

Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de surface et des eaux des nappes au niveau de deux zones humides continentales en Mauritanie : Mahmouda et Tamourt Naaj

Bebeitt Mohameda

Brahim Dicka

Eby Bella

Département chimie,

Faculté des sciences et Techniques de Nouakchott, Mauritanie

Baba Aïnina Moulay Mhamed

Lemhaba Yarba

Abdellahi Mohamed Vall Hmeyada

Ahmed Aliyenne

Ecole Normale Supérieure, Nouakchott, Mauritanie

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n12p121](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p121)

Submitted: 30 July 2024

Accepted: 15 April 2025

Published: 30 April 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Mohameda B., Dicka B., Bella E., Mhamed B.A.M., Yarba L., Hmeyada A.M.V. & Aliyenne A. (2025). *Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de surface et des eaux des nappes au niveau de deux zones humides continentales en Mauritanie : Mahmouda et Tamourt Naaj*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (12), 121.

<https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p121>

Résumé

Les zones humides continentales constituent les écosystèmes les plus productifs en Mauritanie, dans la zone de transition saharo-sahélienne. La présente étude cherche à évaluer la qualité physico-chimique des eaux de surface et des eaux des nappes au niveau de deux zones humides en Mauritanie : Mahmouda et Tamourt Naaj. De par leurs positions géographiques et stratégiques, ces deux zones humides offrent d'importantes fonctions hydrologiques et écologiques. Dans le but de mieux connaître l'aptitude des eaux à satisfaire les besoins domestiques des villages environnants, nous avons analysé de nombreux prélèvements d'eau, en utilisant un pH-mètre (HI 8314), un conductimètre (HI 8733), un Spectrophotomètre UV-Visible (WEG 7100), un photomètre de flamme et la méthode volumétrique Mohr pour le dosage des métaux alcalins. Les données ont été soumises à des logiciels de

traitement de données, et traduits en diagrammes (Piper, Schoeller) afin de ressortir les éléments majeurs pour une représentation des faciès des points d'eau. Les résultats d'analyses physico-chimiques montrent une minéralisation faible à moyenne (conductivité entre 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 237 $\mu\text{S}/\text{cm}$), un taux d'oxygène dissous élevé (5,3 et 18 mg/l) et un pH basique (7,8-9,3) pour la plupart des échantillons d'eau étudiés, ne dépassant pas la norme relative à la qualité des eaux superficielles. Cette eau peut être utilisée pour des fins domestiques en suivant un procédé de traitement de clarification et de désinfection. Cependant, et eu égard aux multiples services écosystémiques qu'elles offrent, ces zones humides restent très vulnérables à la pollution et à la dégradation, ce qui appellent des mesures urgentes et lucides de gestion intégrée, de protection et de conservation.

Mots-clés: Mahmouda, Mauritanie, Tamourt Naaj, Paramètres physico-chimiques, Zones humides

Assessment of the physicochemical quality of surface water and groundwater in two continental wetlands in Mauritania: Mahmouda and Tamourt Naaj

Bebeitt Mohameda

Brahim Dicka

Eby Bella

Département chimie,

Faculté des sciences et Techniques de Nouakchott, Mauritanie

Baba Aïnina Moulay Mhamed

Lemhaba Yarba

Abdellahi Mohamed Vall Hmeyada

Ahmed Aliyenne

Ecole Normale Supérieure, Nouakchott, Mauritanie

Abstract

Wetlands are among the most productive ecosystems that exist across the globe. The wetlands studied here are considered to represent the best examples of ecosystem with their geographical and strategic position and their hydrological and ecological functions in Mauritania. However, they are currently poorly conserved and protected due to overgrazing and poaching, which would cause pollution of these wetlands. The aim of this study is to assess the physico-chemical quality of surface water and groundwater of Mahmouda and Tamourt Naaj wetlands in Mauritania. In order to investigate

the suitability of these wetland waters as drinking water supply for the area, surrounding villages, livestock and agricultural purposes, efficient data processing software, such as the Piper and the Schoeller diagrams as well as other methods, are used to derive the key elements for a representation of the facies of water points. Likewise, the data processing from the measurement campaign would make it possible to guide the qualitative use of water from wetlands.

Keywords: Mahmouda, Mauritania, Tamourt Naaj, Physico-chemical parameters, Wetlands

Introduction

Les zones humides sont considérées comme les « reins de la Terre » en raison de leurs fonctions hydrologiques et chimiques (Keddy, 2010). Les zones humides sont connues comme des espaces de transition entre les milieux terrestres et aquatiques (Alard et al., 2002). Elles se distinguent par des sols hydro-morphes, une végétation dominante composée de plantes hygrophiles au moins pendant une partie de l'année et abritent de façon continue ou momentanée des espèces animales inféodées à ces espaces (Abloul et al., 2013). L'importance des zones humides ne tient pas à leur superficie globale, car elles couvrent seulement 1,5% environ de la planète (Brenda et al., 2008). Cependant, les zones humides sont parmi les écosystèmes les plus productifs du monde et sont des endroits de la biodiversité. Elles jouent un rôle important dans les processus vitaux et constituent également un habitat privilégié pour une flore et une faune très riche (Yoon, 2009). De manière plus générale, les zones humides interviennent dans le cycle de l'eau sur Terre, celui des éléments nutritifs ou encore les flux d'énergie (Mitsch et al, 2007). Leur haut niveau de biodiversité est peut-être la principale raison pour laquelle la protection des zones humides est devenue une priorité mondiale, soutenue par des accords internationaux tels que la convention de RAMSAR et la convention internationale de la diversité biologique (Yoon, 2009). De nombreux pays dans le monde sont confrontés à la menace de dégradation des zones humides due aux perturbations humaines et au changement climatique (Gong et al., 2010). Ce qui a attiré l'attention de plusieurs organismes et pays à l'établissement de règles régissant le contrôle, la gestion, la protection et la sauvegarde de ces écosystèmes continentaux (Sabri, 2011).

La Mauritanie recèle de nombreuses zones humides côtières et continentales principalement localisées dans les parties sud et sud-est du pays, entre les latitudes 15° et 18° (Amedi, 2014). Il s'agit le plus souvent de zones humides inondées d'eau douce, situées en domaines alluvial ou lacustre, quelques fois palustre, à caractère permanent ou temporaire (Amedi, 2014). Ces zones humides jouent un grand rôle pour l'épanouissement de certaines

activités socio-économiques en général et, plus singulièrement, les activités agro-sylvo-pastorales (Amedi, 2014). Malgré les bénéfices qu'apportent les zones humides, les pratiques culturales, et en particulier l'emploi massif d'engrais, sont la cause principale d'une préoccupante pollution des nappes souterraines par les nitrates (Faurie et al., 2002). La dégradation des zones humides est principalement affectée par les activités humaines et le changement climatique (Zhao et al., 2018). Le problème de la pollution des eaux par les métaux lourds représente sans aucun doute un des aspects les plus inquiétants de la dégradation du milieu naturel par la civilisation contemporaine (Ramade, 2012). Les zones humides de la mare de Mahmouda et Tamourt Naaj représentent les meilleurs exemples à étudier afin d'évaluer l'impact des facteurs anthropiques sur le fonctionnement de ce bio-hydrosystème.

L'objectif de notre travail de recherche est de déterminer la qualité physico-chimique des eaux des zones humides étudiées et leurs impacts sur l'environnement. La détermination de la qualité physico-chimique de l'eau des zones humides a permis mieux comprendre la situation et l'évolution d'un niveau de pollution, en fonction d'un ensemble de paramètres comme le potentiel en hydrogène (pH), la conductivité électrique (CE), la température (T), l'oxygène dissous, NO_3^- (nitrate), NO_2^- (nitrite), NH_4^+ (ammonium), PO_4^{3-} (phosphate), SO_4^{2-} (sulfate), HCO_3^- (bicarbonate), Cl^- (chlorure), Ca^{2+} (calcium) et le Mg^{2+} (magnésium).

2. Matériels et Méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude

2.1.1. La mare de Mahmouda

Mahmouda est une grande mare qui se trouve dans la Wilaya du Hodh Chargui en Mauritanie, dans la Moughataa de Néma, commune de Bérivava, à la position de géoréférencement 16°20,226'N R 07°40,640'W (Hmeyada.A, et al., 2020).

2.1.2. Tamourt Naaj

La Tamourt Naaj est située dans la localité de Nbeika, commune de Tamourt Naaj, relevant de la Moughataâ de Mondjeria, (Wilaya du Tagant). Cette Tamourt est constituée d'un chapelet de zones humides qui s'étendent sur une longueur de 81 km, drainant des eaux depuis les hauteurs de Matmata à l'est vers la mare d'épandage de Guebou à l'ouest (Hmeyada et al., 2020).

