

Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux du lac d'Aleg, Mauritanie

Yahya Maham Ould Sidi^{1,3}, Elhabib El azzouzi¹, Rachid Benaakam¹, Abdlekbir Bellaouchou¹,
Yahya Mkadmi¹, M.S. kankou³, Brahim Ahmed Dick^{2,3}, Hassan Chaair² et Mohamed Fekhaoui^{1*}.

1. Centre GEOPAC (GEOPHYSICS, NATURAL PATRIMONY AND GREEN CHEMISTRY), Institut Scientifique, Université Mohammed V de Rabat. Av. Ibn Batouta, B.P 703, 10106 Rabat, Maroc.
2. Laboratoire de Génie des procédés et Environnement, FST Mohammedia, Université de Hassan II, de Casablanca, BP 140 Mohammedia, Tél. (+212) (0) 52331 5352, Maroc.
3. Laboratoire de l'unité eau, Pollution et environnement. FST, Université de Nouakchott Al_asseriya, Mauritanie

Infos	Abstract - Résumé
Received: 30 June 2018 Accepted: 15 August 2018	<p>Dans ce travail, nous étudions l'hydrochimie des eaux de surface du lac d'Aleg en Mauritanie. Après plusieurs années d'exploitation domestique, industrielle et agricole, Outre les changements climatiques, il est intéressant de s'assurer de la qualité de l'eau. Avec cette intention, nous avons essayé de réaliser une analyse physico-chimique pour avoir une idée des probabilités de pollution et de l'effet de la variation saisonnière du climat sur l'eau de cette rivière. Pour cela un échantillonnage a été effectué à saison sèche de 2017 aux 10 stations sur les deux rives du lac. Les paramètres physico-chimiques suivants sont: T °C, pH, turbidité, C.E, TDS, dureté totale (TH), Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, NH₄⁺, Cl⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, HCO₃⁻, CO₂, SO₄²⁻, oxydabilité, TA, TAC, Fer, Cu, Al, Pb, Cr et matières en suspension (MES). Ces mesures comprennent l'analyse volumétrique, spectroscopique, spectrophotomètres d'absorption atomique à four. L'exploitation statistique des résultats et leur comparaison avec les normes européennes de potabilité de l'eau ont montré qu'il y a une véritable détérioration de la qualité de l'eau du lac. Les résultats de la présente étude ont montré que la concentration de la quasi-totalité des paramètres physico-chimiques répond aux normes en vigueur avec une turbidité variante de 141 et 771 NTU, ce qui est en relation avec les MES qui présente une valeur maximale de 505 mg/L, et les valeurs de la Matière Organique (MO) minimale de 0,19 mg/L et une valeur maximale de 1.22 mg/L. La teneur en nitrite varie entre 0,05 et 1,6 mg/L avec une moyenne d'environ 0,475 mg/L qui dépasse la norme (0,1 mg/L). La teneur en ammonium varie entre 0,00 et 0,4 mg/L avec une moyenne d'environ 0,14 mg/L qui dépasse la norme (0,03 mg/L).</p> <p>Water quality observation data were collected from 10 representative monitoring sites located in the main stream of the Aleg's lake, Mauritania and its major tributaries between 2016 and 2018. Based upon these data, the water quality distribution and characteristics of each river site were evaluated by conducting multivariate statistical. The Brakna region (Aleg, Mauritania) is symptomatic to the general state of the Mauritanian Sahel, which was hit by a desertification that has been steadily increasing over the last decades. It results in a strong reduction, or even a local loss, of the potential agro-sylvo-pastoral production, leading to a great risk for the populations' survival or at least an aggravation of poverty. All this has not been without impact on a highly deteriorated environment and a lastingly mortgaged socio-economic development. In the light of this situation, we will be studying the hydrochemistry of the surface water of Aleg lake in Mauritania.</p>
Keywords - Mots clés Evaluation, qualité, eau, faciès chimiques, lac d'Aleg, Mauritanie	
Aleg's lake, Mauritania factor analysis, cluster analysis, principal component analysis, water quality, water pollution level.	
Corresponding authors emails uhe_isr@yahoo. fr	

After many years of domestic exploitation, both industrial and agricultural, besides climate change, it is interesting to ensure water's quality. With this intention, we have tried to carry out a physicochemical analysis evaluation in order to have an idea on the evolution of the chemical facies of Aleg lake's water. For this, a sampling has been done for both dry seasons and wintering of the year 2017 at 10 stations on both of the lake's shores targeting the following physicochemical parameters: T, pH, C.E, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} . These measures include the volumetric and the spectroscopic analyses. Based on the statistical exploitation of the results and their comparison with the interpretation of Piper's diagram, the results of the present study have shown that the lake's water in general has calcic bicarbonate and magnesian facies at all sampling stations. The evaluation of the analysis of the physicochemical parameters of the water of Aleg's lake presented in this work showed that the pH is close to neutrality: 7.43, the mineralisation is average due to the conductivity presenting an average of 313.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$. the average values of the calcium, magnesium, sodium and potassium ions are 28.75, 21.00, 28.92 and 18.54 mg/L, respectively, and the sulphate contents of the samples are very low: 22.13 mg/L. These results meet the FAO norms. This study shows therefore the necessity and usefulness of multivariate statistical assessment of large and complex databases in order to get better information about the quality of surface water, the design of sampling and analytical protocols as well as the effective pollution control/management of surface waters.

