



## EVALUATION DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DE PUIITS DANS LA REGION DE BERRAHAL (ALGERIE)

*KAHOUL M.<sup>1</sup>, DERBAL N.<sup>1</sup>, ALIOUA A.<sup>2</sup>, AYAD W.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Laboratoire des sols et développement durable, Faculté des sciences, Université Badji Mokhar,  
Annaba BP 12, Algérie.

<sup>2</sup>Laboratoire de biologie végétale et environnement, Faculté des sciences, Université Badji Mokhar,  
Annaba BP 12, Algérie.

kahomed@yahoo.fr

### RESUME

La qualité de l'eau est une des préoccupations permanentes de l'homme qui lui a consacré toute une législation et a ratifié de nombreux protocoles et conventions internationaux pour sa protection et sa préservation.

Afin de se mettre dans de tel contexte, l'objectif de notre étude est d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux de puits de la région de Berrahal qui est une commune relevant de la wilaya d'Annaba et dont un nombre non négligeable de sa population s'alimente en eaux souterraines. L'évaluation de la qualité de ces eaux s'est basée sur les mesures de la température( $T^{\circ}$ ), du pH, de la conductivité électrique(CE) et sur les dosages de la dureté totale(TH), du calcium ( $Ca^{2+}$ ), des chlorures( $Cl^{-}$ ), des nitrates( $NO_3^{-}$ ) et des nitrites ( $NO_2^{-}$ ).

Les résultats obtenus ont montré que les valeurs des mesures des paramètres physico-chimiques des eaux analysées étaient toutes conformes aux normes sauf dans le cas de la teneur en nitrates qui s'est avérée anormale dans certains puits et qui pourrait par conséquent, porter atteinte à la santé du consommateur.

**Mots clés :** Eaux, Puits, Physico-chimique, Qualité, Berrahal.

## ABSTRACT

The water quality is a permanent concern of the man who has devoted an entire legislation and ratified many international conventions and protocols for its protection and preservation.

To get in such context, the objective of our study is to evaluate the physico-chemical quality of water wells in the Berrahal area which a significant number of its population is supplied by groundwater.

The evaluation of the quality of such water is based on measurements of the temperature ( $T^{\circ}$ ), pH, electric conductivity (EC) and the dosages of total hardness (TH), calcium ( $Ca^{2+}$ ), chloride (Cl<sup>-</sup>), nitrate ( $NO_3^-$ ) and nitrite ( $NO_2^-$ ).

The results obtained showed that the measurement values of the physico-chemical parameters of the analyzed water were all compliant with the exception of nitrates which has proved abnormal in certain wells and could therefore affect consumer health.

**Keywords:** Water, Well, Physico-chemical, Quality, Berrahal.

## INTRODUCTION

L'eau constitue un élément indispensable pour la vie des hommes, des animaux et des plantes. Avoir de l'eau à disposition en quantité et en qualité suffisantes contribue au maintien de la santé. L'eau peut aussi être source de maladies du fait de sa contamination par des déchets ménagers, industriels, agricoles, par des excréta et divers déchets organiques.

L'eau mérite une attention toute particulière, dans la mesure elle est très menacée par les activités humaines.

En effet, la croissance démographique accompagnée d'une urbanisation rapide cause de nombreuses perturbations aux milieux naturels (Mc Kinney, 2002).

L'industrialisation, l'utilisation non rationnelle des engrais et pesticides et le manque de sensibilisation de la population envers la protection de l'environnement, génèrent des polluants qui peuvent affecter la qualité physico-chimique et biologique des milieux aquatiques récepteurs (Mullis et al., 1997).

L'approvisionnement en eau potable, des moyens d'assainissement de base et une bonne gestion des ressources en eau sont essentiels pour assurer la santé.

Près d'un dixième de la charge de morbidité pourrait être évité en améliorant : l'accès à l'eau potable, l'hygiène, l'assainissement et la gestion de l'eau de manière à réduire les risques de maladies à transmission hydrique (OMS, 2013).

L'usage des puits est très répandu dans la daïra de Berrahal. En effet, la distribution de l'eau potable par la SEATA (Société de l'eau et de l'assainissement d'El-Tarf et d'Annaba) ne suivant pas le rythme accéléré de

l'urbanisation, la population a trouvé une alternative avec des forages et puits qui fournissent aux ménages l'eau de cuisine, de lavage et de boisson.

Les objectifs de cette étude sont d'une part l'évaluation de la qualité des eaux souterraines de cette région en réalisant un contrôle physico-chimique basé sur les mesures de la température, du pH, de la conductivité électrique et sur les dosages de la dureté totale, du calcium, des chlorures, des nitrates et des nitrites.