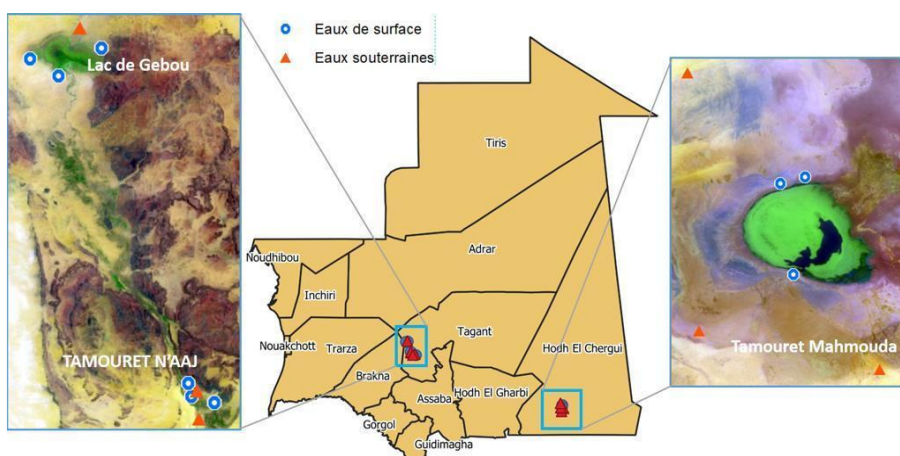


Figure 1: Localisation des points de prélèvement

2.2. *Echantillonnage et prélèvement*

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau. Dans le cadre de cette étude, un total de 23 échantillons a été prélevé (Tableau 1), dont 15 échantillons proviennent des eaux de surface et 8 échantillons des eaux souterraines. Les échantillons d'eau ont été pris dans des bouteilles de 1litre et transportés dans une glacière et conservés à une température d'environ 4 °C (Rodier et al., 2009).

Tableau des prélèvements – Codification des échantillons

Code Échantillon	
E1	Echantillon 1 eau de surface Mahmouda
E2	Echantillon 2 eau de surface Mahmouda
E3	Echantillon 3 eau de surface Mahmouda
E4S	Echantillon 4 eau souterraine Mahmouda
E5S	Echantillon 5 eau souterraine Mahmouda
E6S	Echantillon 6 eau souterraine Mahmouda
E7S	Echantillon 7 eau souterraine Mahmouda
E8S	Echantillon 8 eau souterraine Mahmouda
E1N	Echantillon 1 eau de surface Tamourt Naaj
E2N	Echantillon 2 eau de surface Tamourt Naaj
E3N	Echantillon 3 eau de surface Tamourt Naaj
E4M	Echantillon 4 eau de surface Tamourt Naaj
E5G	Echantillon 5 eau de surface Tamourt Naaj
E6G	Echantillon 6 eau de surface Tamourt Naaj
E7G	Echantillon 7 eau de surface Tamourt Naaj
E8E	Echantillon 8 eau de surface Tamourt Naaj
E9NS	Echantillon 9 eau souterraine Tamourt Naaj
E10NS	Echantillon 10 eau souterraine Tamourt Naaj
E11NS	Echantillon 11 eau souterraine Tamourt Naaj

E12MS	Echantillon 12 eau souterraine Tamourt Naaj
E13GS	Echantillon 13 eau souterraine Tamourt Naaj
E14ES	Echantillon 14 eau souterraine Tamourt Naaj
E15ES	Echantillon 15 eau souterraine Tamourt Naaj

2.3. Méthodes d'analyse

Au cours des prélèvements des échantillons d'eau, des mesures in situ ont été réalisées pour évaluer certains paramètres physico-chimiques. Sur le terrain, un appareil multifonction Palintest 900 a été utilisé pour mesurer plusieurs paramètres, tels que la température, le pH et la conductivité électrique (C.E). En complément, les concentrations en nitrates (NO_3^-), nitrites (NO_2^-), ammonium (NH_4^+) et sulfates (SO_4^{2-}) ont été dosées en laboratoire par spectrophotométrie UV-Visible (WEG 7100). Les métaux alcalins, sodium (Na^+) et potassium (K^+), ont été quantifiés à l'aide d'un photomètre de flamme. Le titre alcalimétrique complet (TAC), la dureté totale (TH), le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), les chlorures (Cl^-), l'oxydabilité et les bicarbonates (HCO_3^-) ont été dosés par la méthode volumétrique de Mohr en présence de milieux adéquats. La matière en suspension a été déterminée par filtration d'un échantillon d'eau sur un filtre de porosité 0,45 μm .

Les résultats obtenus ont fait l'objet d'un traitement informatique par Excel et traduits en diagramme de Piper.

3. Résultats et Discussions

L'analyse de la qualité de l'eau a été abordée sur des stations réparties sur la zone humide Mahmouda et Tamourt Naaj. Aux vues de la multitude de paramètres pouvant être utilisés pour l'évaluation de la qualité de l'eau, on a opté pour certains, parmi ceux habituellement utilisés dans le diagnostic écologique :

3.1. Résultats des paramètres physiques de l'eau

3.1.1. pH

Les résultats de la mesure du pH des eaux de surface et souterraine des zones humides sont illustrées sur les figures (2et 3).

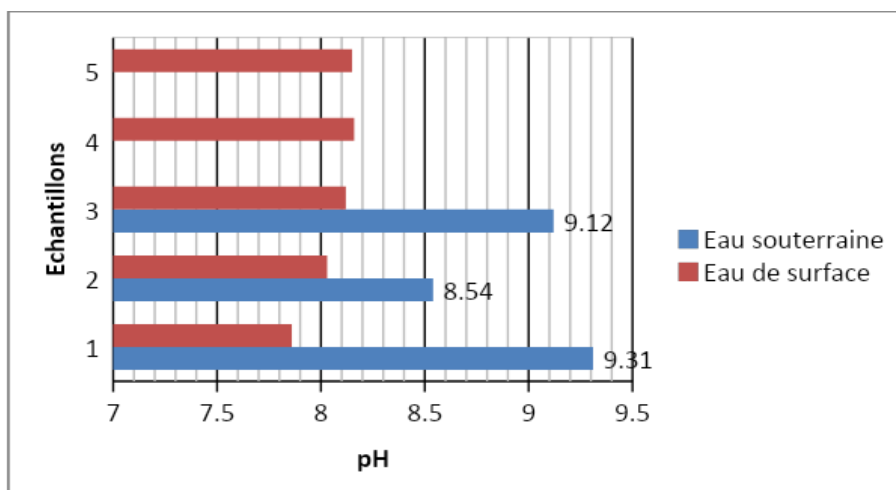


Figure 2: Variation des valeurs de pH des eaux souterraines et de surfaces dans la zone humide de Mahmouda

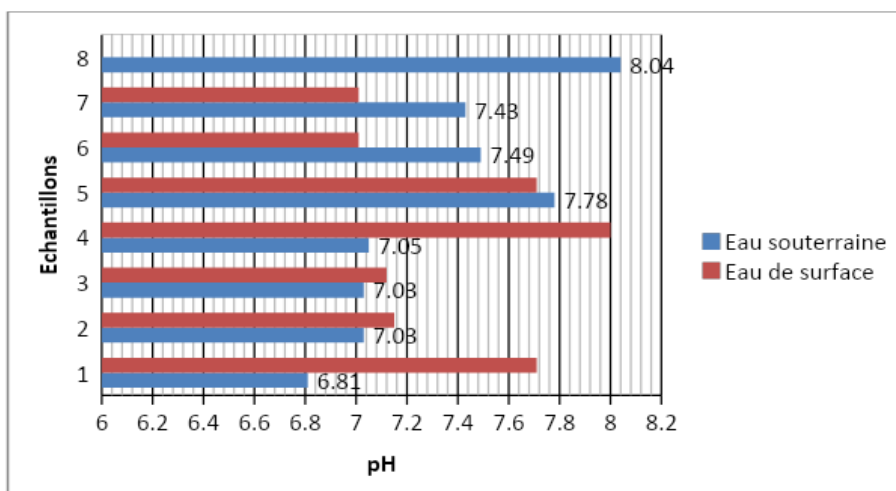


Figure 3: Variation des valeurs de pH des eaux souterraines et de surfaces dans la zone humide de Tamourt Naaj

Les variations du pH illustré sur la figure 2 montrent que les valeurs du pH s'échelonnent entre (7,8 et 9,3), ce qui indique que les eaux étudiées sont légèrement alcalines. D'après ces résultats, on observe que le pH dans E1 (Eau souterraine) et E3 (Eau souterraine) dépasse la norme des eaux naturelles (6,5 et 8,5).

D'après la figure 3, le pH des eaux étudiées varie entre (6,8 et 8,04), ces valeurs concordent parfaitement avec celles obtenues par des études qui trouvent des valeurs de 7,7 à 8,9 pour les eaux de surface au Maroc (Abboudi et al., 2014).

3.1.2. Température

La température enregistrée sur la figure 4 est comprise entre 29°C et 32°C. Cette augmentation est due au climat qui influe sur la couche superficielle de zone humide étudiée.

Pour la figure 5, le graphe montre que les valeurs de la température varient entre 30°C et 36,4°C, très proches de la température ambiante des sites étudiés.

Dans les pays de la sous-région, plusieurs auteurs ont étudié les paramètres physico-chimiques de l'eau de surface, des zones continentales et les valeurs enregistrées sont très variables (Zinsou et al.,2016).