1. INTRODUCTION

Les ressources en eau occupent un rôle important dans le développement des différents secteurs dans n'importe quel pays. L'eau de surface est susceptible d'être utilisée comme des eaux potables et d'eau d'irrigation [1]. C'est le cas du lac d'Aleg qui joue un rôle important comme source primaire d'eau de surface pour la Mauritanie. De plus, le lac est la source d'approvisionnement de la ville d'Aleg et plusieurs villages dans la zone du Brakna en eau potable et en eau d'irrigation [2].

Dans ce pays où le climat est aride et sec, une gestion des ressources en eau semble nécessaire. En effet, la faible pluviométrie, la nature géologique du pays et l'importance de l'évaporation rendent le pays faible en ressources en eau. Le lac d'Aleg, situé dans la région du Brakna au sud-ouest de la Mauritanie, est caractérisé par un climat chaud (températures moyennes annuelles supérieures à 35°C) de type saharo sahélien avec une saison sèche qui dure 8 mois (de novembre à juin) [3]. L'hivernage ou la saison des pluies qui lui succède dure généralement quatre mois, avec un pic de pluviométrie en août (250-400 mm de pluies/an).

La dynamique de remplissage du lac d'Aleg dépend essentiellement des écoulements intermittents de l'oued Ketchi, cours d'eau endoréique le plus important de la région du Brakna ; ces écoulements n'ont lieu que pendant la saison des pluies de juillet à octobre. L'eau termine sa course dans le lac, qui est une dépression peu profonde [4].

Le lac d'Aleg, dont la superficie en eau varie entre 0 et 60 km^2 (Sud-ouest de la Mauritanie, région du Brakna). Situé en région aride, le lac est une zone humide fragile. Elle fait actuellement l'objet d'une pression démographique importante due à l'arrivée des nomades victimes de la sécheresse croissante du Sahel. L'étude du fonctionnement hydraulique de cette zone est en cours de réalisation, pour parvenir à une relative stabilité du niveau des eaux du lac [1].

Actuellement et depuis de nombreuses années, cette rivière vitale a exposé des contraintes qui menacent ses qualités physiques, chimiques et métalliques. Avec divers points géographiques, cette voie d'eau reçoit des rejets d'eaux usées domestiques et industrielles [5].

À ce jour, l'état des rivières et des estuaires africains a été peu étudié, alors qu'ils sont le lieu de démographiques et reçoivent un volume croissant de déchets, en particulier des eaux usées domestiques.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité de l'eau du lac d'Aleg en Mauritanie par un espace physico-chimique de surveillance et saisonnier.

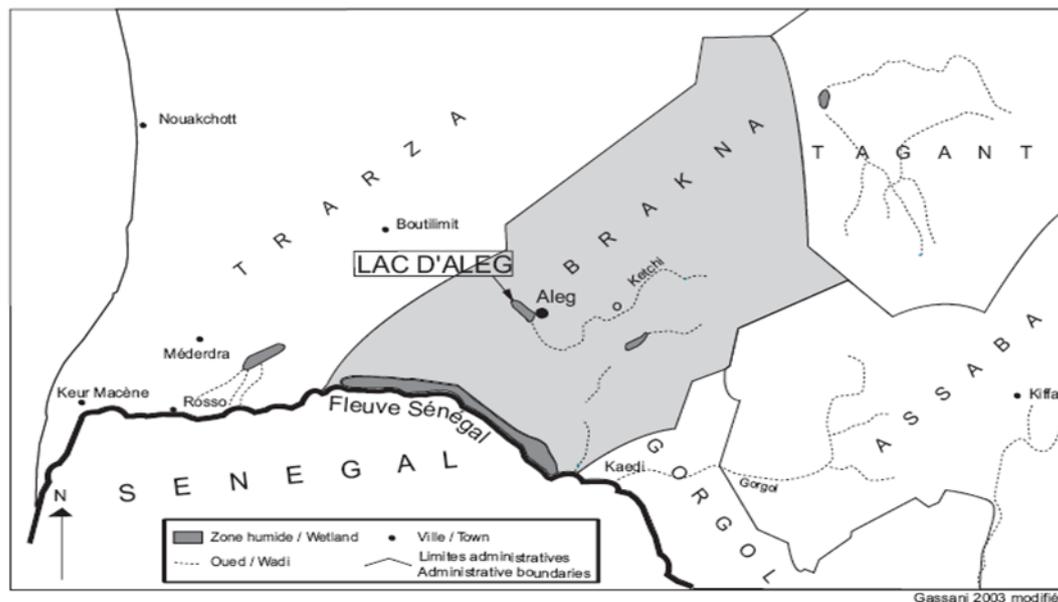


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude.

2. ÉTUDE ENVIRONNEMENTALE

2.1. Présentation de la zone d'étude

La République islamique de Mauritanie est 1 025 520 kilomètres carrés, et sa position est entre 15 et 27e nord degré de latitude. Elle a des frontières avec l'Algérie (463 km), le Maroc (1 561 km), le Mali (2 237 km) et le Sénégal. Elle est encadrée À l'ouest par l'Océan Atlantique (700 km) (Figure 1).

