

Qualité des eaux souterraines de la vallée de M'zab (Ghardaïa)

Bouselsal Boualem¹, BELKSIER Mohamed Salah², ZEDDOURI Aziez³ et FENAZI Bilal⁴
^{1,2,3 et 4}. *Laboratoire des réservoirs souterrains pétroliers gaziers et aquifères. Université de Kasdi Merbah. Ouargla. Algérie.*

Résumé

La région du M'Zab (Sud Algérie) se caractérise par la superposition deux couches aquifères, il s'agit de bas en haut, de l'aquifère de continental intercalaire (CI) et de l'aquifère superficiel. L'étude réalisée en 2015 pour objectif l'évaluation de la qualité chimique des eaux souterraines de la région, pour la consommation humaine et pour l'usage agricole a montrée que la qualité de l'eau de la nappe superficielle et la nappe de continentale intercalaire n'obéissent pas aux normes de l'OMS et aux normes algériennes de potabilité. Quant à la qualité des eaux pour l'usage agricole, l'utilisation de norme de Riverside, montre que les eaux de la nappe superficielle sont de qualité mauvaise à médiocre pour l'irrigation, alors que les eaux de la nappe continentale intercalaire sont de qualité admissible pour l'irrigation.

Mots clés : M'Zab, qualité d'eau, OMS, irrigation, continental intercalaire.

1. INTRODUCTION

La vallée du M'Zab située dans le sud algérien, elle est soumise à un climat saharien aride. L'accroissement démographique et le développement agro-industriel ont engendré une très forte demande en eau, nécessitant une grande mobilisation de ces ressources en eau exploitables. Objectif de ce travail c'est d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux de différents aquifères et de déterminer la qualité de ces eaux vis à vis aux normes de potabilité et d'irrigation.

2. CADRE GENERAL

2.1. Géographie des la zone d'étude

La région du M'Zab, située au sud de l'Algérie (Fig.1), elle est considérée comme l'une des grandes oasis du Sahara algérien. Administrativement, elle fait partie de la wilaya de Ghardaïa, regroupant trois chefs lieu de communes, Ghardaïa

chef-lieu de la wilaya occupant l'amont et le centre de la vallée, Bounoura et El Atteuf occupant la partie aval de la vallée.

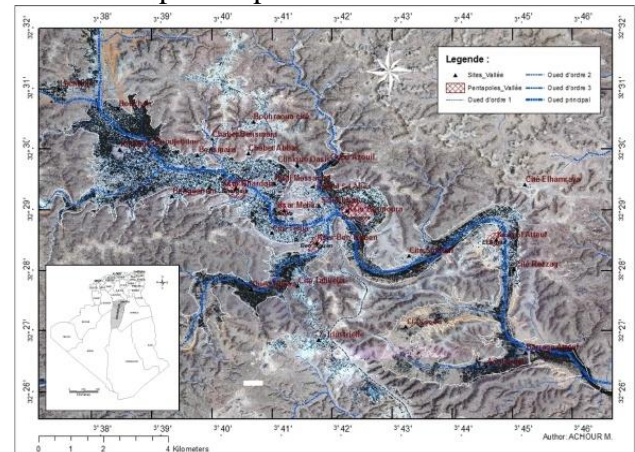


Figure 1. Situation géographique de la vallée du M'Zab.

2.2. Contexte géologique et hydrogéologique

La zone d'étude est située sur les bordures occidentales du bassin sédimentaire du Bas Sahara, les terrains affleurant sont en grande partie attribués au Crétacé supérieur. Les formations géologiques du M'zab, renferment deux nappes (Fig.2) superposées ; une nappe superficielle libre et une nappe de continentale intercalaire plus profond captif.

Le Continental intercalaire dans la région du M'zab est composé de sables fins et de grés jaunâtres à gris à intercalations d'argiles. La profondeur du toit de l'aquifère dans la vallée du M'zab varie entre 290 m et 300 m. On compte actuellement plus de 59 forages exploitant la nappe du CI dans la vallée du M'zab avec un débit total de 24,90 hm³/an dont 88% est destiné pour l'alimentation en eau potable de la population de la vallée, soit un volume d'eau mobilisée de 21,90 millions de m³ par an par le biais de 39 forages.