## **MATERIEL ET METHODES**

### **Présentation de la région d'étude**

La région d'étude de Berrahal (Figure 1) est une commune de la Wilaya de Annaba, se trouvant au Nord Est de l'Algérie sur la RN44, à 30km du chef-lieu de wilaya. Elle est bordée au Nord par le massif de l'Edough, au Sud par le lac Fetzara, à l'Est par le village de Ayeb Amar, et à l'Ouest par le village de Boumaïza. La commune s'étend sur 180km<sup>2</sup>. Le nombre d'habitants est estimé à 22631 à raison de 125.72 h./km<sup>2</sup>. La région est soumise à un climat de type méditerranéen caractérisé par deux saisons distinctes, l'une humide marquée par une forte pluviométrie allant d'octobre à mai et par de faibles températures, l'autre sèche et chaude avec de fortes températures; atteignant leur maximum au mois d'août. La région de Berrahal est richement arrosée et a une pluviométrie annuelle estimée entre 650 à 1000 mm/an. Les vents dominants du Nord et du Nord-est sont doux et dominant au cours de la période sèche, tandis que ceux de l'Ouest et du Nord-ouest sont généralement forts et dominant la période pluvieuse.

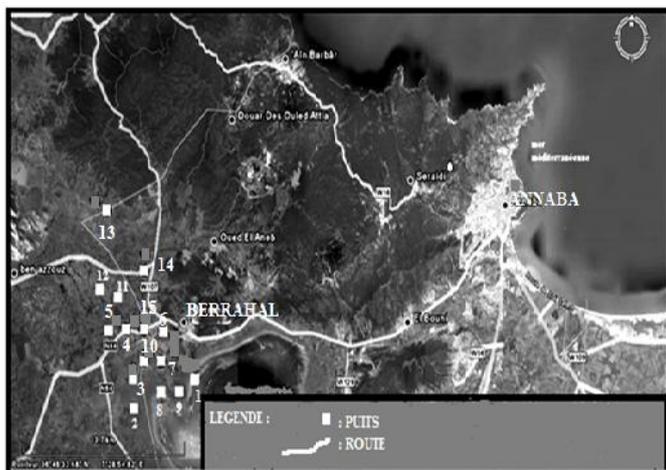
### **Echantillonnage**

Les sites choisis se trouvent dans des zones périurbaines de la commune de Berrahal, où un grand nombre d'habitants ne bénéficie pas ou très rarement d'eau du réseau public de distribution de l'eau potable.

Les puits retenus sont au nombre de 15 et sont exploités par les habitants de ces zones pour leurs besoins quotidiens en eau.

Ces points d'eau sont localisés par leurs coordonnées lombaires qui ont été déterminé à l'aide d'un appareil du type GPS (Tableau 1).

En se référant à Google Earth (Google, 2013), nous avons représenté géographiquement sur une carte les points d'eau choisis dans la région de Berrahal (Figure 1).



**Figure 1:** Situation géographique de la région de Berrahal et localisation des sites d'échantillonnage.

### Prélèvement des eaux et analyses physico-chimiques

Les échantillons d'eau ont été prélevés au rythme de cinq prélèvements par semaine. Selon le guide de l'AQUAREF (2011), le matériel utilisé devra garantir l'absence d'interférence physico-chimique avec les paramètres à mesurer. La nature des matériaux du matériel d'échantillonnage sera notamment choisie en fonction de sa comptabilité avec les substances recherchées. Afin d'éviter la contamination d'un échantillon par les éventuels polluants d'un échantillonnage antérieur (contamination croisée), le matériel devra être rincé/nettoyé entre chaque mesure ou échantillonnage des eaux souterraines. Conformément à ce guide, Les prélèvements ont été effectués manuellement dans des flacons en matière plastique (inerte) propres, secs et étiquetés.

Les flacons sont ensuite conservés dans une glacière et transportés au laboratoire d'analyse dans les 24h qui suivent.

Les analyses physico-chimiques des eaux de puits ont été toutes effectuées selon les méthodes décrites par Rodier et al. (2009).

La température de l'eau, la conductivité électrique et le pH ont été mesurés in situ. Les mesures au laboratoire ont concerné les paramètres qui ne s'affectent par la conservation des échantillons d'eau, à condition que leurs mesures soient faites dans de bonnes conditions et dans un délai ne dépassant pas les 24h après le prélèvement. Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium, le calcium par titrage avec une solution aqueuse d'EDTA à un pH compris entre 12 et 13, la dureté

totale est déterminée par la méthode de MHOR et les nitrates ont été dosés par spectrophotométrie.

