

Effet de l'action anthropique sur la géochimie du chott de Ain El Beida, Ouargla, Bas Sahara.

ZATOUT Merzouk⁽¹⁾, HACINI Messaoud⁽¹⁾

⁽¹⁾Université Kasdi Merbah Ouargla
zatout.merzouk@univ-ouargla.dz et zatoutm@gmail.com

Abstract— Pour comprendre le fonctionnement géochimique du chott de Ain El Beida, 5 sondages à la tarière (1.5 m) et 432 mesures et analyses physico-chimiques ont été réalisées, de décembre 2010 à mai 2011. L'étude géologique a montré que le fond du chott, constitué de sables, d'évaporites et de matière organique non dégradée, présente une grande variation latérale. L'analyse des données physico-chimiques a démontré que les eaux du lac éphémère sont fortement influencées par les conditions climatiques et l'action anthropique. En effet, la succession des périodes chaudes et froides, l'arrivage permanent des eaux usées et d'irrigation, accentué par l'inétanchéité des canaux de drainage qui traversent le chott, sont à l'origine de l'avortement de l'évaporation. Le pH, la conductivité électrique et les teneurs des ions majeurs sont presque stationnaires, traduit par la stabilité du faciès hydrochimique des saumures.

Key-Words: faciès hydrochimique, géologie de surface, géochimie, évaporation, action anthropique, eaux urbaines, pollution organique.

l'aquaculture d'Artemia et d'algues. Les cystes d'Artemia, par exemple, sont exploités généralement dans les salines qui constituent leurs écosystèmes [5].

La présente étude a pour objet une des ces zones humides : le chott de Ain El Beida. Ce dernier est situé (Fig-1) dans la cuvette de Ouargla. Il est entouré d'une vaste palmeraie et traversé par le réseau de drainage des eaux urbaines, installé depuis les années 2000 pour palier au problème de la remonté des eaux de la nappe phréatique. L'objectif est l'étude du cycle géochimique des eaux de la surface, depuis la saison humide (décembre 2010) jusqu'à la saison sèche (juin 2011). Sa contribution est de comprendre le fonctionnement géochimique des ses saumures avec la variation des conditions thermodynamiques durant les périodes de dilution et de concentration. Vu sa proximité d'un grand centre urbain et d'une vaste palmeraie, cette étude nous a permis de mettre en relief l'influence anthropique qu'elle subie.

I. INTRODUCTION

L'importance minière du Sahara algérien a conduit à une bonne connaissance ces formations profondes paléozoïque et mésozoïque. Ce n'est pas le cas des formations tertiaires et quaternaires. Les sebkhas et les chotts sont encore très mal connus. Pourtant, ces derniers sont des écosystèmes aquatiques continentaux qui assurent beaucoup de fonctions biogéochimiques et hydrologiques. En Afrique du Nord, ils sont des lacs éphémères situés dans les bassins fermés, caractérisés par des fortes concentrations en solides dissous [1]. A l'échelle mondiale, ils sont le siège le plus courant pour la formation du lithium [2]. Les sédiments de ces milieux sont aussi des candidats potentiels pour accueillir des formations superficielles de type minéralisation d'uranium [3].

Les saumures des sebkhas contiennent des solutés à des concentrations supérieures à celles de l'eau de mer. Le magnésium, le potassium, le calcium et le sodium ont d'importantes applications industrielles et médicales, ils sont parmi les éléments les plus abondants dans la croûte terrestre. Leurs ressources sont très répandues, mais l'eau de mer et les eaux de saumures en sont les principales [4]. Sur le plan environnemental, ces zones humides protègent la biodiversité, et elles sont favorables à