La nappe superficielle est de type d'Inféoflux, largement exploitée par des puits. La nappe est localisée dans les alluvions

sableuses du lit de l'oued M'zab, ainsi que dans la partie supérieure du fond de la vallée formée de calcaire massif du Turonien. Ces assises carbonatées

turoniennes d'une épaisseur de 110 m, présentent parfois des fissures et des karsts dans les quels l'eau peut s'infiltrer.

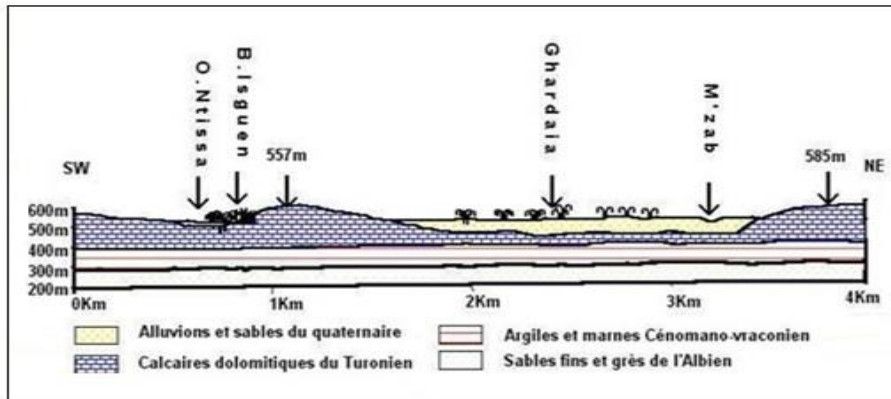


Figure 2. Coupe hydrogéologique dans la vallée du M'Zab.

3. MATERIELS ET METHODE

Pour la réalisation de cette étude, nous avons effectué une campagne de prélèvement, dans les puits et les forages de la nappe superficielle, et dans les forages captant la nappe de continentale intercalaire. Les paramètres physico-chimiques (pH, température et conductivité) ont été déterminés in situ, grâce à un multiparamètres portatif. Pour les nitrates les mesures ont été faites par colorimétrie. Les échantillons devant être analysés au laboratoire ont été prélevés dans des flacons en polyéthylène après être filtrés et acidifiés pour les cations. Le calcium, magnésium et chlore ont été dosés par titrimétrie. Le sulfate par photolorimétrie, le sodium et potassium au moyen d'une spectrométrie d'absorption atomique à flamme.

4. RESULTATS ET DISCUSSION.

4.1. Qualité des eaux de la nappe Superficielle

Les analyses chimiques effectuées sur les 10 puits captant la nappe superficielle en 2015 montrent que 30% échantillons ont un faciès chimique Sulfatées sodique, 20% échantillons ont un faciès chimique Chloruré calcique, 20% échantillons ont un faciès chimique Sulfaté calcique, 20% échantillons ont un faciès chimique Sulfaté magnésien et 10% échantillons ont un

faciès chimique Chloruré magnésien.

L'évaluation de la qualité chimique des eaux de la nappe superficielle du M'Zab vis-à-vis à la consommation montre que :

Les températures de l'eau de la nappe libre sont fortement influencées par la profondeur d'eau. Elle varie entre 19.5C° et 21.6C°. Le pH de l'eau oscille entre 6.81 et 7.36, donc il ne dépasse pas la norme algérienne de l'eau potable. En ce qui concerne la conductivité électrique, les eaux de la nappe libre affichent des valeurs très élevées dépassant la norme algérienne de l'eau potable (2800 μ S/cm) sauf le puit 3. La plage des conductivités rencontrées s'étale entre 2560 μ S/cm et 5200 μ S/cm. Le résidu sec aussi est très élevé, il dépasse la norme algérienne de l'eau potable (2000mg/l), les concentrations rencontrées s'étalent entre 3226 mg/l et 6614 mg/l.

