

MECANISMES DE TRANSFERT DE POLLUANTS DANS LA ZONE DE MELANGE DES EAUX DES OUEDS DJEMAA- ZITOUNA, BEJAIA, ALGERIE

*Abdelhamid SAOU^{*1}; Mustapha MAZA¹; Jean Luc SEIDEL²*

*^{*1} Laboratoire de recherche en hydraulique appliquée et environnement, Université de Bejaia, Algérie
(E-mail: saouhamid@yahoo.fr)*

²UMR HydroSciences, Université de Montpellier II, France.

Résumé

Cette présente étude hydrogéochimique a été menée pour mieux comprendre et évaluer les mécanismes d'acquisition de la minéralisation et de transfert de polluants dans la zone de mélange des eaux de surface et souterraines, elle met en exergue la présence de contaminations et leurs origines ainsi que les processus associés à la double salinisation des eaux Djemaa-Zitouna se trouvant au Nord-Est de Bejaia. Les différentes analyses des eaux ont montré l'importance de la variété des faciès, notamment gypso-salifères. Ces faciès sont représentés par des affleurements triasiques d'origine évaporitique: gypse, marnes versicolores, cargneules et dolomies.

Le traitement et la représentation des données ont fait appel à l'usage d'outils modernes : système d'informations géographiques, hydrogéochimie à travers l'évolution des éléments majeurs et traces, les représentations des faciès et les rapports molaires $\text{Na}^{2+}/\text{Cl}^-$, $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$, $\text{Ca}^{2+}/\text{HCO}_3^-$, $\text{Ca}^{2+}/\text{SO}_4^{2-}$, $\text{Mg}^{2+}/\text{SO}_4^{2-}$, $\text{Sr}^{2+}/\text{SO}_4^{2-}$, $\text{Sr}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$, B/Cl^- , $\text{Li}/\text{SO}_4^{2-}$, $\text{Sr}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$ comme traceurs hydrochimiques. Les résultats obtenus montrent la signature de la dissolution des formations carbonatées ainsi que la dissolution des formations gypseuses se trouvant dans la partie amont des bassins versant Djemaa- Zitouna.

Mots-clés : évaporites, Formation triasique ; salinisation ; Djemaa- Zitouna,

Abstract :

This present hydrogeochemical study was conducted to better understand and evaluate the mechanisms of acquisition of the mineralization and transfer of pollutants in the mixing area of surface water and groundwater, it highlights the presence of contamination and their origins as well as the processes associated with the double salinization of water Djemaa-Zitouna located in the Northeast of Bejaia. The various analyzes of the Waters have shown the importance of the variety of facies, including gypso-licks. These facies are represented by Triassic outcrops of origin évaporitique: gypsum, versicolores marls, cargneules and dolomites. The treatment and the representation of the data have made call to the use of modern tools: system of geographical information, hydrogeochemistry through the evolution of major elements and traces, the representations of the facies and the molar ratios of $\text{Na}^{2+}/\text{Cl}^-$, $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$, $\text{Ca}^{2+}/\text{HCO}_3^-$, $\text{Ca}^{2+}/\text{SO}_4$, $\text{Mg}^{2+}/\text{SO}_4$, $\text{Sr}^{2+}/\text{SO}_4$, $\text{Sr}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$, B/Cl^- , Li/SO_4 , $\text{Sr}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$ as hydrochemical tracers. The results obtained show the signature of the dissolution of carbonate formations as well as the dissolution of gypseuses formations located in the upstream part of the watershed Djemaa- Zitouna.