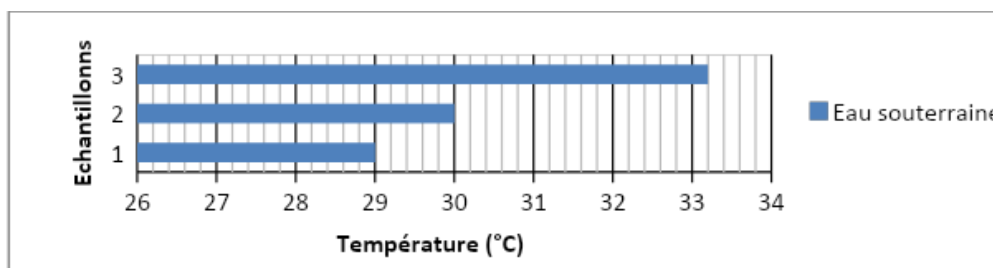


Figure 4: Variation de la température (°C) des eaux souterraines et de surfaces dans la zone humide de Mahmouda

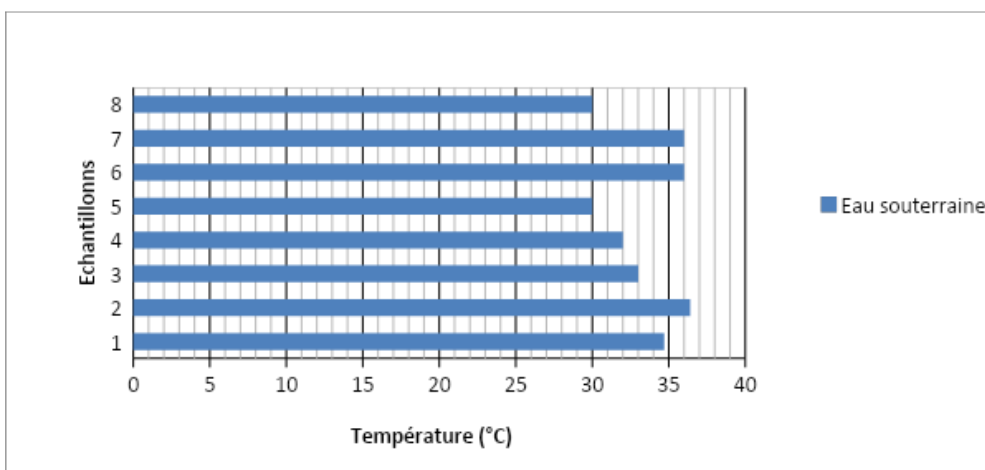


Figure 5: Variation de la température (°C) des eaux souterraines et de surfaces dans la zone humide de Tamourt Naaj

3.1.3. La conductivité

Les résultats de la mesure de la conductivité des eaux de surface et souterraine des zones humides sont illustrées sur les figures (6 et 7).

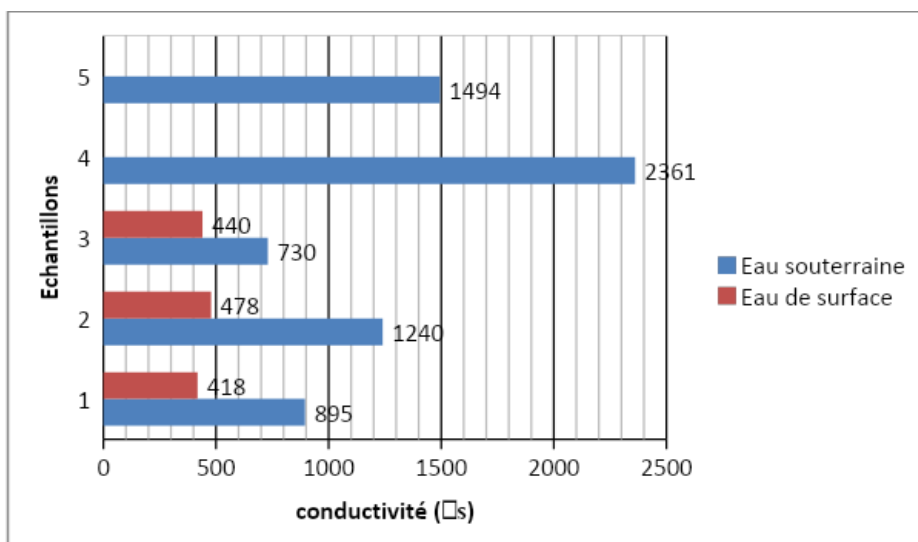


Figure 6: Conductivité des eaux à Mahmouda

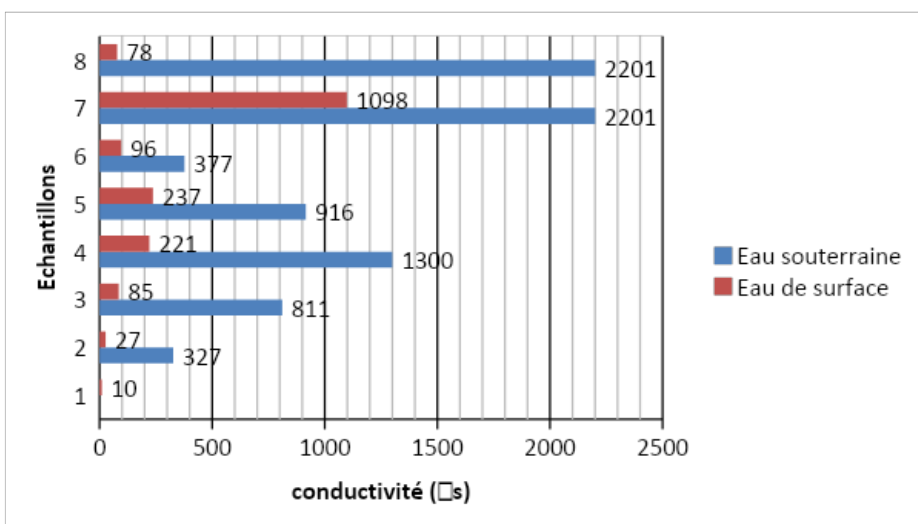


Figure 7: Conductivité des eaux à Tamourt Naaj

La figure 6, montre une petite variation de la conductivité entre les différents sites. La conductivité des eaux surface la plus faible a été enregistrée à E1 (418µs/cm) alors que la valeur la plus élevée a été enregistrée à E4 (Eau souterraine) (2361µs/cm).

Sur la figure 7, les valeurs de la conductivité des eaux fluctuent entre (10 µs/cm et 1098 µs/cm) pour les eaux de surface, ces valeurs restent en dessous de la norme de l'OMS. Pour les eaux souterraines la valeur de la conductivité varie entre (327 µs/cm et 2201).

En général les valeurs de la conductivité supérieure à 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indiquent une très forte charge d'éléments minéraux.

D'une façon générale, la conductivité des eaux de surface dans les sites visités correspond à celle des eaux minérales qui se situe entre 200 et 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Hade et al., 2002).

3.1.4. Solide dissous totaux (TDS)

Sur les figures (8 et 9), on présente les variations des teneurs en TDS dans les eaux de surface et souterraine des zones étudiées.

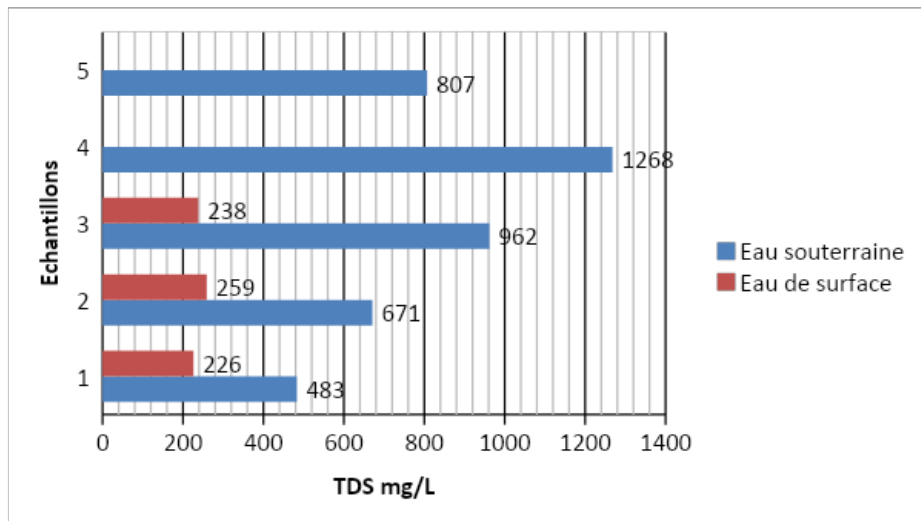


Figure 8: La teneur en solide dissous totaux dans les eaux de surface et souterraine de Mahmouda

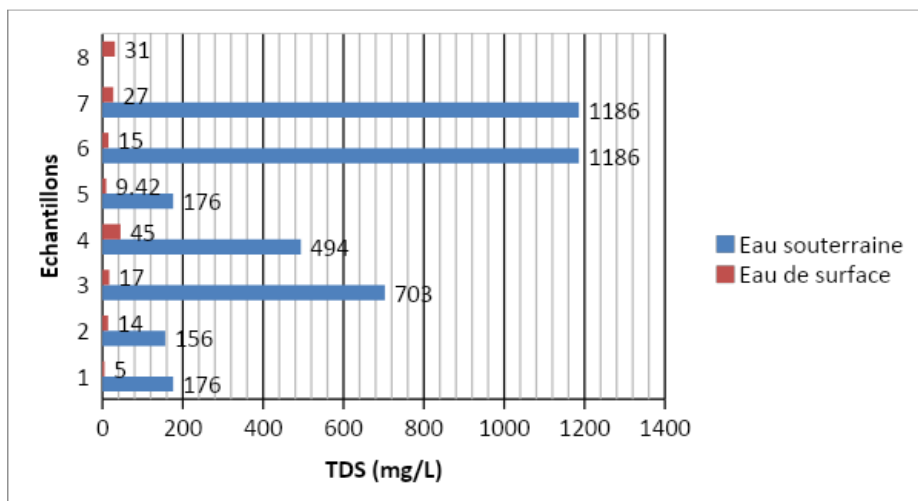


Figure 9 : La teneur en solide dissous totaux des eaux de surface et souterraine à Tamourt Naaj

La figure 8 montre que les valeurs du TDS de l'eau de surface enregistrées sont comprises entre (226 mg/L et 238 mg/L) et les valeurs du TDS des eaux souterraines varient entre (483 mg/L à E1 et 1268 mg/L à E4).