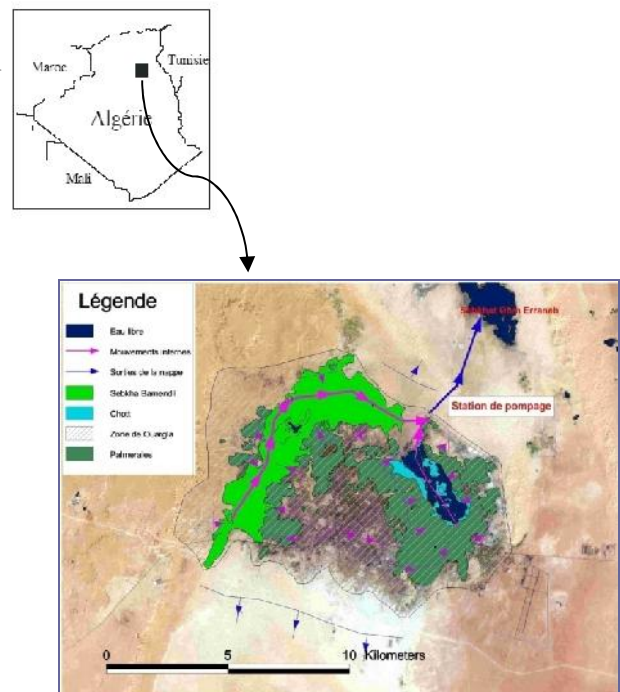


Fig-1 : Situation de la zone d'étude

II. MATERIELS ET METHODES

Dans le cadre de la présente étude, cinq sondages à la tarière de 1.5 m et 432 mesures physico-chimiques, dont 27 in situ, ont été réalisés. La description détaillée des terrains traversée a été effectuée lors du sondage, ainsi cinq levés (Fig-2) ont été établis. La température, le pH et la conductivité électrique ont été prélevés in situ lors des compagnes d'échantillonnage, les mesures de la densité, de l'alcalinité et des teneurs des ions majeurs (Na, Ca, Mg, K, Cl, SO₄ et partiellement NO₃) ont été réalisées aux laboratoires.

La température et le pH ont été mesurés à l'aide du pH-mètre d'une précision du centième (0,01) pour le pH et du dixième (0,1) pour la température. La conductivité électrique a été mesurée à l'aide d'un conductivimètre d'une précision du dixième de micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$). La densité, Le sodium et le potassium ont été mesurée au laboratoire de pédologie de l'institut des techniques agricoles sahariennes (ITAS, Ouargla). La densité à l'aide des densimètres d'Archimède avec une précision des mesures de 5×10^{-3} , le sodium et le potassium par spectrophométrie de flamme (Jenway). La salinité et les chlorures par calorimétrie le pH avec le pH-mètre de type WTW et les bicarbonates par titrage à l'acide. Le magnésium a été déterminé par complexométrie, le calcium par spectrophométrie de flamme (Corning), les sulfates par néphélométrie et les nitrates par spectrophotomètre type DR2000 (HACH).

Les logiciels Rockware et Logplot ont été utilisés pour l'établissement des profils et coupe géologiques. Les molalités, la force ionique, les indices de saturation ont été calculés à l'aide du logiciel Phreeqc qui nous a permis de simuler l'évaporation. Enfin l'étude hydrochimique a été faite par les logiciels Diagramme et Aquachem.