Key words: evaporates, Triassic Formations, salinization; Djemaa- Zitouna,

I. Introduction :

Bejaia, à l'instar des autres régions a connu ces dernières années une croissance démographique rapide suivi d'une activité humaine importante qui couvre tous les domaines (agriculture, urbanisme, tourisme), et qui a engendré une forte demande en eau et à fin de subvenir à ses besoins, les autorités ont procédé à la réalisation de plusieurs forages sur les plaines côtières s'ajoutant aux captages traditionnels. Lors de son écoulement, l'eau rentre en contact avec des terrains et se charge de divers éléments qui influent sur sa qualité, certains de ces éléments se présentent naturellement dans le sol et vont définir la qualité naturelle de l'eau brute ainsi l'eau à l'état naturel peut contenir des matières organiques solides ou en solutions parvenant de son encaissement à savoir : le calcium, magnésium, sodium, potassium, bicarbonate, sulfates, chlorures,... et des matières en suspension. D'autres éléments sont d'origine anthropique, ou la qualité des eaux est dépendante de certains concentration en éléments traces à savoir : le fer, le zinc, le strontium, le bore, le lithium,...

Sur cette base et dans ce présent travail nous allons contribuer à synthétiser les caractéristiques hydrochimiques de certains éléments influents sur la qualité des eaux de la région côtière des bassins Djemaa-Zitouna et de ce fait chercher l'origine de la minéralisation dans les zones de mélanges des eaux de ces dites oueds

II. Matériels et méthodes

En vue d'effectuer des mesures hydrochimiques, une campagne d'analyse sur un total de 13 stations huit échantillons d'eaux de surface et cinq mesures sur rivière (Fig. 1) ont été retenus pour l'étude du mécanisme de minéralisation des eaux des Oueds Djemaa-Zitouna en utilisant des traceurs hydrogéochimiques. Les stations de mesures d'eau de surface ont été placées sur des ponts le long de la rivière et à l'aval de chaque affluent. Les échantillons de l'eau ont été recueillis au-dessous de la surface de l'eau dans des zones troublées où, la colonne d'eau est bien mélangée [Lorite-Herrera, 2008]. Toutes les analyses ont été effectuées au laboratoire HydroSciences – Université de Montpellier II, France. Les éléments majeurs ont été analysés par chromatographie ionique (DIONEX - ICS-1000) et les éléments traces ont été analysés à l'aide de ICP-MS.

III. Cadre général :

La zone d'étude est située au Nord-Est de la ville de Bejaia, au lieu dit Djemaa-Zitouna. L'aire prospectée s'inscrit dans la plaine côtière de Bejaia, dans la plaine de Djemaa- Zitouna. Elle est interrompue par le cap TICHY et limitée à l'Est et à l'Ouest par des massifs de bordures, au Sud par des monts relativement élevés (environ 600 m) à pentes raides et au Nord par la mer méditerranéenne

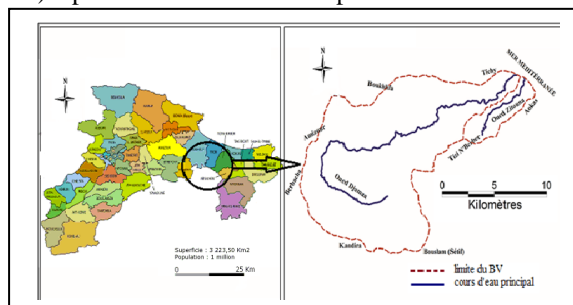


Fig. III.1 Carte de situation de la zone d'étude

IV. Résultats et discussion

IV.1 Les paramètres physico- chimiques:

Les valeurs du ph obtenues varient entre 7,91 et 8,55. Cette variation peut être expliquée par la nature géochimique des roches affleurant le bassin versant. Les valeurs de la conductivité des eaux souterraines varient entre 572 et 1278 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Cette variation de la conductivité nous indique qu'il y a une minéralisation importante, ce qui peut être expliquée par la nature géochimique des roches traversées par les eaux dans cette région. Les concentrations en calcium qui varient entre 5.35 et 5.11 $\text{M}\text{éq}/\text{L}$ pour les eaux de surface et entre 4.17 et 7.26 $\text{M}\text{éq}/\text{L}$ pour les eaux souterraines. Elles proviennent principalement de la dissolution des formations carbonatées, ainsi que les formations gypsifères ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) qui sont facilement soluble. On remarque que les concentrations en magnésium enregistrées lors des analyses varient entre 2.89 et 1.32 $\text{M}\text{éq}/\text{L}$ pour les eaux de surface et entre 3.70 et 1.43 $\text{M}\text{éq}/\text{L}$ pour les eaux souterraines, par contre les ions de sodium sont de faibles concentrations, ils varient entre 1.45 et 0.52 $\text{M}\text{éq}/\text{L}$ pour les eaux de surface et entre 3.26 et 0.62 $\text{M}\text{éq}/\text{L}$ pour les eaux souterraines. Les chlorures peuvent avoir plusieurs origines. Ils sont liés principalement à la dissolution des terrains salifères. La dissolution des ces sels étant très faciles d'où leurs présences en fortes concentrations dans les eaux ayant traversées les formations argilo-sableuses ou argileuses. Ainsi, ils peuvent provenir également de l'action humaine, ou par contamination par les eaux usées. Les chlorures donnent un goût désagréable et posent le problème de la corrosion dans les canalisations et les réservoirs à partir de 50 mg/l (norme de l'O.M.S). Les teneurs du chlorure varient entre 0.41 et 1.36 $\text{M}\text{éq}/\text{L}$ pour les eaux de surface et entre 3.68 et 0.52 $\text{M}\text{éq}/\text{L}$ pour les eaux souterraines. Les sulfates et les bicarbonates sont omniprésents et ils sont dus respectivement au lessivage des dépôts évaporitiques, de nature essentiellement gypseuse affleurant dans la zone d'étude et à la dissolution des formations carbonatées affleurant les monts du bassin,

V. Détermination des principaux faciès hydro chimique

V.1 Diagramme de PIPER

L'interprétation des résultats d'analyses hydrochimiques pour toute la période d'observation a permis d'avoir une idée sur les faciès chimiques des eaux de surface et souterraines et leur évolution dans le temps, ainsi que sur les conditions naturelles à l'origine de ces faciès. [01]

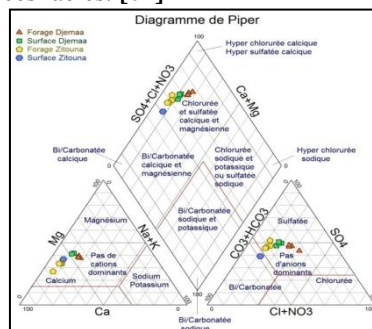


Figure V.1: diagramme de piper pour les eaux des Oueds Djemaa et Zitouna.

On remarque que Le diagramme global met en relief deux faciès dominants le faciès hyper chloruré calcique et hyper sulfaté calcique pour les eaux de Zitouna et un faciès chloruré et sulfaté calcique et magnésien pour les eaux de Djamaa.

VI. Interactions eau-roche

VI.1 Relation entre Na^+/Cl^-

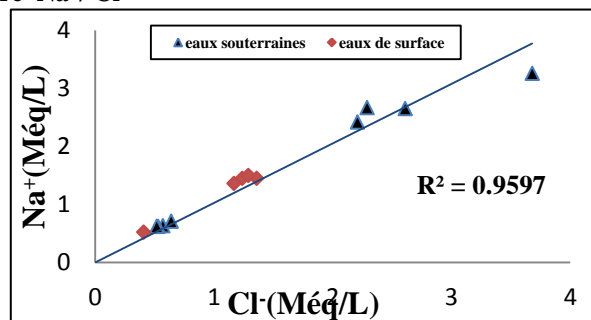


Figure VI.1 : représentations graphique de $\text{Na}^+ = f(\text{Cl}^-)$.

Les fortes concentrations de Na^+ et Cl^- , détectées dans la plupart des échantillons d'eaux souterraines et de surface, ainsi que les fortes corrélations entre eux suggèrent la dissolution de la halite liée à la présence de blocs salifères

VI.2 Relation entre Ca^{2+} / Mg^{2+}

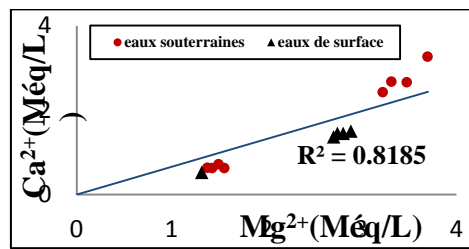


Figure VI.2 : représentation graphique de $\text{Ca}^{2+} = f(\text{Mg}^{2+})$.