La région du Brakna compte 240.000 habitants, soit 10% de la population nationale établis dans cinq départements administratifs couvrant 3% du territoire national. Cette population est à plus de 95% de sédentaires. Les départements d'Aleg et de Magta-Iahjar ont des densités les plus faibles (superficies plus étendues) et les populations sont presque toutes regroupées autour du lac d'Aleg [3]. Aleg est une ville coloniale qui a été créée au début du XX^e siècle (1903-1904) et qui est devenue chef-lieu de la région du Brakna. Ce rang administratif lui confère un niveau d'équipements élevé pour une ville mauritanienne, d'environ 7 000 habitants. L'activité économique de la région est essentiellement tournée vers l'agriculture qui génère un artisanat local (petites échoppes en tous genres, marchés, foire aux caprins et ovins, etc.)

Tableau 1: Echantillonnage d'eau du Lac d'Aleg en Mauritanie 04 Février 2017.

Nom local	Code Eau	Coordonnées GPS	
		X (N)	Y (W0)
Mechraa	Alg 01	1708813	1398435
Akreye	Alg 02	1709119	1398634
Mechraa veived	Alg 03	1710479	1398811
Dwalek	Alg 04	1711913	1399449
Mechraa elbel	Alg 05	1714439	1402297
Engabe	Alg 06	1714033	1403505
Mechraa Levreiwatt1	Alg 07	1713430	1404510
Mechraa Levreiwatt2	Alg 08	1712545	1403948
Mechraa Lehjare	Alg 09	1711019	1401345
Avreiraye	Alg 10	1708844	1399225



Photo 1 : la mission d'échantillonnage du lac d'Aleg en Mauritanie Février 2017

[6,7]. La ville connaît également une activité commerciale favorisée par sa position sur la Route de l'Espoir, route goudronnée qui a permis le désenclavement des régions du sud de la Mauritanie et qui relie la capitale Nouakchott à Néma.

Dans notre étude, nous avons choisi comme site la zone du lac de la rivière, précisément la ville d'Aleg en Mauritanie pour plusieurs raisons. C'est la ville la plus dynamique de la zone et le milieu étudié reçoit des rejets domestiques et des déchets industriels.

2.2. Choix des sites d'échantillons

Pour évaluer la qualité de l'eau du lac, nous avons choisi dix stations d'échantillonnage situées sur les deux rives du lac. Ces stations ont été sélectionnées en fonction de leur accessibilité, de leur proximité et selon les activités agricoles et pastorales. Sources de pollution et leur répartition géographique comme indiqué dans le tableau 1.

3. EQUIPEMENTS ET MÉTHODES

3.1. Échantillonnage

Le prélèvement d'eau du lac d'Aleg a été effectué en Février, dans la saison sèche du partenaire 2017. Ces prélèvements ont été effectués dans des bouteilles en plastique de 1 litre, propres, rincés au préalable par l'eau de prise, mis en immersion totale dans l'eau de la rivière et ils sont hermétiquement remplis afin d'éviter toute contamination (Voir photo 1).

3.2. Méthodes d'analyse:

Juste après la récupération de l'échantillon d'essai de l'eau, nous procédons à la mesure de la température de l'eau et le pH en utilisant un pH-mètre de type HANNA instrument HI 8314. La conductivité électrique (C.E) a été mesurée, en utilisant un conductimètre du type HANNA instrument HI 8733. La Turbidité a été mesurée, en utilisant un turbidimètre du type HANNA instrument HI 2100. Nitrates (NO_3^-), les nitrites (NO_2^-), l'ammonium (NH_4^+) et des sulfates (SO_4^{2-}), fer, cuivre et aluminium sont dosés par un spectrophotomètre UV-Visible (WEG 7100).

Les métaux lourds comme le plomb (Pb) et chrome (Cr) sont dosés par photomètre d'absorption atomique à four marque TOMAS.

Les métaux alcalins sodium (Na^+) et potassium (K^+) sont dosés par photomètre de flamme. Le titre alcalin (TA), complet (TAC), la dureté totale (HT) calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), le chlorure (Cl^-), l'oxydabilité, bicarbonates (HCO_3^-), sont dosés par la méthode volumétrique Mohr en présence de milieux sélectifs [8]. La détermination de la matière en suspension subit la filtration d'un échantillon d'eau sur un filtre de porosité (0, 45 μm) [9].