## RESULTATS ET DISCUSSION

Les mesures in-situ de la température au niveau de toutes les eaux des puits contrôlés ont donné des valeurs ne dépassant pas les 25°C (figure 2), d'où elles sont en conformité avec les normes algériennes (JORA, 2011) relatives aux eaux souterraines.

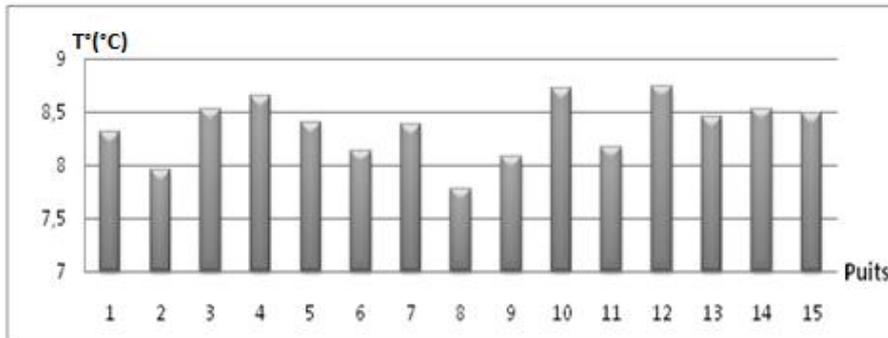


Figure 2 : Variation de la température des eaux des puits

Selon les résultats obtenus (Figures 3, 4, 5), il s'avère aussi que le pH, la conductivité électrique des eaux de puits ainsi que leur teneur en chlorures sont dans les normes dans la mesure où les textes réglementaires locaux exigent respectivement pour ces trois paramètres dans le cas des eaux souterraines les valeurs suivantes : 6,5 à 9 ; 2800µs/cm et 500mg/l.

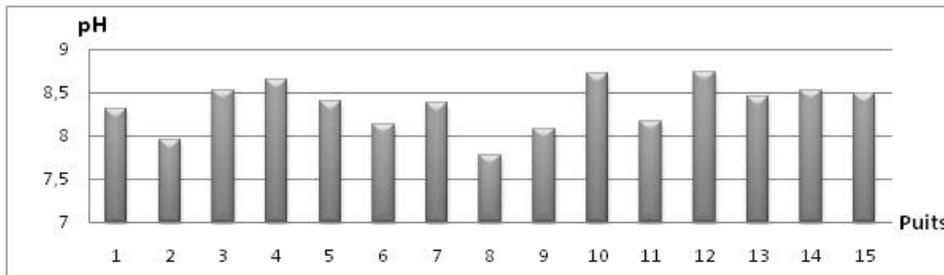
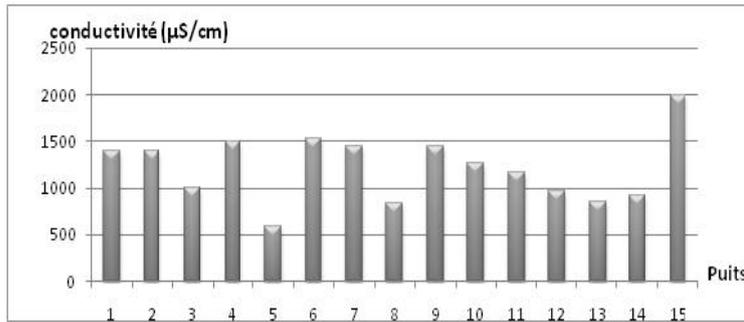
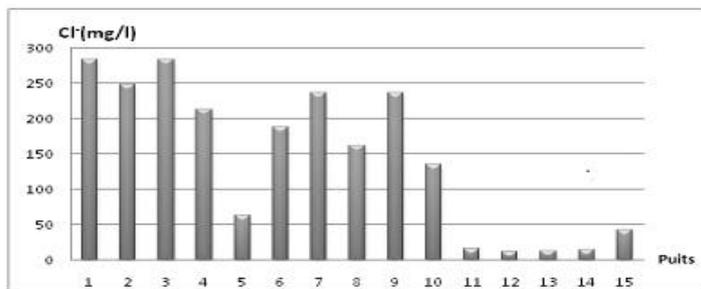


Figure 3 : Variation du pH des eaux des puits



**Figure 4 :** Variation de la conductivité des eaux des puits

Les teneurs en chlorures de tous les échantillons d'eau analysés (Figure 5) sont conformes aux normes étant donné que leur concentration est inférieure à celle recommandée par les normes algériennes dans le cas des eaux souterraines et qui est de l'ordre de 500 mg/l. Il s'avère selon Rodier et al. (2009) que même dans le cas de quantités excessives dans l'eau potable qui peuvent atteindre 900 mg/l, en particulier dans les zones arides, les chlorures n'auraient pas d'effets néfastes sur la santé du consommateur.