Pour la figure 9 montre que les valeurs de surface du TDS enregistré sont comprises entre 14 mg/L (E2) et 31 mg/L (E8). Dans les eaux souterraines ; les valeurs enregistrées varient entre 156 mg/L (E2) et 1186 mg/L (E6 et E7). *Les eaux souterraines affichent des valeurs de TDS supérieures à celles des eaux de surface, ce qui est cohérent avec les données publiées (Fetter, 2001). Cette différence s'explique principalement par leur temps de contact prolongé avec les formations géologiques.*

3.1.5. Salinité

Sur les figures (10 et 11), on présente les résultats de la mesure de la salinité des eaux de surface et souterraine des zones étudiées.

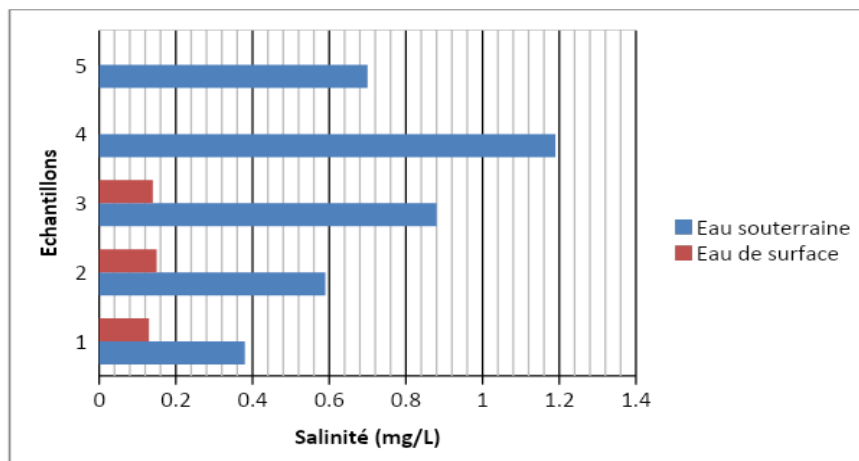


Figure 10 : Salinité des eaux de surface et souterraines à Mahmouda

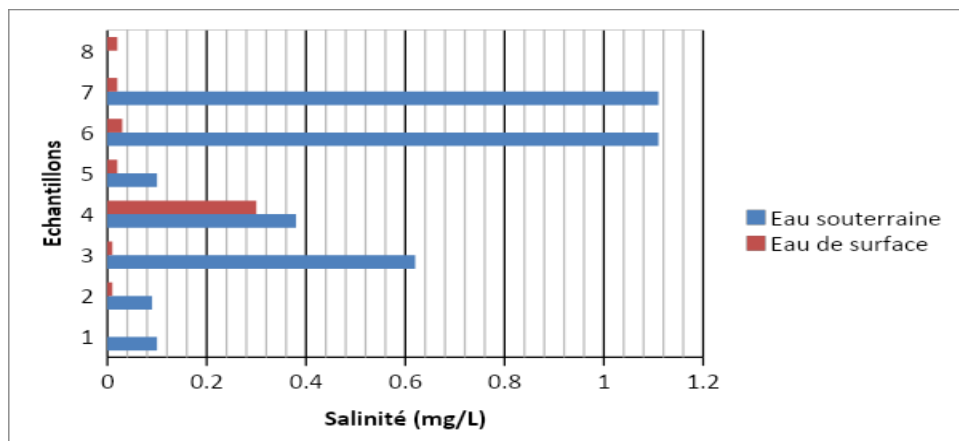


Figure 11: Salinité des eaux de surface et souterraine à Tamourt Naaj

Pour les eaux de surface, la figure 10, montre que la salinité varie entre 0,13 g/L (E1) et 0,15 g/L (E2). La figure 10, montre que la salinité varie des eaux souterraines varie entre à 0,38 g/L (E1) et 1,19 g/L (E4).

Les teneurs en sel des eaux de surface, sont illustrées sur la figure 11. Ils varient entre 0 g/L (E2) et 0,3 g/L (E4) pour les eaux souterraine la figure 11 montre que la salinité varie entre 0,09 g/L (E2) et 1,11g/L (E6 et E7).

3.1.6. Oxygène dissous

Sur les figures 12 et 13, présentent la teneur en oxygène dissous des eaux de surface et souterraine des zones étudiées.

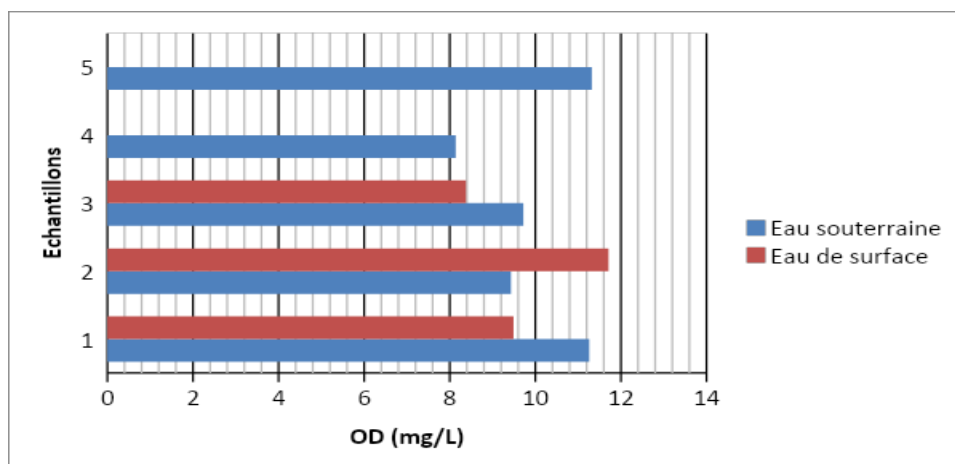


Figure 12: La teneur en oxygène dissous des eaux de surface et souterraine à Mahmouda

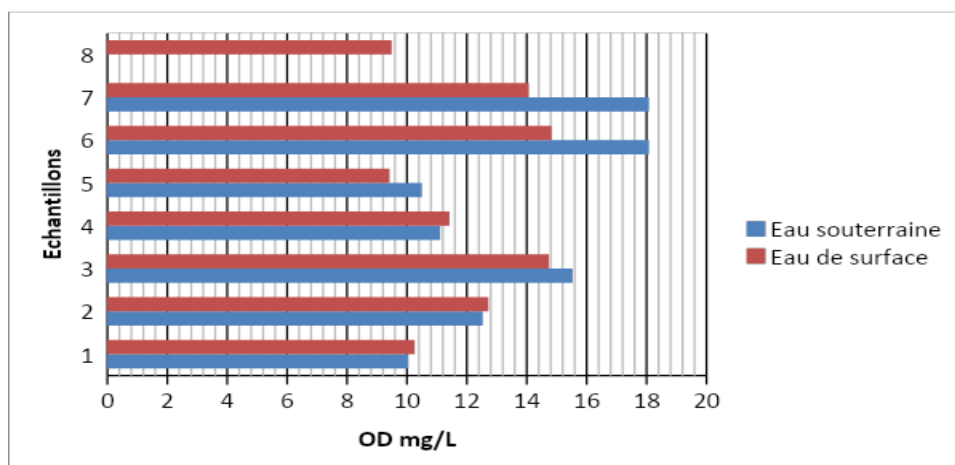


Figure 13 : La teneur en oxygène dissous des eaux de surface et souterraine à Tamourt Naaj

Pour les eaux de surface, la figure 12 de la variation du taux de l'OD enregistré varie entre 8,38(E1) et 11,7 (E2) mg/L, on note que la zone Sud de

la mare de Mahmouda est plus oxygénée que la zone Nord de la mare. Les teneurs en oxygène dans les eaux souterraines varient entre 8,14 (E4) et 11,32 (E5). Donc ces résultats ne sont pas en concordance totale avec la norme de l'OMS (5 et 7 mg/L).