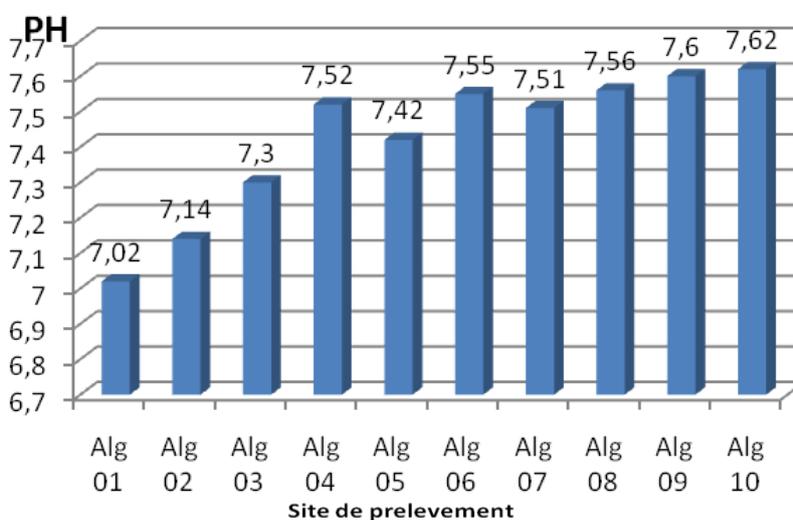
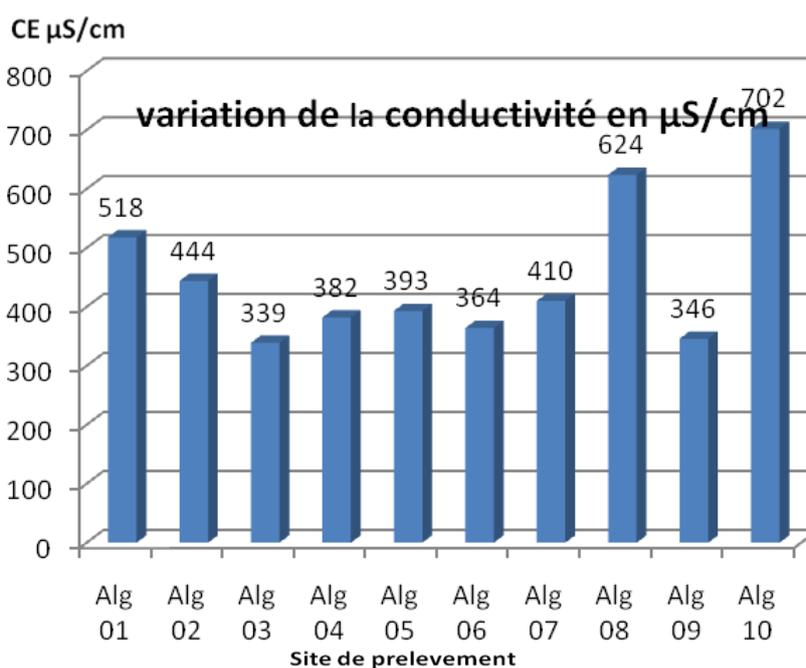
4. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Ces résultats sont exploités par l'analyse statistique descriptive en termes d'analyse en composantes principales (ACP), qui est une technique d'exploration.

La qualité physico-chimique de l'eau brute du lac d'Aleg en Mauritanie a été suivie par le biais de l'analyse de l'eau récoltée au niveau de dix (10) sites :

Tableau 2: Résultats des paramètres physiques de l'eau.

Paramètre	Unité	Minimum	Maximum	Moyenne
Température	°C	20	24	23,28
pH	--	7,02	7,62	7,42
Conductivité	μS/cm	339	702	452
TDS	mg/L	169	351	226
Turbidité	NTU	141	771	467
MES	mg/L	15,8	505	185
Résidu à sec 102°C	mg/L	0,09	1,73	0,727

**Figure 2 :** Variation de pH**Figure 3 :** Variation de la conductivité en μS/cm

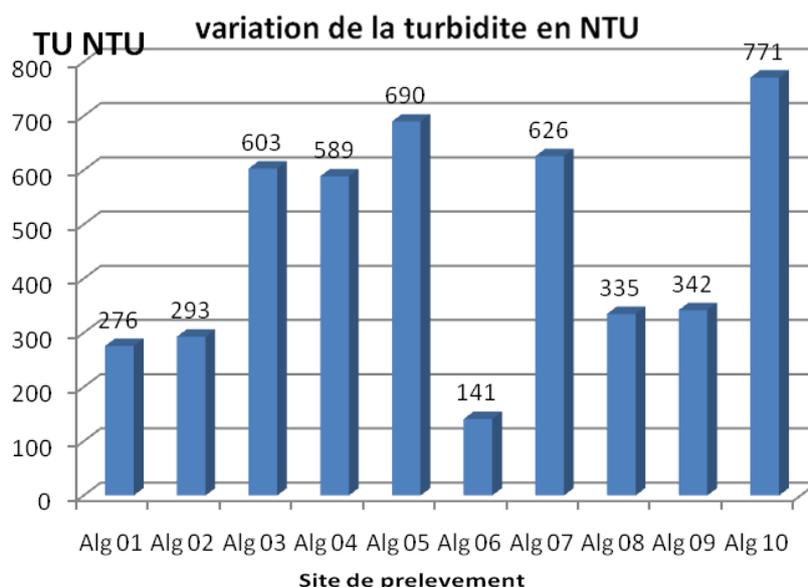


Figure 4 : Variation de la turbidité en NTU

Les analyses effectuées montrent que la température de l'ensemble des échantillons est comprise entre 20 et 24°C (**Tableau 2**). Le pH de l'ensemble des échantillons est compris entre 7,02 et 7,62 (**Tableau 2**). En ce qui concerne la minéralisation de l'eau brute du lac, les mesures de la conductivité de l'ensemble des échantillons montrent qu'elles sont comprises entre 339 et 702 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**Tableau 2**). Les mesures de la TDS de l'ensemble des échantillons montrent qu'elles sont comprises entre 169 et 351 mg/L (**Tableau 2**).

Les valeurs de la turbidité sont situées entre 141 et 771 NTU (**Tableau 2**) alors que les valeurs de MES sont comprises entre 15.8 et 505 mg/L (**Tableau 2**).