La bonne corrélation entre les concentrations de Ca^{2+} et de Mg^{2+} ($r = 0,9$) ne peut être expliquée que par les origines du calcium qui sont comparables à celle du magnésium, ils peuvent provenir aussi de la dissolution combinée de la calcite, la dolomite et le gypse. L'altération des minéraux sulfurés peuvent également contrôler les concentrations de Mg^{2+} et Ca^{2+} .

VII. Conclusion générale

A travers nos différentes investigations, et ce après avoir élaboré la cartographie du site en utilisant un système d'informations géographiques via le logiciel MapInfo, il s'est avéré que le bassin versant est du type allongé. La localisation sur la carte de toutes les stations de mesure (Forage et station sur l'oued) a contribué grandement à la compréhension de la minéralisation des eaux de surface et souterraine.

L'étude hydrochimique a montré que :

La composition chimique des eaux est dominée par Na^+ , Ca^{2+} , HCO_3^- , Cl^- , Mg et SO_4^{2-} ; minéralisation acquise en grande partie par la dissolution chimique naturelle des carbonates, des formations gypseuses ainsi que par les activités anthropiques tout au long du bassin (Djemaa-Zitouna), correspondant à des apports d'engrais agricoles, de rejets domestiques à ciel ouvert.

La composition chimique des eaux de surface et souterraines est caractérisée par des forts rapports de Na/Cl (la halite liée à la présence de blocs salifères), Ca/Mg (dissolution combinée de la calcite, la dolomite et le gypse), Ca/SO_4 (sulfate et calcium liée à la dissolution des formations gypseuses), $\text{Ca}/\text{HCO}_3 + \text{SO}_4$ (dissolution simultanée de la calcite, dolomite et de gypse). L'approche par des traceurs hydrogéochimiques d'un aquifère côtier avec une géologie complexe a permis de mettre en évidence la contribution de plusieurs pôles géochimiques dans les eaux chlorurées, elle a permis aussi de mettre en évidence les pôles dominants de ces eaux (évaporitique et marin).

VIII. Références bibliographiques :

- [1]. A. SAOU, 2013 : << Hydrochimie des eaux de la vallée de la basse Soummam Bejaia Algérie. Thèse de Doctorat en sciences Hydraulique Université de Bejaia. >>
- [2]. P. CELICE, 2011 : << Étude Hydrochimique des système aquifère de la vallée de var. Apport des éléments traces et des isotopes (Sr , Pd , ^{18}O , 226 , ^{228}Ra). >> <http://www.gl.com>.
- [3]. COLLECTIF AFNOR, 1999 : <<La qualité de l'eau édition Afnor, Paris, Tome I. >>
- [4]. S. DAHALI, 2013 : << Étude Hydrologie et Hydrochimique de la nappe du continentale intercalaire de la région de TOUAT (wilaya d'ADRAR .Thèse de Magister en géologie. Université d'OUARGLA. >>
- [5]. N. DJELLOUT & D. DJELLAS, 2006: << Évaluation de la vulnérabilité à la pollution de la région de Bejaia, mémoire d'ingénieur en écologie et environnement Université de Bejaia. >>
- [6]. L. DUPLAN , 1952 :<< monographie régional de la région de Bougie XIX^{ème} congrées géologique. Alger.
- [7]. A. GAAGAI, 2009 : << Étude Hydrologique et Hydrochimique du bassin versant du barrage de BABAR sur Oued el ARAB région Est de l'Algérie. Thèse Magister en Hydraulique >>.
- [8]. S. KHARZI, 2011 : <<Étude Hydrochimie des eaux de l'Oued Djamaa wilaya de Bejaia. mémoire de Magister en Hydraulique général. Université de Bejaia.