**Figure 5 :** Variation des teneurs en chlorures dans les eaux des puits

Le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potable et sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés (terrain calcaire ou gypseux) (Rodier et al., 2009). Les teneurs en calcium des eaux contrôlées (Figure 6) de tous les points étudiés sont toutes inférieures à la concentration maximale admissible est de 200mg/l (Normes algériennes, 1992) pour l'eau potable.

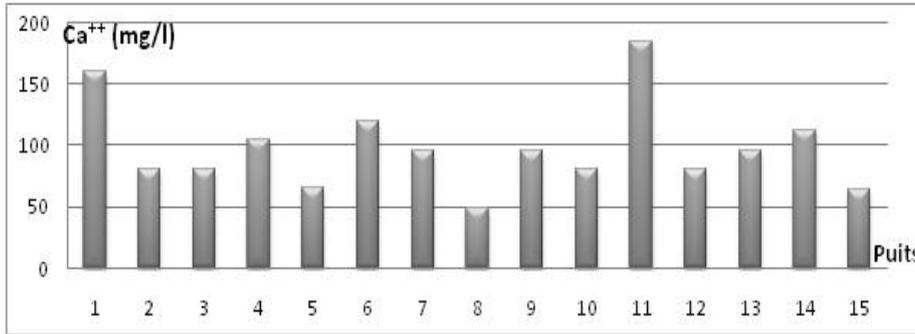


Figure 6 : Variation de la teneur en calcium dans les eaux des puits

La dureté désirée doit être comprise entre 150 et 500 mg/l (OMS, 1993). Les résultats obtenus (Figure 7) ont montré une variation des valeurs de la dureté totale dans les eaux des puits de la région d'étude. Ces valeurs sont conformes aux normes, exceptées celles des eaux des puits 1,3 et 4, qui vont de 620 à 740mg/l et sont donc considérées comme dures. Selon Lenntech (2014), l'eau dure n'est pas dangereuse pour la santé et que selon l'OMS(2004), des études épidémiologiques relatives à la dureté et aux risques de maladies cardiovasculaires ont trouvé une association protectrice entre la mortalité due aux maladies cardiovasculaires et l'augmentation de la dureté de l'eau.

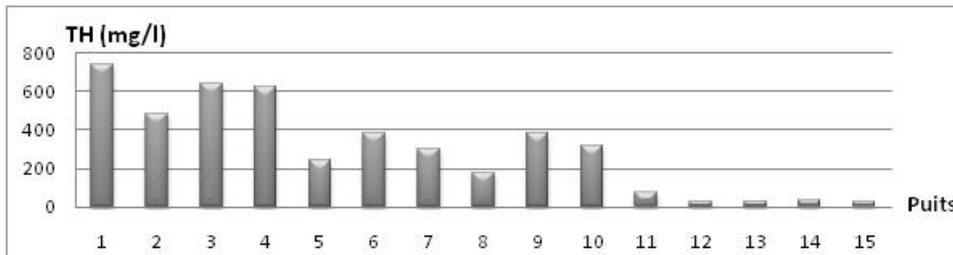


Figure 7 : Variation de la dureté totale des eaux des puits

Les nitrates peuvent causer la méthémoglobinémie chez les nourrissons de moins de 6 mois et n'agissent pas directement sur les enzymes qui ramènent la méthémoglobine à un taux normal dans le sang. Les responsables sont les nitrites, forme toxique de ce composé azoté, qui sont issus de la transformation des nitrates par des bactéries (L'Hirondel, 2009).

D'après la réglementation algérienne (JORA, 2011) et les normes européennes (N.E, 1998), il est recommandé pour le cas des nitrates, une valeur de 50mg/l dans une eau destinée à la consommation.