Les teneurs en sodium et en potassium des échantillons varient respectivement de 25 à 51 mg/L et de 20 à 35 mg/L (**Tableau 3**). Les teneurs en TH, calcium et magnésium varient entre 5.20 et 12.02, 16.03 et 54.50 mg/L et de 19.44 et 45.20 mg/L (**Tableau 3**). Les teneurs en chlorure et carbonates varient entre 17.75 et 103 mg/L et 10.5 °f et 27.5°F (**Tableau 3**). Les teneurs de l'oxydabilité en mg d'O₂/L varient entre 0.19 et 1.22 (**Tableau 3**). Les teneurs de l'anhydre carbonique en mg/L varient entre 79.2 et 35.2 (**Tableau 3**).

Tableau 3: Résultats des paramètres chimiques de l'eau

Paramètres	Unité	Minimum	Maximum	Moyenne
Dureté total	°f	5.20	12.2	7.50
Calcium	mg/L	16.03	54.50	35.75
Magnésium	mg/L	19.44	45.20	29.16
Sodium	mg/L	25	51	32
Potassium	mg/L	20	35	24.4
Chlorure	mg/L	17.75	103	41.53
Titre Alcalin	°f	0.00	0.00	0.00
Titre Alcalin Complet	°f	10.5	27.5	18.77
Oxydabilité	mgd'O ₂ /L	0.19	1.22	0.52
L'anhydre carbonique	mg/L	79.2	35.2	56.76

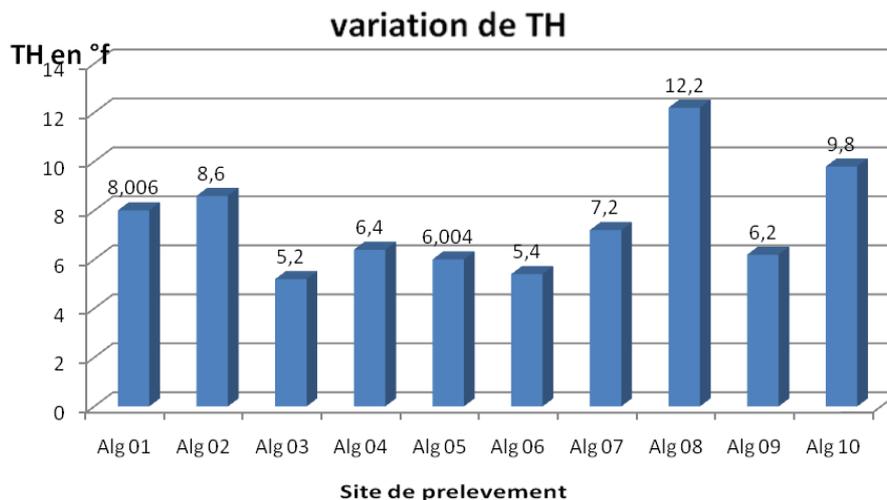


Figure 5 : Variation du TH en °f

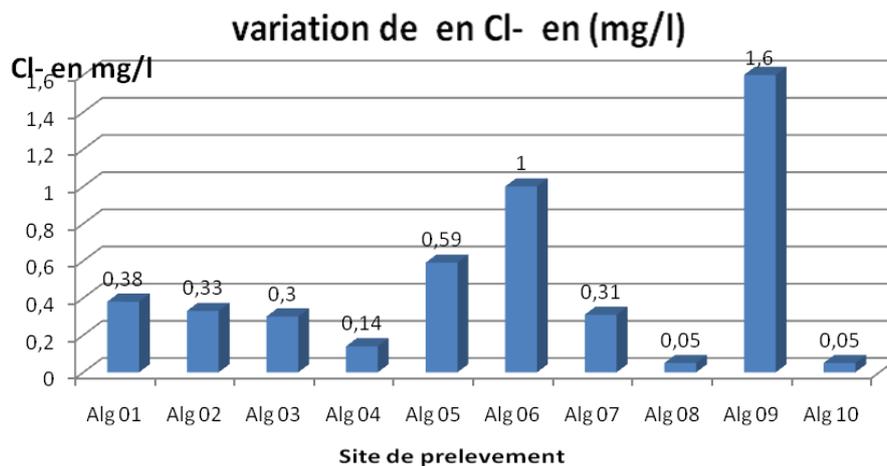


Figure 6 : Variation du chlorure en mg/L

Tableau 4: Résultats des paramètres toxiques de l'eau

Paramètres	Unité	Minimum	Maximum	Moyenne
Nitrates	mg/L	3.8	15	9.54
Nitrites	mg/L	0.05	1.60	0.47
Ammonium	mg/L	0.00	0.4	0.14
Sulfates	mg/L	9	61	28.3