Pour les éléments cations, les concentrations de sodium dans l'eau de la nappe libre dépassant la norme algérienne de l'eau potable (200mg/l) sauf deux forages (P3 et P6), la teneur maximale est de l'ordre de 675 mg/l mesurée au puits 10 alors que la valeur minimale est de 122 mg/l mesurée dans le puits 3. Les teneurs de potassium varient entre 12.25 mg/l et 46 mg/l, elle dépassant la norme algérienne de l'eau potable (20mg/l). En ce qui concerne le calcium

dans les eaux de la nappe superficielle il dépasse la norme algérienne de l'eau potable (200 mg/l), elle varie entre 216.43 mg/l et 633.26 mg/l. les concentrations de Mg mesurées dépassant dans la majorité la norme algérienne de l'eau potable (150mg/l); la teneur maximale est de l'ordre de 248.83 mg/l alors la valeur minimale est de 92.34 mg/l.

Pour les éléments anions, La teneur de Chlorure (Cl⁻) dans les eaux de superficielle de la vallée de M'Zab est varié entre 536.04 mg/l et 981.33 mg/l, elles dépassent la norme algérienne de l'eau potable qu'est 500 mg/l. Les teneurs des sulfates (Figure.30), montre des valeurs très élevées varient de 1730.03 mg/l à 630.49 mg/l, ces valeurs dépassent largement la norme algérienne de l'eau potable qu'est 400 mg/l. Et enfin pour les bicarbonates, ils varient entre 206mg/l et 260mg/l. ces concentrations croissent de l'amont vers l'aval et les plus fortes teneurs sont situées au centre de la palmeraie au P7 et au en aval au P10.

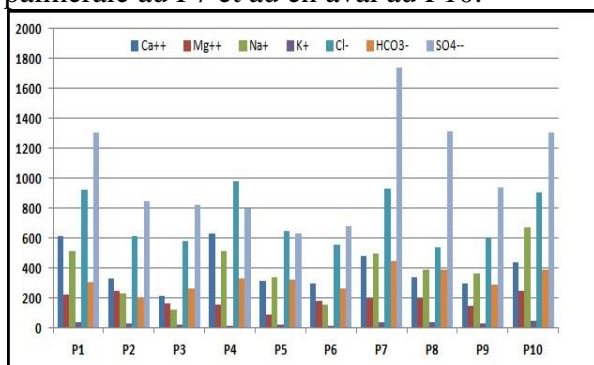


Figure 3. Concentration des éléments majeurs dans la nappe superficielle.

L'évaluation de la qualité chimique des eaux de la nappe superficielle du M'Zab pour l'usage agricole basée sur les normes de Riverside qui combine deux paramètres: le SAR et la conductivité électrique, montre que ses eaux s'arrangent sur le diagramme de richard dans deux classes :

- Classes (C₄S₂) des eaux médiocre, elles sont fortement minéralisées, on peut l'utilisées seulement pour irriguer des plantes tolèrent aux sels.
- Classes (C₄S₂) des eaux mauvaises, elles ne conviennent pas à l'irrigation,

mais peut être utilisée à l'irrigation sous certaines conditions: sols très perméables, bon lessivage, plantes très tolérantes au sel.

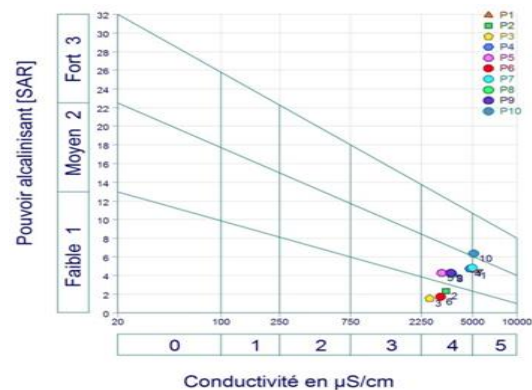


Figure.4 : Le diagramme de Richards des eaux de la nappe superficielle.