La figure 13, montre que les valeurs d'oxygène dans les eaux de surface sont comprises entre (9,4 (E5) et 14,08 (E3) mg/L). Donc le site le plus oxygénée est Roudha Arrêt 2 Gebou et la plus faible teneur en oxygène correspond Djgra1. Pour les eaux souterraines, la valeur minimale (10 mg/L) d'OD enregistré à E1 et la maximale (18 mg/L) valeur à E6 et E7.

D'une manière générale, les résultats montrent que la teneur d'OD est élevée. Cela est due à l'absence des microorganismes dans les eaux analysées.

3.1.7. *Titre alcalimétrique simple*

Les résultats du dosage de la teneur de la TA des eaux de surfaces et souterraine des zones étudiées montrent que le TA est nul pour l'ensemble des zones étudiées. Ce qui confirme l'alcalinité des eaux étudiées.

3.1.8. *L'alcalinité ou Titre alcalimétrique complet*

Les résultats du dosage de la teneur de TAC des eaux de surfaces et souterraines des zones étudiées sont illustrés sur les figures 14 et 15.

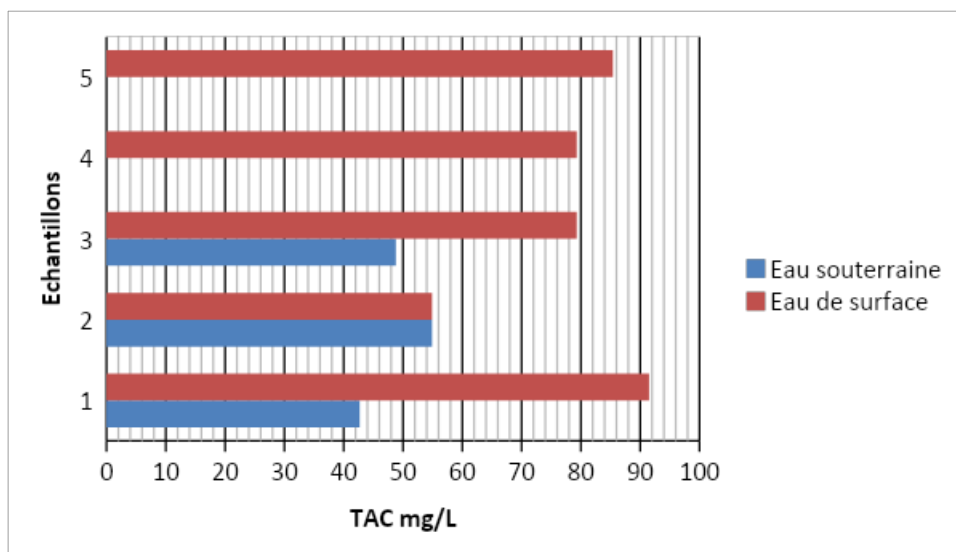


Figure 14: La teneur de TAC des eaux de surface et souterraine à Mahmouda

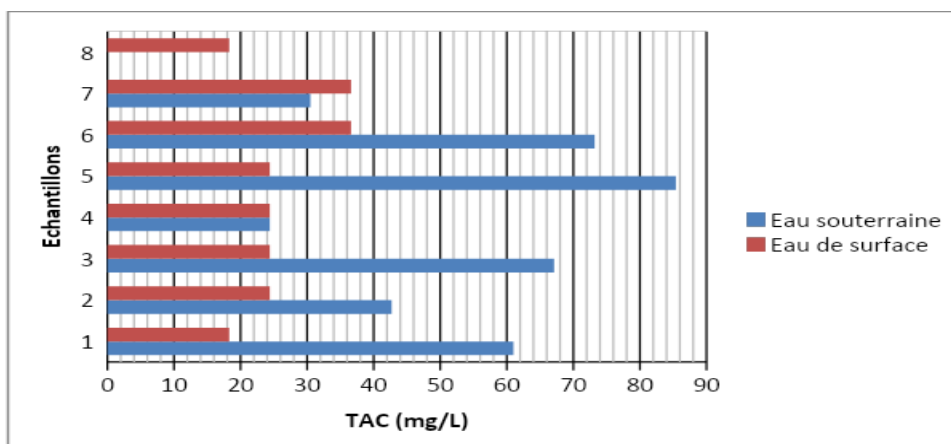


Figure 15 : La teneur de TAC dans les eaux de surface et souterraine à Tamourt Naaj

La figure 14, montre qu'il y a une variation de TAC au niveau des eaux de surface et souterraine. Pour les eaux de surface les valeurs de TAC varient entre 42,7 mg/L (E2) à la mare de Mahmouda Est et 54,9 mg/L (E5) à la mare de Mahmouda Sud. Le taux du TAC des eaux souterraines varie entre 59,9 mg/L (E1) et 91,5mg/L (E2). D'après les résultats, les eaux analysées sont à la norme.

Nous observons que les valeurs des TAC des eaux de surface enregistrées sur la figure 15 varient entre 18,3 mg/L (E1) et 36,6 mg/L (E6 et E7). Pour les eaux souterraines les teneurs des TAC varient entre 24,4 mg/L (E4) et 85,4 mg/L (E5).

3.1.9. Dureté

Les résultats du dosage de la teneur de TH des eaux de surfaces et souterraine des zones étudiées sont illustrées sur les figures 16 et 17.

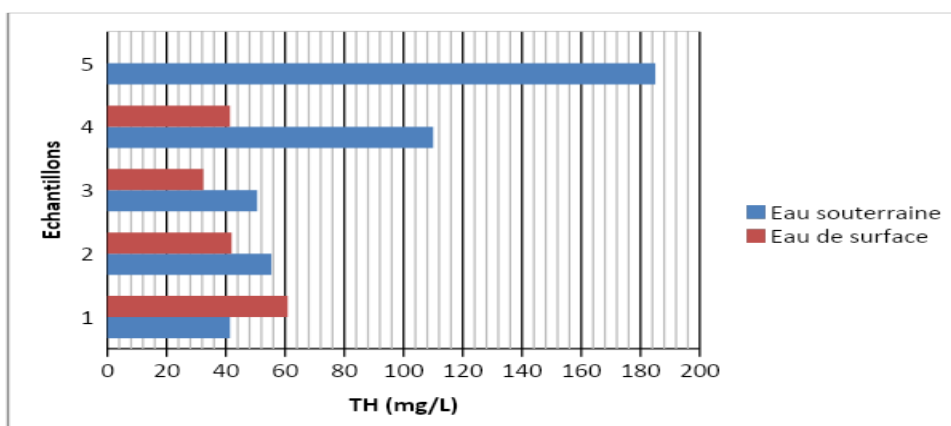


Figure 16: Dureté des eaux de surface et souterraine à Mahmouda

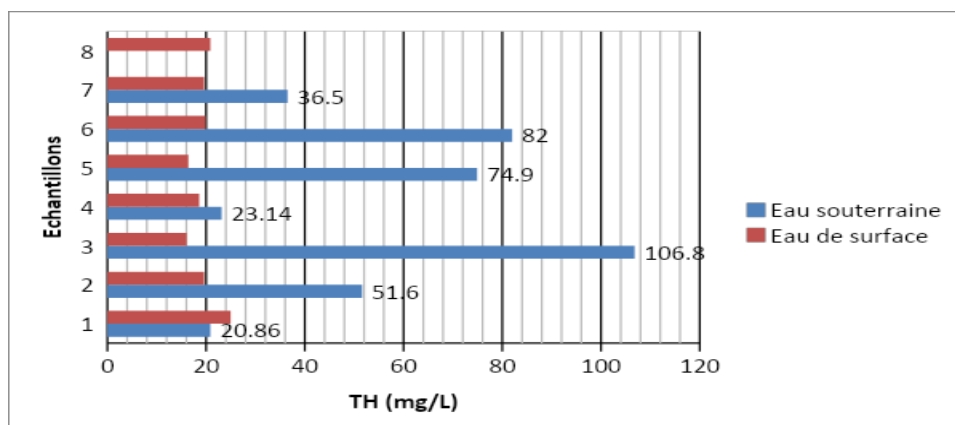


Figure 17: Dureté des eaux de surface et souterraine à Tamourt Naaj

Les valeurs de la dureté obtenues dans les eaux de surface sont comprises entre 32,4 mg/L (E3) et 68,86 mg/L (E1). Pour les eaux souterraines, les valeurs de la dureté sont comprises entre 55,3 (E1) et 185 mg/L (E5) (figure 16). On observe que les eaux souterraines sont plus dures que les eaux de surface.

La figure 17, représente la variation de la dureté obtenue dans les eaux de surface. Elle est comprise entre 16 mg/L (E3) et 24,9 mg/L (E1). Pour les eaux souterraines, les valeurs de la dureté varient de 20,14 mg/L (E1) à 106,8 mg/L (E3). Ces données montrent que les eaux souterraines sont plus dures que les eaux de surface. En générale, la dureté est un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés.