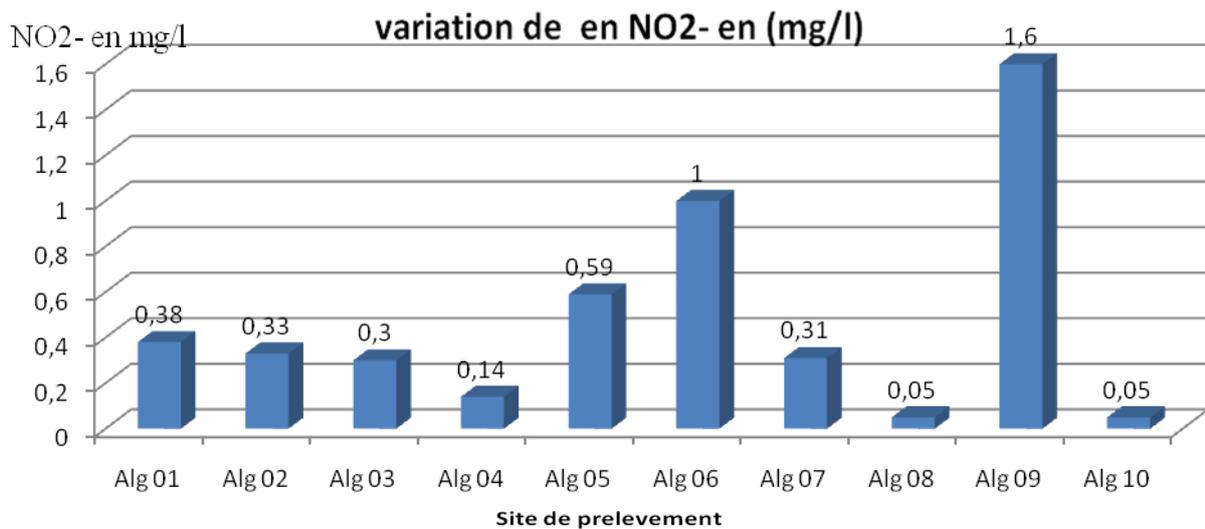


Figure 7 : Variation des nitrites en mg/L

En ce qui concerne les composés azotés (nitrates, nitrites et ammonium), leurs teneurs sont variés : les teneurs en nitrate et en nitrites des échantillons varient respectivement de 3.5 à 15 mg/L et de 0.05 à 1.6 mg/L (**Tableau 4**). Les teneurs en ammonium des échantillons varient de 0.00 à 0.4 mg/L (**Tableau 4**). Les teneurs en sulfates des échantillons varient de 9 à 61 mg/L (**Tableau 4**).

5. DIAGRAMME DE PIPER

Le diagramme de Piper est particulièrement adapté à l'étude de l'évolution des faciès des eaux lorsque la minéralisation augmente (Andreu et al.) [10], ou bien pour comparer des groupes d'échantillons entre eux et indiquer les types de cations et anions dominants, par une approche descriptive et comparative qui permet de représenter sur un même graphique un grand nombre de stations de suivi autorisant des regroupements par famille présentant des faciès similaires. Les eaux du Lac d'Aleg (Aleg, Mauritanie) ont une faible minéralisation alors la présentation de ces eaux par Piper va utiliser de la simulation et de la comparaison des eaux spatialement et périodiquement pour savoir les faciès chimiques dominants à chaque station et chaque saison climatique. La présentation des résultats d'analyses physicochimiques globales de toutes les stations à toutes les périodes de l'étude indique les présences des faciès chimiques différents (figure 9).