4.2. Qualité des eaux de la nappe de continentale intercalaire

Les analyses chimiques effectuées sur les 8 forages captant la nappe de continentale intercalaire en2015 montrent que la majorité des échantillons se coïncident sur les pôles caractérisant les faciès sulfaté calcique et chloruré sodique.

L'évaluation de la qualité chimique des eaux de la nappe de continentale du M'Zab vis-à-vis à la consommation montre que :

La température de l'eau varie entre 22.7C° et 27.5C°, elles dépassent la norme algérienne de l'eau potable (25°C). La conductivité électrique mesurée oscille entre 1526 et 2250 µs/cm, donc cette eau ne dépasse pas la norme algérienne de l'eau potable (2800 µS/cm). Les teneurs en résidu sec suivent presque la même évolution que celle de la conductivité avec des valeurs moyennes à élevées. Le minimum est de 0.37 g/l au niveau du puits F3 et le maximum est de 1.4 g/l au niveau du puits F2. Elles ne dépassent pas la norme algérienne de l'eau potable (2g /l). Pour le pH, il ne dépasse pas la norme, il oscille entre 7.3 et 7.61.

Pour les éléments cations, les concentrations de calcium dans les eaux de continental intercalaire (CI) de la vallée de M'zab variées entre 110.62mg/l et 181.61 mg/l, elles se trouvent dans la norme algérienne de l'eau potable (200 mg/l). Pour

le magnésium, les concentrations mesurées varient entre 59.29 mg/l et 91.36 mg/l, elles sont conformes à la norme algérienne de l'eau potable (150 mg/l). La teneur de Sodium (Na⁺) dans les eaux de CI de la vallée de M'zab varient entre 159.09 mg/l et 281.25 mg/l, elles ne dépassent pas la norme algérienne de l'eau potable (200 mg/l). Et en fin le potassium, qui obéit la norme, concentrations mesurées varient entre 8.75 mg/l et 12.5 mg/l.

Pour les éléments anions, La teneur de Chlorure (Cl⁻) dans les eaux de continental intercalaire (CI) de la vallée de M'Zab est varié entre varié entre 266.6 mg/l et 475.07 mg/l, Elles ne dépassent pas la norme algérienne de l'eau potable (500 mg/l). La teneur de Sulfates dans les eaux de CI varié entre 372.32 mg/l et 905.41 mg/l, elles obéissent donc la norme algérienne de l'eau potable (400 mg/l). Et en fin les bicarbonates, les concentrations enregistrées dans les eaux ne dépassant pas la valeur guide de l'OMS pour l'eau de boisson (300 mg/l). Nous signalent que la norme algérienne d'eau potable ne donne aucune limite pour le bicarbonate.

Le nitrate est considéré comme une substance indésirable dans l'eau de boisson. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) fixe la concentration maximale en nitrates dans l'eau potable à 50mg/l. Les teneurs en nitrates observées, sont relativement moyennes à très faible dans les eaux de CI. La plage de concentration rencontrée s'étale entre 0.3 mg/l et 20.72mg/l. Elles ne dépassent pas la norme algérienne de l'eau potable (50 mg/l).

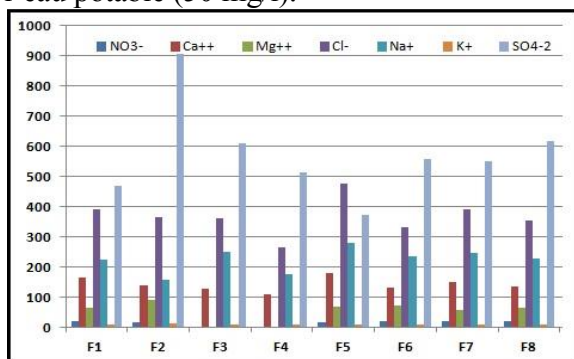


Figure 5. Concentration des éléments majeurs dans la nappe de CI.