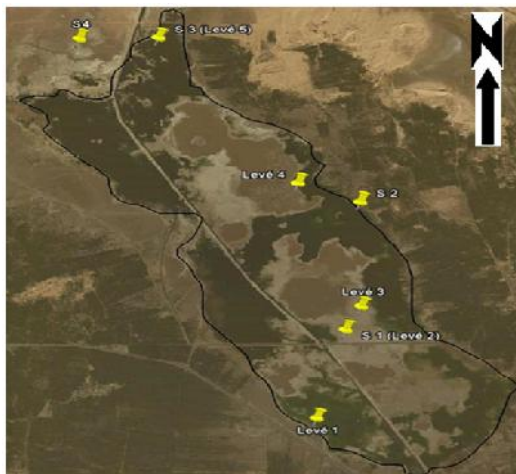


Fig-2 : Positions des levés et des stations d'observation

III. RESULTATS ET DISCUSSION

Géologie de surface

Les altitudes du chott varient de 125m à 128m, la dénivelée est de 3 m uniquement, donnant une topographie plane. Les eaux libres permanentes du chott sont situées dans les plus basses altitudes juxtaposant la palmeraie au sud-est. Les terrains immédiats du fond du chott (Fig-4a, 4b, 4c, 4d et 4e) sont constitués d'évaporites, de sables et de matière organique sombre et noire, non dégradée. Les sables sont beige, très fins à fins, parfois moyens, d'origine éolienne, témoignant d'un épisode désertique avec non installation ou assèchement de la sebkha. Présents surtout au sud-ouest du chott, ces sables disparaissent vers le nord où ils sont remplacés par d'épaisses couches de matière organique non dégradée, limitée par deux niveaux d'évaporites vers le Nord ouest (AEB-5). Par ailleurs, un niveau dur à très dur, que la tarière n'a pas pu traverser au niveau de AEB-3 et AEB-4, semble omniprésent au niveau du chott. Il est surmonté tantôt par les sables et tantôt par la matière organique mais pas par les évaporites. Ce qui témoigne d'un milieu de dépôt très différent de l'actuel (sebkha). Il pourrait être le substratum du chott.

Paramètres physico-chimiques

L'analyse des mesures de salinité et de densité montre une relation globalement proportionnelle au début. Cependant, vers la fin du cycle, des évolutions inverses sont observées. La station 1 montre cette attitude à partir du mois de mai, cela s'explique par la précipitation des certains sels avec l'augmentation de la température. La station 3 montre aussi cette inversion de relation à partir du mois d'avril, qui peut être expliquée par le déversement du canal secondaire qui traverse le chott à partir d'avril, accentuée par les précipitations des sels à partir du mois de mai.

Spatialement, la salinité (Fig-3) et sa variabilité n'est pas la même aux niveaux des quatre stations. Ce qui confirme l'hétérogénéité du chott de Ain El Beida. Les stations 1 et 4 sont caractérisées par des valeurs plus stable, elle varie de 243.37 g/l à 278.94 g/l pour la station 1 et de 134.78 à 179.26 pour la station 4 ; la salinité dans ses stations, avec des écarts-type de 13 et 17 respectivement, trouve son caractère de conservation [6]. Par contre, les stations 2 et 3 montrent des variabilités importantes de la salinité, elle passe de 58.3 g/l à 183.46 g/l dans la station 2 et de 119.28 g/l à 283 g/l dans la station 3, donc elle perd son caractère de conservation; les écarts-type aux niveaux de ces dernières sont de 52 et 55 respectivement. Ceci peut être expliqué par l'arrivée en permanence des eaux de nature différente liée à l'action anthropique, à savoir, les eaux de rejets urbaines et

d'irrigation.

L'étude des relations des températures ambiantes et celles des solutions a montré que les eaux des stations 2 et 4 ne sont pas des eaux superficielles naturelles. Pour la première station (S2), il s'agit d'une eau fortement alimentée par les rejets urbains vu sa proximité des canaux de drainage et de la palmeraie; elle est caractérisée par des solutions les plus stables et les plus diluées au niveau du chott. La deuxième station (S4) quant à elle, est située à la rencontre des sebkhas de Bamendil et de Ain El Beida, elle est surtout alimentée par la nappe phréatique. En effet, cette station a été creusée au fond de l'une des nombreuses crevasses se trouvant partout dans les chotts ; et elle s'est toujours singularisée par la quasi-totalité des paramètres physico-chimiques.

L'analyse combinée des données de la densité (Fig-4), de la température de l'air et celle de l'eau, montre une hétérogénéité des eaux du chott aussi bien sur les plans nature chimique que comportement temporel.

L'alcalinité ainsi que sa variation différencient les stations du chott. Cependant, son augmentation est généralisée dans la plupart du chott vers la fin de la période d'observation. Le pH est stable aux niveaux de tout le chott, excepté l'augmentation enregistrée durant le mois de mars due à l'activité biologique par le biais de la photosynthèse.