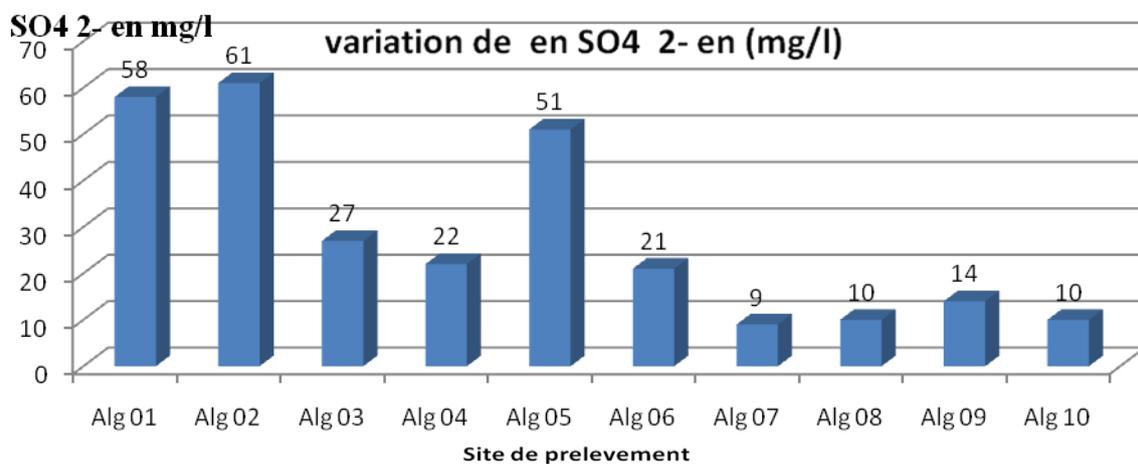


Figure 8 : Variation des sulfates en mg/L

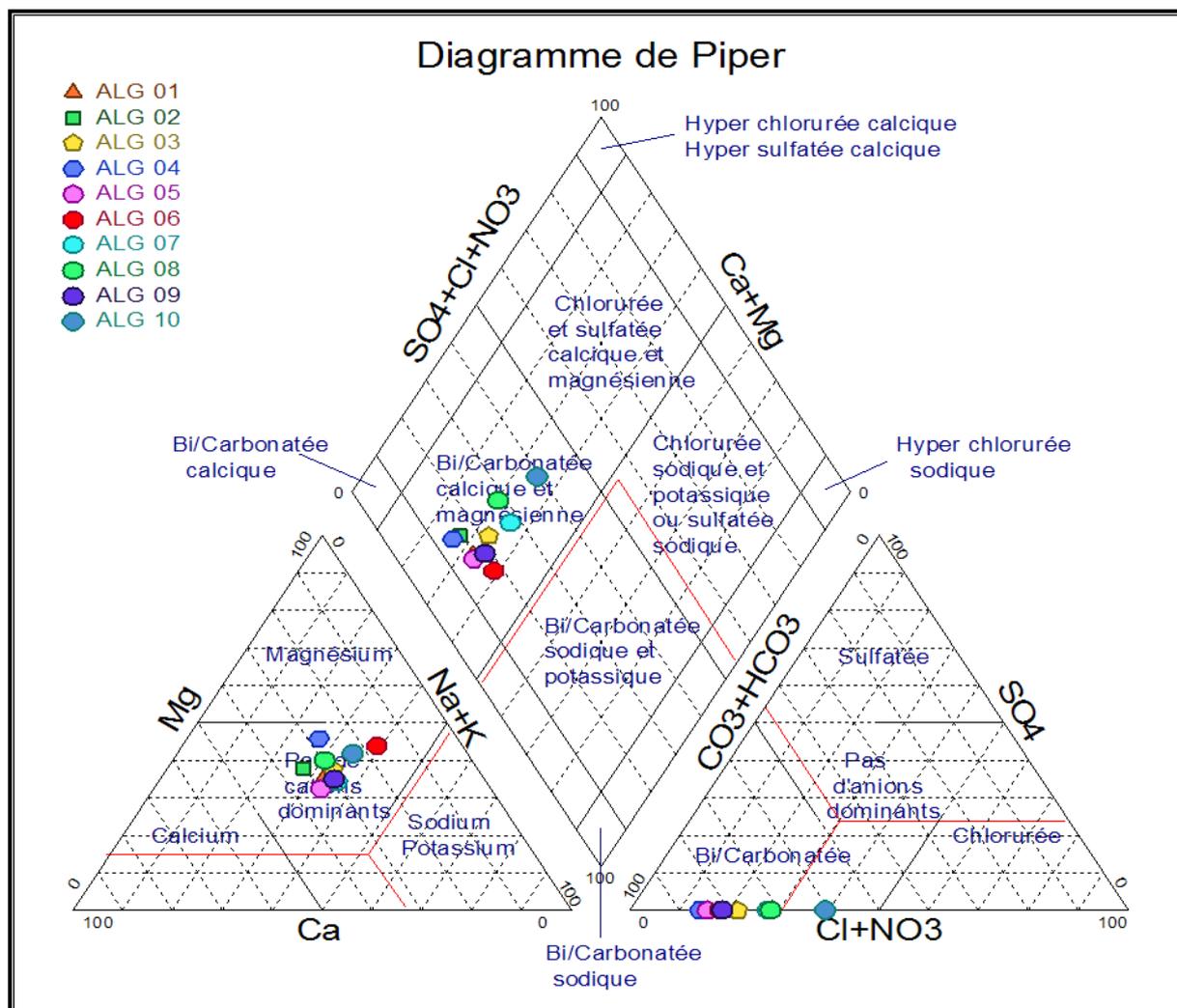


Figure 9: Diagramme du Piper des analyses Saison Sèche des eaux du Lac d'Aleg (Aleg, Mauritanie).

En outre, l'interprétation de représentation graphique du Piper pour les résultats physico-chimiques aux périodes sèches climatiques étudiées (figure 1) permet de répartir les eaux du lac d'Aleg (Aleg, Mauritanie) en deux faciès chimiques selon les périodes climatiques :

- Un faciès chloruré et sulfaté calcique et magnésienne pour la période sèche (sec chaud 2017), sans cations dominants pour le triangle des cations, tandis que le triangle des anions montre que les anions bicarbonates chlorurés sont dominants.

Dans le cadre de notre étude, pour la saison sèche nous avons effectué au total 10 prélèvements pour l'analyse physico-chimique. Les différents échantillons d'eau brute du lac d'Aleg sont prélevés pour être analysés. Les prélèvements ont été effectués dans des flacons en polyéthylène d'une capacité de 1 litre. A cause des variations qui peuvent affecter les échantillons d'eau pendant le transport, certains paramètres sont déterminés immédiatement sur le site tel que : le pH, la température, la conductivité électrique, la TDS et la turbidité.

La turbidité de l'eau brute du lac lors des études varie entre 141 et 771 NTU. La présence très élevée des germes indicateurs de la contamination fécale constituent sans doute une menace pour les habitants qui tirent l'eau nécessaire à la majeure partie de leurs besoins [5] (Tableau2). Les valeurs repérées sont inférieures à la limite qui est de 5 NTU.

La teneur de l'aluminium varie au cours de l'étude de 0,02 à 0,13 mg/L (Tableau 5), le taux normal de l'aluminium est fixé par le comité Européenne entre 0,1 et 0,2mg/L.

Au cours de l'étude, il a été observé une variation de la teneur en aluminium lors des prélèvements au niveau des différents sites.