3.1.10. Teneurs en cations

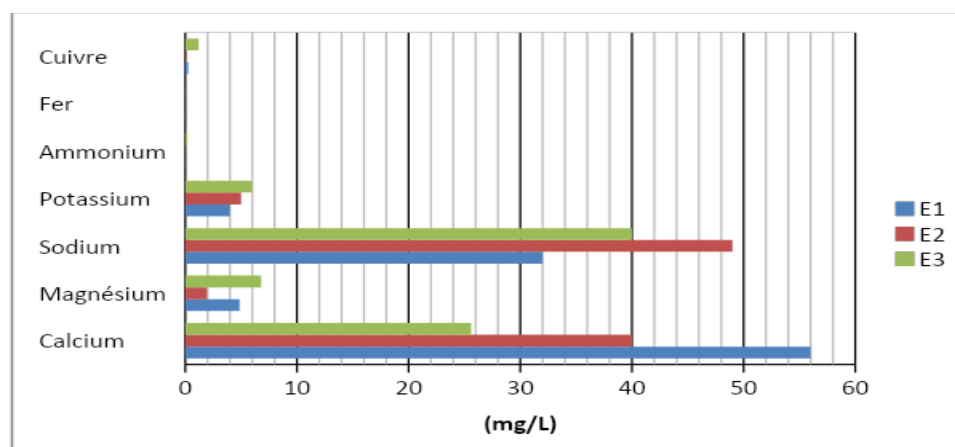


Figure 18 : Teneurs en cations de Ca, K, Na, Mg Ca, Fe, Cu et d'Ammonium des eaux de surface à Mahmouda

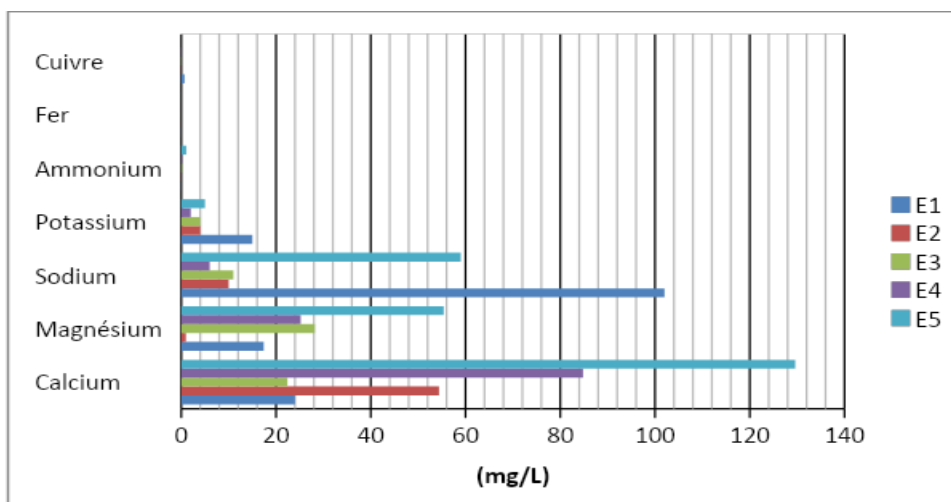


Figure 19 : Teneurs en cations de Ca, K, Na, Mg Ca, Fe, Cu et d'Ammonium des eaux souterraines à Mahmouda

La figure 18, La teneur minimum du calcium (25,6 mg/L) enregistrée au niveau d'E3 que la zone E1, a une teneur la plus élevée en calcium (56 mg/L). La figure 18, Les teneurs en calcium des eaux souterraines varient entre (22,4 mg/L (E1) et 129,6 mg/L (E5)). On remarque que les eaux étudiées restent dans la norme (200 mg/L).

Les teneurs en Magnésium oscillent entre 1,94 mg/L (E2) et 6,8 mg/L (E3)) (figure 18). Pour les eaux souterraines le profil du teneur du magnésium oscille entre 0,97 mg/L (E2) et 55,4 (E5) (figure 19). Ces valeurs restent inférieures à la valeur admissible par les normes de l'OMS (50 mg/l), sauf à E5.

D'après la figure 18, les teneurs en sodium dans les eaux de surface varient entre 31 mg/L (E1) et 49 mg/L (E2). Dans les eaux souterraines (figure 19), la teneur en Sodium oscillait entre 6 mg/L (E4) et 102 mg/L (E1). Ces résultats des teneurs en sodium sont admis par l'OMS (inférieur à 200 mg/L).

La figure 18, montre que les valeurs de Potassium des eaux de surface varient entre 4 mg/L (E1) et 6 mg/L (E3). Les eaux souterraines, la variation de Potassium oscillant entre 2 mg/L (E4) et 15 mg/L (E1) (Figure 19). Ces valeurs respectent la norme de l'OMS (inférieur à 20 mg/L).

Les teneurs en ammonium varient entre 0,03 mg/L (E1) et 0,19 mg/L (E3) (figure 18). Pour les eaux souterraines (figure 19) les teneurs en ammonium sont comprises entre 0,03 (E1) et 1,04 mg/L (E5). D'après les résultats on remarque que la teneur en ammonium dans l'échantillon (E5) dépasse la norme de l'OMS (0,5 mg/l) ce qui n'est pas le cas pour les restes. La figure 18, montre que les teneurs en Fer des eaux de surface varient entre 0,02 mg/L (E1) et 0,04 mg/L (E2). Dans les eaux souterraines, les teneurs en

Fer varient entre 0,01 mg/L (Digra2 E6S, eau puits Souleimaniya Mahmouda E7S et Mahmouda Souleimaniya E8S) et 0,02 mg/L (Hassi Ehl Jamiaa E4S et Djgra1 E5S) (Figure 19). Ces résultats des eaux étudiées montrent que les eaux étudiées ne contiennent que très peu de fer.

La Figure 18, montre que les teneurs de cuivre des eaux de surface varient entre 0,08 mg/L (E1) et 1,2 mg/L (E3). Dans les eaux souterraines la teneur de cuivre varie entre 0 mg/L (E1) et 0,68 mg/L (E4) (Figure 19).

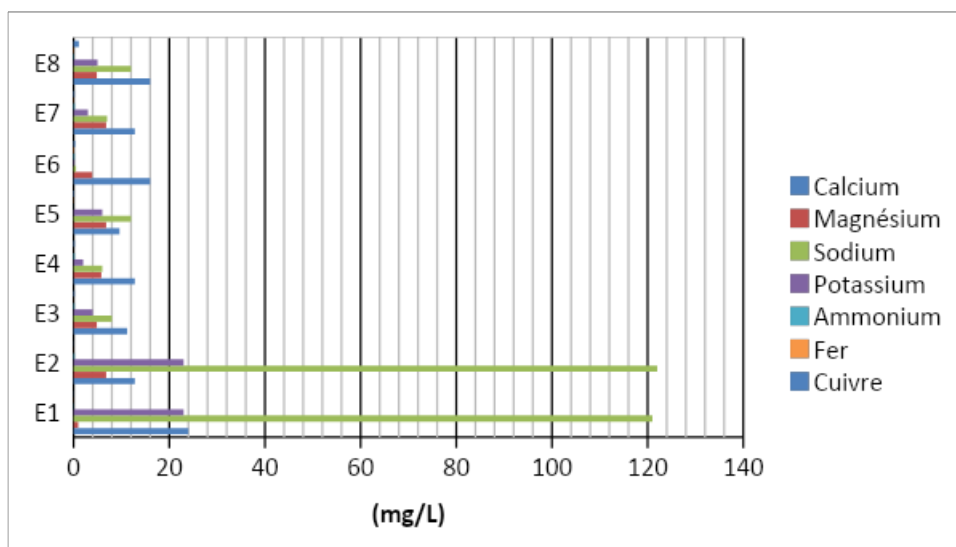


Figure 20: Teneurs en cations de Ca, K, Na, Mg Ca, Fe, Cu et d'Ammonium des eaux de surface à Tamourt Naaj

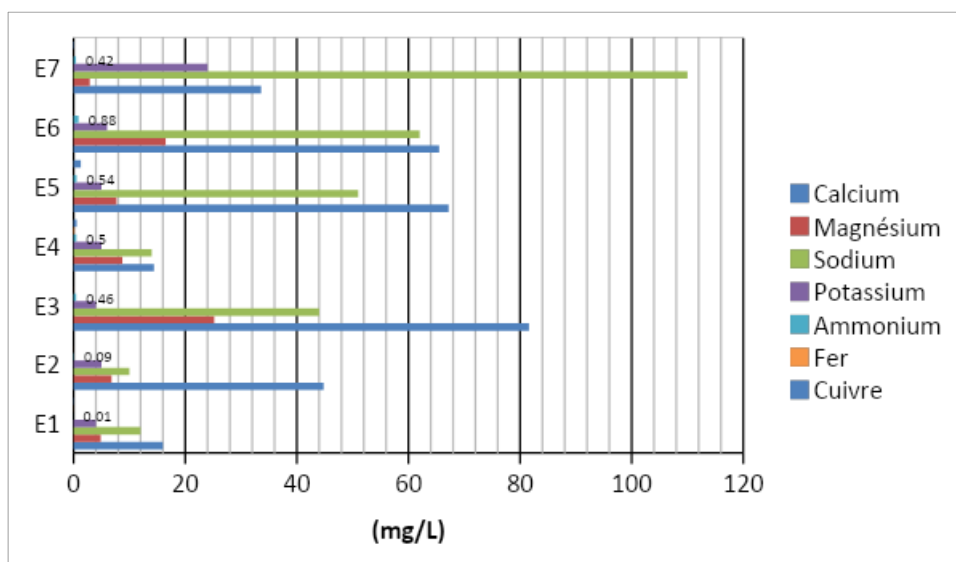


Figure 21 : Teneurs en cations de Ca, K, Na, Mg Ca, Fe, Cu et d'Ammonium des eaux souterraines à Tamourt Naaj

Dans les eaux de surface, les résultats illustrés sur la figure 20, montrent que la teneur en calcium d'une part dans les eaux de surface est comprise entre 9,6 mg/L (E5) et 24 mg/L (E1), d'autre part la teneur en calcium des eaux souterraines varient de 14,4mg/L (E1) à 81,6 mg/L (E3). Ces valeurs restent conformes à la norme (200 mg/L). En générale, la présence de calcium dans les eaux a pour origine la dissolution des formations carbonatée et gypseuses.