Le faciès chimique des eaux du chott d'Ain El Beida n'a pas changé notablement durant l'année, il est chloruré sodique et potassique, à chloruré. Sa conservation s'explique par la succession des hautes et basses températures, et de plusieurs périodes nuageuses avec parfois des pluies d'une part; d'autre part, par l'arrivage presque permanent et réguliers des eaux de rejets et d'irrigation causant une l'avortement de la précipitation continue des sels. Le phénomène de précipitation – dissolution des sels pourrait accompagner la succession des périodes sèches à haute température et d'autres plus courtes de basses températures. Les eaux du chott ne semblent s'évaporer progressivement pour atteindre des stades avancés de manière à déterminer la séquence de sédimentation des évaporites. Par ailleurs, les grandes teneurs en sulfates et en magnésium qui forment des sels très solubles expliqueraient cette situation de stabilité de faciès chimique.

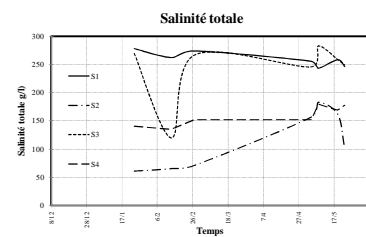


Fig-3 : Evolution de Salinité des eaux

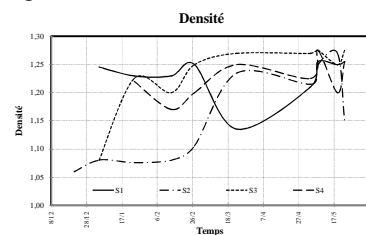


Fig-4 : Evolution de la densité des eaux

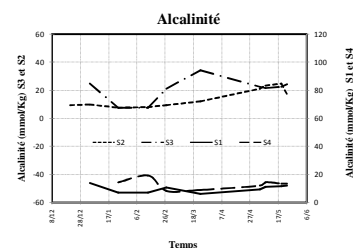


Fig-5 : Evolution de l'alcalinité des eaux

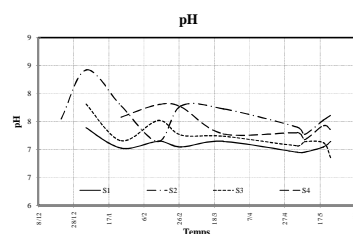


Fig-6 : Evolution du pH des eaux

La teneur des chlorures (Fig-7) n'enregistrent pas des augmentations notables. Les grandes teneurs en sodium sont accompagnées par des teneurs en magnésium et en calcium non négligeables. Le potassium est présent avec des faibles teneurs. La présence des nitrates traduisant la pollution organique [7] a été signalée à proximité de la palmeraie.

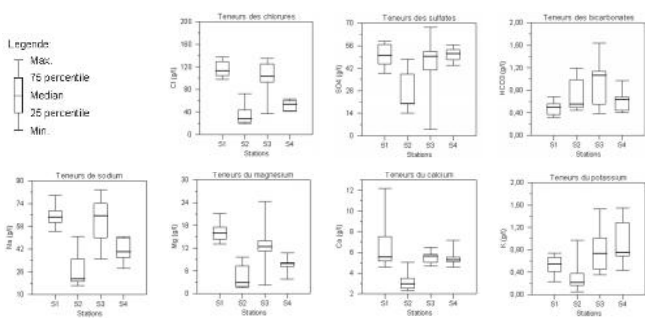


Fig-7 : Comportement des ions majeurs

L'analyse des indices de saturations (Fig-8) des minéraux montre que les eaux du chott sont sursaturées en dolomite, en équilibre par rapport aux sulfates et le reste des carbonates (calcite et aragonite) et proche de la saturation en halite. Globalement, la tendance des saturations en sulfates, carbonates et en chlorures est stable à très peu croissante.

