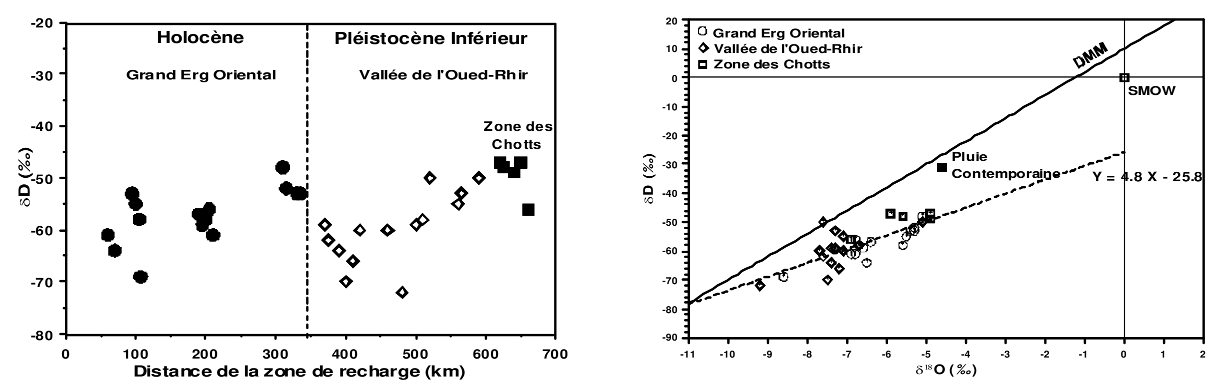

Figure 3: Données en isotopes stables

Les résultats en C-14 (Fig. 4) quant à eux montrent deux tendances : une plus ou moins stable avec des activités comprises entre 20 et 40 pmc dans la partie sud du profile avant Hassi-Messaoud sur environ 400 km, puis décroissante de 8.4 à 0 pmc au delà à partir de la vallée de l'Oued-Rhir vers les Chotts. Les teneurs en C-13 du Carbone Inorganique Total Dissous (CITD) sont comprises entre –10.5 et –4.70 ‰ vs PDB. Elles sont donc toutes enrichies par rapport à la valeur de l'équilibre stœchiométrique de –12.5 ‰ vs PDB, indiquant ainsi un échange avec la matrice qui dilue les concentrations en carbone-14. A l'exception des quelques valeurs de la proximité des zones d'affleurement, les valeurs montrent une tendance à l'augmentation dans le sens de l'écoulement en accord avec l'augmentation du temps de résidence.

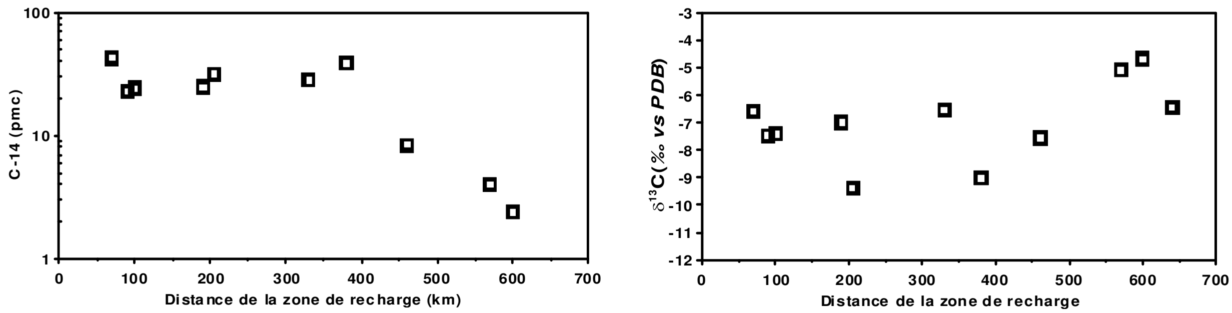

Figure 4: Variation du C-14 et du $\delta^{13}C$ en fonction de la distance à la zone de recharge

CONCLUSION

La caractérisation hydrogéochimique et isotopique des eaux du CT en Algérie nous a permis de déduire les conclusions suivantes. La minéralisation augmente dans le sens de l'écoulement et est acquise durant le transit souterrain par des réactions d'échange et de lessivage au sein de la matrice. Deux régions de salinités différentes ont été distinguées : une avec une minéralisation <2 g·l^{-1} qui couvre la partie sud et une autre qui s'étend de la vallée de l'Oued-Rhir jusqu'à la zone des Chotts où l'on atteint des valeurs plus hautes qui trouvent leur origine dans le lessivage d'évaporites.
Par ailleurs, les isotopes stables et le C-14 démontrent que les eaux étudiées sont anciennes et quelles ont été rechargées en discontinuité durant les périodes humides passées de l'Holocène et du Pléistocène inférieur.

BIBLIOGRAPHIE

1. United Nations Educational Scientific and Cultural Organisation, 1972. Projet ERESS, Etude des Ressources du Sahara Septentrional, Rapport final, 7 plaquettes, UNESCO, Paris.
2. PAIX, P., 1956. Les nappes artésiennes de l'Oued Rhir, Thesis, Algiers Univ., Science Faculty, 125 p.
3. CORNET, A., 1964. Introduction à l'hydrogéologie Saharienne, Géogr. Phys. Géol. Dyn. 61 : 5-72.
4. GUENDOUZ, A., 1985. Contribution à l'étude hydrochimique et isotopique des nappes profondes du Sahara septentrional, Algérie, Thèse Doctorat 3ème cycle, Paris-XI Univ. (Orsay), 243 p.
5. GUENDOUZ, A., MOULLA, A.S., 1993-95. Etude hydrochimique et isotopique des eaux souterraines de la cuvette de Ouargla, Algérie. Internal reports CDTN/DDHI, Algiers, Unpublished.
6. GONFIANTINI, R., CONRAD, G., FONTES, J.Ch., SUZY, G., PAYNE, B.R., 1974. Etude isotopique de la nappe du Continental Intercalaire et de ses relations avec les autres nappes du Sahara septentrional. IAEA SM-182/25 in 'Isotope Techniques in Groundwater Hydrology' IAEA, Vienna, **1** : 227-241.
7. ANDREWS, J.N., FONTES, J.Ch., GUENDOUZ, A., 1986. Résultats inédits de la campagne d'échantillonnage effectuée en Algérie (Sahara nord-est septentrional) en Avril 1985 sur les gaz nobles, isotopes stables (^{18}O, ^{2}H, ^{13}C) et radioactifs (^{14}C), Unpublished.
8. EDMUNDS, W.M., SHAND, P., GUENDOUZ, A., MOULLA, A.S., MAMOU, A., ZOUARI, K., 1997. Recharge characteristics and groundwater quality of the Grand Erg Oriental basin, Final report. EC (Avicenne) Contract CT93-AVI0015, BGS Technical Report WD/97/46R, Hydrogeology series.
9. HERCZEG, A.L, EDMUNDS, W.M., 1999. Inorganic ions as tracers. In Cook P.G., Herczeg A.L. (eds), Environmental tracers in subsurface hydrology. Kluwer, Boston, pp 31-77.
10. EDMUNDS, W.M., 1996. Bromine geochemistry of British groundwaters. Mineralog. Mag. 60, pp. 275-284.
11. GUENDOUZ, A., MOULLA, A.S., EDMUNDS, W.M., ZOUARI, K., SHAND, P., MAMOU, A. ; (2003): Hydrochemical and isotopic evolution of water in the Complexe Terminal aquifer in the Algerian Sahara, Hydrogeology Journal, Vol. **11,** No. **4**, pp.483-495.