La figure 20, montre que les valeurs des teneurs en Magnésium oscillent entre 0,97 mg/L (E1) et 6,8 mg/L (E7). Pour les eaux souterraines, le graphe montre que la variation des teneurs en Magnésium varie entre 2,9 mg/L (E7) et 25,2 mg/L(E3). On note que ces résultats ne dépassent pas la norme de l'OMS (50 mg/L) (Figure 21).

La figure 20, expose les valeurs du Sodium des eaux de surface qui varient entre 0,5 mg/L (E4) et 122 mg/L (E1 et E2). Dans les eaux souterraines les teneurs en Sodium varient entre 10 mg/L (E2) et 110 mg/L (E7) (Figure 21).

Dans la figure 20, on constate que les teneurs en Potassium des eaux de surface varient entre 0,2 mg/L (E4) et 23 mg/L (E1 et E2). La figure 21 montre que la teneur des eaux souterraines en Potassium varie entre 4 mg/L (E1) et 24 mg/L (E7). On constate que les teneurs en Potassium des eaux étudiées ne dépassent pas la norme sauf pour l'échantillon E7 (24 mg/L).

La figure 20, montre que les teneurs en ammonium des eaux de surface varient entre 0,03 mg/L (E5) et 0,24 mg/L (E7). Dans la figure 21, La teneur en ammonium varie entre 0,01 mg/L (E3) et 0,8 mg/L (E5) pour les eaux souterraines. Ces résultats montrent que la teneur d' NH_4^+ des eaux étudiées ne dépasse pas la norme (0,5 mg/L) sauf E7.

En générale, les eaux profondes peuvent être chargées en ammonium par réduction des nitrates sous l'action des bactéries.

La figure 20, montre que la teneur en Fer des eaux de surface varie entre 0,01 mg/L (E4) et 0,11 mg/L (E6). Dans les eaux souterraines, la variation du fer est comprise entre 0,01 mg/L (E6) et 0,17 mg/L (7). Ces résultats montrent que la teneur en fer ne dépasse pas 0,3 mg/L (Figure 21).

D'après la figure 21, les valeurs de cuivre dans les eaux de surface varient entre 0,04 mg/L E1N et E2) et 1,1 mg/L (E7). Les teneurs en Cuivre dans les eaux souterraines varient entre 0 mg/L (E2, E3 et E6) et 1,3mg/L (E5).

Teneurs en ANIONS

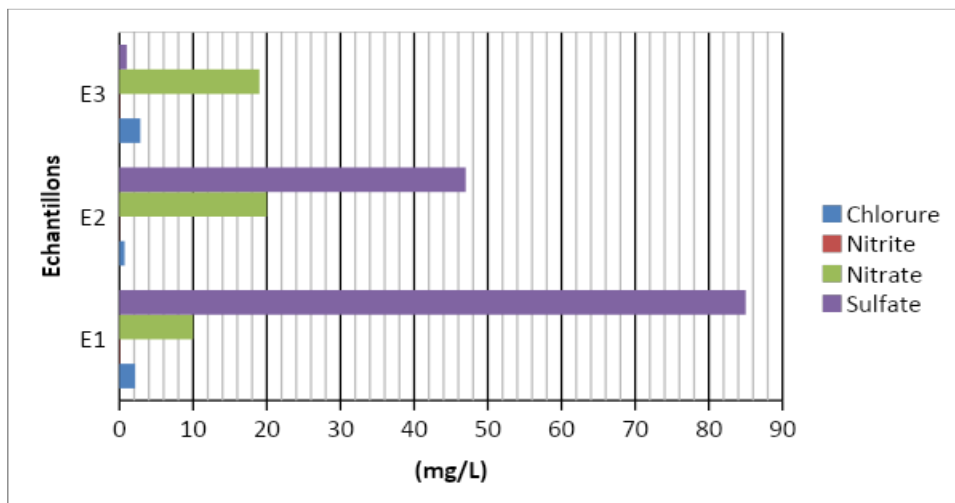


Figure 22: Teneurs en anions de Cl, Nitrite, Nitrate, So_4 des eaux de surface à Mahmouda

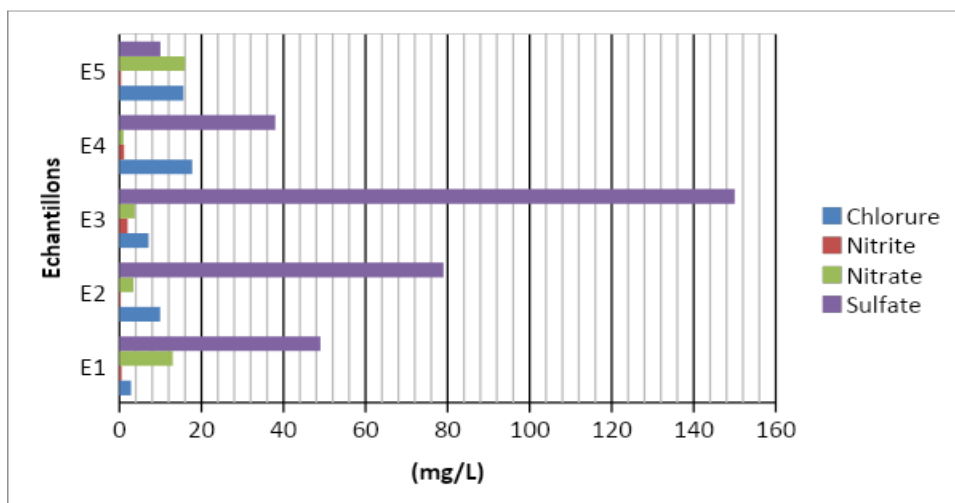


Figure 23: Teneurs en anions de Cl, Nitrite, Nitrate, So_4 des eaux de surfaces à Mahmouda

La teneur en Chlorure illustré sur la figure 22, montre que les valeurs de Chlorure des eaux de surface varient entre 0,71 mg/L (E2) et 2,84 mg/L (E3). Les taux de Chlorure au niveau des eaux souterraines sont supérieurs aux taux de Chlorure des eaux de surface (7,1 mg/L (E1) et 17,7 mg/L (E4) (figure 23)).

La teneur la plus élevée de Nitrite dans les eaux de surface est observée au niveau d'E1 (0,09 mg/l) et une minimale au niveau d'E2 (0,04 mg/l) (Figure 22). Pour les eaux souterraines les teneurs en nitrite oscillent entre 0,33 mg/L (E2) et 2 mg/L (E3) (Figure 23). On observe une augmentation de la teneur en

nitrate au niveau d'E6S, cette augmentation peut-être à cause de l'oxydation d'Ammonium dans les eaux profondes.

Les teneurs en Nitrate des eaux de surface sont de 10 mg/L (E1) et 20 mg/L (E2) (Figure 22). Dans les eaux souterraines les teneurs en Nitrate varient entre 1 mg/L (E4) et 16 mg/l (E5) (figure 23). On note que les eaux étudiées ne sont pas assujetties à un risque de pollution par les Nitrate car leurs teneurs dans les eaux étudiées ne dépassent pas la norme (50 mg/L).

L'allure de la figure 22, montre que les teneurs en Sulfate des eaux de surface varient entre 1 mg/L (E3) et 85 mg/L (E1). Pour les eaux souterraines, la teneur en sulfate varie entre 10 mg/L (E5) et 150 mg/L (E3) (figure 23).