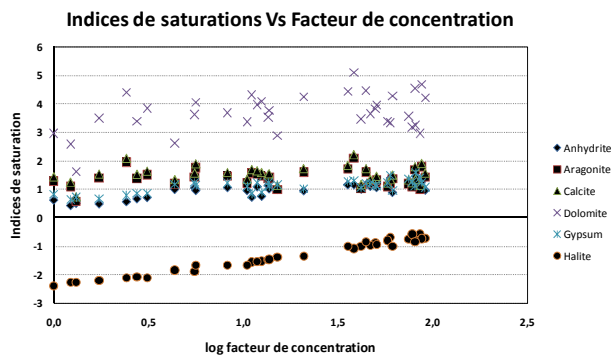


Fig-7 : Evolution des indices de saturations des minéraux

L'ordre de précipitation des sels est: dolomite>calcite>aragonite>gypse>anhydrite. L'halite affiche des indices de saturations négatifs et croissants allant de -2.5 à proche de la saturation. Même vers le stade ultime de concentration des solutions durant la période d'observation avec des forces ioniques de l'ordre de 5, l'halite n'a pas été précipitée à la différence du chott Mérouane où l'halite se dépose à des forces ioniques inférieures à 5 [8]. Les stations proches de la palmeraie et du réseau de drainage, singularisées par une grande dispersion de données, sont les plus vulnérables vis-à-vis de l'action de l'homme. L'inétanchéité des ces canaux, permettant l'invasion du chott, a accentué quantitativement cette influence. Durant la période d'observation, la station S3 a été complètement inondée de février à mars. Les eaux d'irrigation de la palmeraie qui entoure le chott est l'autre source de l'influence de l'Homme.

IV. CONCLUSION

Les eaux du lac éphémère sont fortement influencées par les conditions climatiques (températures, pluies, vents) et l'action anthropique. En effet, la succession des périodes chaudes et froides, l'arrivée en permanence des eaux usées et d'irrigation, accentué par l'inétanchéité des canaux de drainage, sont à l'origine de l'avortement de l'évaporation, malgré les forces ioniques élevées (environ 5). La forte action anthropique est à l'origine de l'hétérogénéité physico-chimique et chimique de ses eaux d'une part, et du phénomène de précipitation-dissolution d'autre part. En effet, le réseau de drainage des eaux de la cuvette de Ouargla vers la sebkha Séfioune, qui traverse le chott étudié par trois canaux, est la source principale de l'influence de l'Homme par les eaux urbaines qu'il véhicule en permanence. Les eaux d'irrigation de la palmeraie qui entoure le chott est l'autre source de l'influence de l'Homme. L'inétanchéité des canaux de drainage accentue quantitativement l'invasion des eaux urbaines dans le chott, la variation latérale de facies complique davantage l'action anthropique.

REFERENCES

- [1] HACINI, M. & E.H. Oelkers. 2011. Geochemistry and Behavior of Trace Elements During the Complete Evaporation of the Merouane Chott Ephemeral Lake: Southeast Algeria. *Aquat Geochem* 17:51-70.
- [2] GRUBER. PAUL W., A. PABLO Medina, Gregory A. Keoleian, Stephen E. Kesler, Mark P. Everson. & Timothy J. Wallington. 2011. *Journal of Industrial Ecology* 15: 760-775.
- [3] K. Ramesh Kumar, D. Pande; A. Misra; L. K. Nanda. 2011. Playa sediments of the Didwana Lake, Rajasthan: A new environment for surficial-type uranium mineralisation in India. *Journal of the Geological Society of India*. Volume 77, Issue 1, pp 89-94.
- [4] Al-SHAIBANI, A. 2012. Economic potential of brines of Sabkha Jayb Uwayyid, Eastern Saudi Arabia. *Arab J Geosci Original paper* DOI 10.1007/s12517-012-0521-x.
- [5] ALOUI, N. & M. AMORRI. 2009. Exploitation et optimisation de la production des cystes du crustace *Artemia tunisiana* (Bowen et Sterling, 1978) dans la saline de Sfax. *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbo Tunisie* 36 : 107-116.
- [6] GONZALO, MG., P. SORGELOOS & J. A. BEARDMORE. 2006. Inland hypersaline lakes and the brine shrimp *Artemia* as simple models for biodiversity analysis at the population level. *Salines systems* 2 :14.
- [7] BOUALLA Nabila, A. BENZIANE, F. CHARAOUI. 2011. Étude de l'état des eaux usées rejetées dans la grande sebkha d'Oran par l'analyse en composantes principales (ACP). *ScienceLib Editions Mersenne* : Vol. 3, N°110507. Téléchargé de www.sciencelib.fr.
- [8] HACINI, M. 2006. Géochimie et comportement des éléments en trace durant l'évaporation complète du lac éphémère du chott Merouane: Sud est Algérie. Thèse université d'Annaba.