L'évaluation de la qualité chimique des eaux de la nappe superficielle du M'Zab pour l'usage agricole basée sur les normes de Riverside qui combine deux paramètres: le SAR et la conductivité électrique, montre que ses eaux s'arrangent sur le diagramme de richard dans classes (C₃S₁ et C₃S₂) des eaux de qualité admissible, mais il faut que la salinité doit être contrôlée.

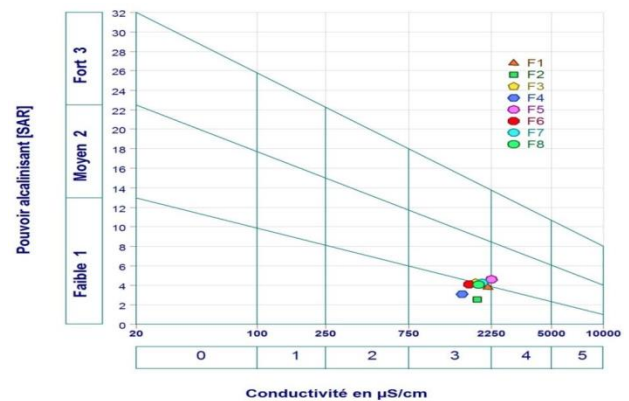


Figure.4 : Le diagramme de Richards des eaux de la nappe CI.

5. CONCLUSION

La région du M'Zab, située au sud de l'Algérie, elle est considérée comme l'une des grandes oasis du Sahara algérien. Du point de vue géologique, elle se trouve sur les bordures occidentales du bassin sédimentaire du Bas Sahara, les terrains affleurant sont en grande partie attribués au Crétacé supérieur. Les formations géologiques du M'zab, renferment deux nappes superposées ; une nappes superficielle libre et une nappe de continentale intercalaire plus profond captif.

Les eaux de la nappe superficielle de la vallée de M'zab, sont non potable en référent aux normes de l'OMS et aux normes algériennes d'eau potable, car elles sont très minéralisées. Leurs faciès est chloruré magnésien, chloruré calcique, sulfaté calcique, sulfaté sodique et sulfaté magnésien. La représentation de ces eaux sur le diagramme de Richards montre qu'elles sont de qualité mauvaise à médiocre pour l'irrigation car elles se trouvent dans les classes C₄S₃ et C₄S₁.

Les eaux de continental intercalaire sont de faciès sulfaté calcique ou chloruré sodique



en générale, elles sont potable en référent aux normes de l'OMS et aux normes algériennes. La représentation de ces eaux sur le diagramme de Richards montre qu'elles sont de qualité admissible pour l'irrigation car elles se trouvent dans les classes C_3S_1 et C_3S_2 .

REFERENCES

Achour M. 2014. Vulnérabilité et protection des eaux souterraines en zone aride: Cas de la vallée du m'zab (ghardaia – algérie).mémoire magistère univ d'oran. 126p.

Bouselsal B.2017. Groundwater quality in arid regions: the case of HassiMessaoud region (SE Algeria). Journal of Fundamental and Applied Sciences, 2017, 9(1), 528-541.

Busson G.1971. Principes, méthodes et résultats d'une étude stratigraphique du

Mésozoïque saharien. Edit., Paris, 1971, 464p.

OMS (Organisation Mondiale de la Santé). 2004. Directives pour la qualité de l'eau de boisson, Vol 1 Recommandations, 3ème édition, OMS, Genève. 2004.

OSS (Observatoire Sahara et Sahel). 2003. Système aquifère du Sahara septentrional: gestion commune d'un bassin transfrontière. Rapport de synthèse. OSS, Tunisie, 2003, 322p.

Piper A.M. 1944. Graphical interpretation of water analysis, Transactions of the American Geophysical Union, 25: pp 914 - 923.

Rodier J.1984. L'analyse de l'eau, 7ème édition DUNOD, 1353p.

UNESCO. 1972. Etude des Ressources en Eau de Sahara Septentrional. (7 vols et annexes).Paris, France, 1972.