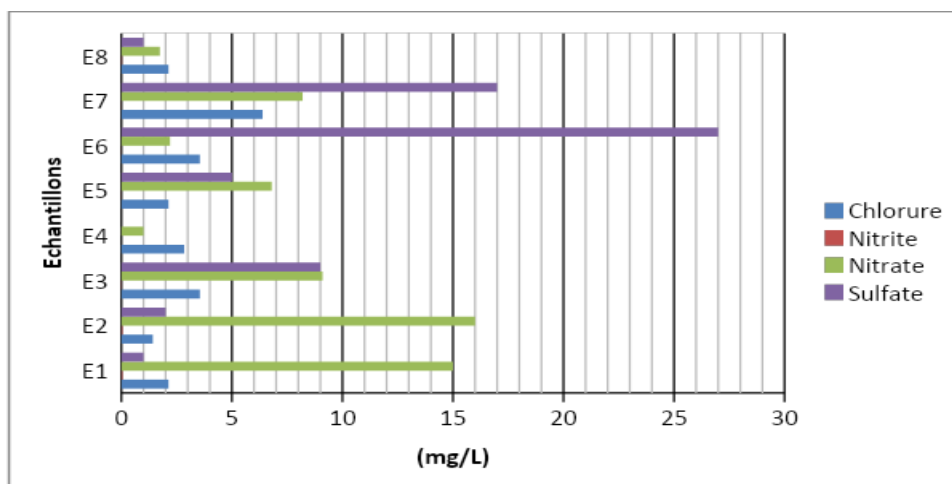


Figure 24: Teneurs en ANIONS de Ca, K, Na, Mg Ca, Fe, Cu et d'Ammonium des eaux de surfaces à Tamourt Naaj

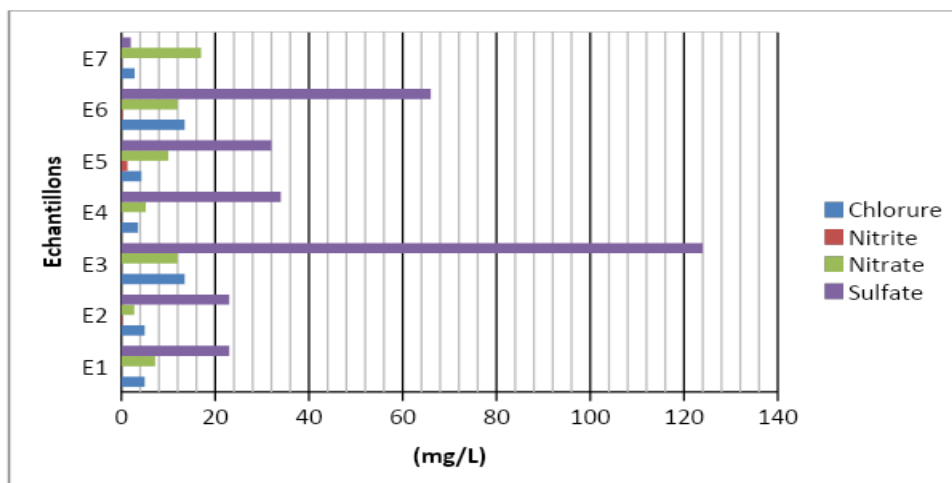


Figure 25: Teneurs en ANIONS de Ca, K, Na, Mg Ca, Fe, Cu et d'Ammonium des eaux souterraines à Tamourt Naaj

La figure 24, montre que les teneurs en chlorure des eaux de surface varient entre 1,42 mg/L (E2) et 6,39 mg/L (E7). Pour les eaux souterraines, les teneurs en Chlorure varient entre 2,84 mg/L (E7) et 13,49 mg/L (E3 et E6) (Figure 25).

Les teneurs en Nitrite des eaux de surface qui est illustré sur la figure 24, montrent que la teneur en Nitrite varie entre 0 mg/L (E4) et 0,05 mg/L (E1). Dans les eaux souterraines la teneur en Nitrite enregistrée est de 0 mg/L (E2) à 1,3 mg/L (E4) (Figure 25).

Il est considéré d'une manière générale que des teneurs supérieures à 0,1 mg/L sont signes de pollution. Il est probablement dû à l'infiltration des eaux des Oueds vers les nappes. La figure 24, montre que les teneurs en Nitrate des eaux de surface varient entre 1 mg/L (E4) et 16 mg/L (E2). Dans les eaux souterraines les teneurs en Nitrate varient entre 2,75 mg/L (E1) et 17 mg/L (E7) (figure 25).

Généralement la teneur en Nitrate des eaux est élevée en raison du ruissellement agricole et la filtration de la contamination avec les déchets animaux et végétaux. La teneur en sulfate des eaux de surface varie entre 1 mg/L (E1) et 27 mg/L (E6) (figure 24). Dans les eaux souterraines, la teneur en Sulfate oscille entre 2 mg/L (E7) et 124 mg/L (E3) (figure 25).

D'une manière générale l'augmentation des teneurs en sulfate dans les eaux résultent de la dissolution des formations gypseuses et l'oxydation de sulfure.

Conclusion

Les zones humides sont au cœur de l'économie rurale en Mauritanie. Pour la présente étude, on a contribué à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux des zones humides de Mahmouda et de Tamourt Naaj en Mauritanie. En effet, l'examen et l'interprétation des résultats d'analyses physico-chimiques montrent que: la minéralisation est faible à moyenne et augmente selon les sites, le taux d'oxygène dissous augmente également d'un site à l'autre ; les valeurs élevées des paramètres étudiés permettent de qualifier les eaux de bonne qualité pour la vie aquatique. Les valeurs du pH reflètent la caractéristique basique des eaux analysées et l'origine de cette alcalinité serait liée au lessivage des terrains géologiques des bassins versants. Les teneurs observées pour la plupart des paramètres physicochimiques étudiés ne dépassent pas la norme conventionnelle (OMS) relative à la qualité des eaux superficielles. Cette eau peut être utilisée pour la production d'eau potable en suivant un procédé de traitement de clarification et de désinfection.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

Remerciements

Nous exprimons nos vifs remerciements :

A Son Excellence, SIDINA OULD AHMED ELY, Directeur de l'ANGMV

Au Dr. HAMOUDI HAMADI, Directeur de l'ENS

A Monsieur DIA MOMOUDOU Coordinateur du PZHC (ANGMV)

Et à tous ceux qui ont aidé d'une manière ou d'une autre à la préparation de ce travail.

References:

1. Abboudi, A., Tabyaoui, H., & El Hamichi, F. (2014). Etude de la qualité physicochimique et contamination métallique des eaux de surface du bassin versant de Guigou (Maroc). *European Scientific Journal*, 10(23), 1-12.
2. Abloul, W., & Deghina, H. (2013). Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux du sud d'Algérie. (p. 39). Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi.
3. Abouelouafa, M., El Halouani, H., Kharboua, M., & Berrichi, A. (2002). Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux usées brutes de la ville d'Oujda: canal principal et Oued Bounaïm. *Notes et Mémoires de l'Institut Agronomique et Vétérinaire (Maroc)*, 22(3), 143-150.
4. Alard, D., & Bourcier, A. (2002). *Zones humides de la basse vallée de la Seine*. Quae.
5. Amedi, C. (2014). *Stratégie nationale de conservation des zones humides en Mauritanie* (pp. 33-46). Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, Nouakchott.
6. Brenda, X., & Ochoa, S. (2008). *Étude conjugée géochimique/hydrologique des relations nappe-rivière dans une zone humide: Cas de la zone humide alluviale de Monbéqui, France* [Thèse de doctorat, Université de Toulouse].
7. Coulibaly, K. (2005). *Étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako* [Thèse de doctorat, Université de Bamako].
8. Faurie, C., Médori, P., Dévaux, J., & Hemptinne, J. (2002). *Écologie: Approche scientifique et pratique* (5^e éd.). Éditions Tec & Doc.
9. Fetter, C. W. (2001). *Applied hydrogeology* (4th ed.). Prentice Hall.

10. Gong, P., Niu, Z., Cheng, X., Zhao, Y., Zhou, D. M., Guo, J. H., & Liang, L. (2010). China's wetland change (1990-2000) determined by remote sensing. *Science China Earth Sciences*, 53, 1036-1042.
11. Hade, A. (2002). *Nos lacs-les connaître pour mieux les protéger*. Open Edition Journals.
12. Hmeyada, A., Ould Yarba, L., Aliyenne, A., et al. (2020). *Réalisation d'une série d'études approfondies afin de mieux comprendre les problèmes de restauration, de maintien ou de gestion identifiés qui requièrent une attention particulière et afin d'éviter tout impact indésirable environnemental imprévu* (Rapport n°189). École Nationale Supérieure, Unité de recherche éducation-biodiversité et développement durable.
13. Keddy, P. A. (2010). *Wetland ecology: Principles and conservation* (2nd ed.). Cambridge University Press.
14. Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2007). *Wetlands* (4th ed.). John Wiley & Sons.
15. Ramade, F. (2012). *Éléments d'écologie: Écologie appliquée - Action de l'homme sur la biosphère* (7^e éd.). Dunod.
16. Rodier, J., Bazin, C., Broutin, P., Chambon, P., Champsaur, H., & Rodier, L. (2009). *L'analyse de l'eau* (8^e éd.). Dunod.
17. Sabri, S. (2011). *Caractérisation écologique d'un site Ramsar, le lac bleu Wilaya d'El Tarf* [Mémoire de master, Université Badji Mokhtar Annaba].
18. Souley, M. (2019). Caractérisation physicochimique des eaux aquifères du Continental Intercalaire de la région de Zinder (Niger). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(5), 2395-2407.
19. Yoon, C. (2009). Wise use of paddy rice fields to partially compensate for the loss of natural wetlands. *Paddy and Water Environment*, 7(4), 357-366.
20. Zinsou, H., Léonce, A., Arthur, H., & [autres auteurs si nécessaire]. (2016). Caractéristiques physico-chimiques et pollution de l'eau du delta de l'Ouémé au Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 97, 9163-9173.
21. Zhao, D., Wang, J., Wang, L., Liu, K., & Zong, S. (2018). Predicting wetland distribution changes under climate change and human activities in a mid- and high-latitude region. *Sustainability*, 10(3), 863.