La conductivité électrique traduit le degré de minéralisation globale, elle nous renseigne sur le taux de salinité [6]. Les mesures de la conductivité de l'ensemble des échantillons montrent qu'elles sont comprises entre 339 et 702 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tableau 2).

L'ammonium constitue le produit de la réduction finale des substances organiques azotées et de la matière inorganique dans les eaux. Il provient également de l'excrétion des organismes vivants et de la réduction et la biodégradation des déchets, sans négliger les apports d'origine domestique, industrielle et agricole [7]. Les ions ammonium proviennent de la dégradation des protéines animales (cycle de l'azote), des effluents domestiques (urée) et des ruissellements urbains [2,8]. L'ammonium étant toxique pour l'organisme humain, la présence en quantité importante dégrade la qualité de l'eau. C'est un élément indicateur de la pollution [9]. On remarque que la teneur de l'ammonium varie au cours de l'étude de 0,00 et 0,4 mg/L, le taux normal de l'ammonium est fixé à 0,3 mg/L selon l'OMS [11].

Au cours de l'étude, il a été observé une variation de la teneur en ammonium lors des prélèvements au niveau des différents sites.

Cette augmentation peut être expliquée par les utilisations de l'eau du lac par les animaux.

Les nitrates peuvent être à l'origine de la formation de nitrites et des nitrosamines, responsables de deux phénomènes potentiellement pathologiques: la méthémoglobinémie et un risque de cancer. La teneur en nitrates varie au cours de l'étude de 3.8 à 15 mg/L (Tableau 4).

Les teneurs en nitrates enregistrées au niveau de tous les sites sont très inférieures à 50 mg/L considérée comme étant la valeur limite pour l'eau potable selon les normes de l'OMS [12].

Les nitrites sont de puissants oxydants qui ont la capacité de transformer l'hémoglobine en méthémoglobine, rendant le sang incapable de transporter l'oxygène jusqu'aux tissus. De tels effets ont été observés chez de nombreuses espèces animales. Les nitrites sont toxiques pour l'organisme humain, leur présence en quantité importante dégrade la qualité de l'eau [3]. On remarque que la teneur en nitrites varie au cours de l'étude de 0,05 à 1,6 mg/L (Tableau 4).

6. CONCLUSION

Les résultats de l'analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau du lac d'Aleg en Mauritanie, présentés dans ce travail, ont montré que le pH est proche de la neutralité 7.42, la minéralisation est moyenne due à la conductivité avec une moyenne de 452.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les valeurs moyennes de la dureté, des ions calcium, magnésium, sodium et de potassium sont respectivement 7.50 °f, 35.75 mg/L, 29.16 mg/L, 32 mg/L et 24.4 mg/L. En ce qui concerne les composés azotés, les teneurs en nitrates, nitrites et ammonium sont très faibles. Les teneurs en nitrate, nitrites et ammonium des échantillons sont respectivement 9.54, 0.475 et 0.141 mg/L. les teneurs en sulfates des échantillons sont très faibles et sont 28.3 mg/L.

RÉFÉRENCES

- [1] A.N. TAÏBI, J. GASSANI, A.V. ELGHADI, A. BALLOUCHE, G. MOGUEDET, M.L O. BABA, M.O. JIDDOU. *Télé-détection*, 5 (2005) 123–137.
- [2] KM. UDERT, TA. LARESEN, M. BIEBOW and W. GUJER. *Water Res.*, 37 (2003) 2571-2582.
- [3] C. K. Jain, A. Bandyopadhyay A. Bhadra, *Environmental Monitoring and Assessment*, 166 (2010) 663–676.
- [4] B.M. SEMEGA. *Interactions physico-chimiques des eaux de la nappe côtière du Trarza (Mauritanie) à Idini et le long du littoral sud*. Thèse d'Université, Nice, 1995.
- [5] S.C. JAMES. *Am. J. Public Health*, 67 (1977) 429.
- [6] K. MINT MOHAMED SALEM, AD. N'DIAYE, MOSAO. KANKOU et A. TINE. *Science Lib*, 3 (2011) 12.
- [7] MOSA. OULD KANKOU. *Vulnérabilité des eaux et des sols de la rive droite du fleuve Sénégal en Mauritanie*. Thèse de Doctorat, l'université de Limoges, option Chimie et Microbiologie de l'Eau, France, 2004.
- [8] P. JAGALS, WOK. GRABOW, JC. De VILLIERS, *Wat. Sci. Tech.*, Science et technologie de l'eau, 35 (1997) 133-140.
- [9] a) SL. BONTE, M. PONS, O. POTIER and P. ROCKLIN. *Journal of Water Science*, 21 (2008) 429- 438; b) D. BASSIROU, HO JIDDOU. *Colloque international organisé par le Ministère de l'Hydraulique et de l'Energie sur Eau, Environnement, Développement* Novembre 2002.
- [10] J.M. Andreu, E García-Sánchez., A. Pulido-Bosch, S. Jorreto, I. Francés, *Estudios Geológicos*, 66 (2010) 131-138.
- [11] Eby OULD MOHAMEDOU (2010) - Evaluation de la qualité physico-chimique de l'eau de mer et des eaux saumâtres traitées par des membranes organiques d'osmose inverse et autopsies après leurs usages: (Cas des unités de dessalement).
- [12] Ismail Chenini Abdallah Ben Mammou, *Sécheresse*, 20 (2009) 217-722.