Les résultats des analyses des eaux de puits de la région de Berrahal (Figure 8) ont révélé que sur les 15 puits contrôlés, 4 (puits n°: 2, 8, 9,10) en renferment dans leurs eaux des quantités de nitrates dépassant les 66 mg/l. Ces teneurs

anormales en nitrates obtenues dans les eaux de ces quatre puits rejoignent celles obtenues par Laafou et al. (2013) dans les eaux de source de la région d'El Hajeb au Maroc et également celles rapportées par El Kharmouz et al. (2013) dans les eaux souterraines de la ville d'Oujda (Maroc) et par Chofqui et al. (2004) dans les eaux souterraines d'Eljadida (Maroc). Cette pollution serait due au développement des élevages et à une fertilisation azotée excessive des zones agricole avoisinant les sites étudiés. Ces causes liées aux fortes teneurs en nitrates sont confirmées par le conseil canadien de l'environnement (CCME, 2009) en relevant que ces éléments peuvent provenir de la décomposition de matières végétales ou animales, d'engrais, du fumier, d'eaux usées domestiques et industrielles, des précipitations ou de formations géologiques renfermant des composés azotés solubles.

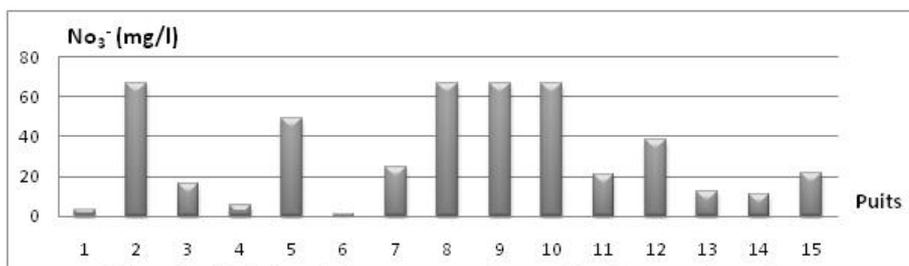


Figure 8 : Variation de la teneur en nitrates dans les eaux des puits

Figure 8 : Variation de la teneur en nitrates dans les eaux des puits

Selon les normes européennes (U.E, 1998), une eau destinée à la consommation humaine ne doit pas renfermer des nitrites à des teneurs supérieures à 0.5mg/l. Les résultats du dosage des nitrites dans les eaux des différents puits ont révélé la présence de teneurs normales par rapport aux normes en ces éléments et varient comme indiqué dans la figure 9, de 0,02 à 0,16mg/l.

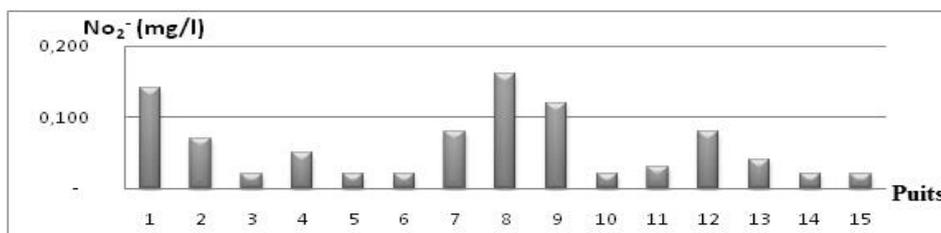


Figure 9 : Variation de la teneur en nitrites dans les eaux des puits

## **CONCLUSION**

L'étude menée sur les eaux de puits de la région de Berrahal nous a permis d'évaluer leur qualité sur le plan physico-chimique. En effet, il ressort selon les résultats obtenus que les valeurs des paramètres testés (Température, pH, Conductivité, chlorures, Calcium, Dureté totale, Nitrates, nitrites) sont toutes conformes aux normes admises et par conséquent nous pouvons conclure que la quasi-totalité des puits renferment des eaux d'une bonne qualité physico-chimique.

Néanmoins, L'analyse a révélé dans certains puits, qui sont au nombre de quatre, la présence de teneurs en nitrates anormales constituant ainsi, une pollution effective pouvant nuire à la santé du consommateur.

A cet effet, des recommandations afin de lutter contre la pollution des eaux de puits par les nitrates et leurs conséquences sur la santé des populations consommant ces eaux, s'avèrent utiles et se résument dans la réduction du recours aux engrais et leur utilisation qu'en période appropriée tout en respectant leur mode d'emploi ainsi que la limitation du ruissellement et l'érosion des sols, de manière à réduire les apports de sédiments et d'éléments nutritifs dans le bassin hydrographique.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- AQUAREF. (2011). Guide des prescriptions techniques pour la surveillance physico-chimique des milieux aquatiques, opérations d'échantillonnage en eau souterraine. Consortium scientifique et technique, France.
- CHOFQI A., YOUNSI A., LHADI E., MANIA J., HURDY J., VERON A. (2004). Environmental impact of urban landfill on a coastal aquifer (El Jadida, Morocco). *Journal of African Earth Sciences* 39, 509-516.
- CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME). (2009). Nitrates et nitrites.
- EL KHARMOUZ M., SBAA M., CHAFI A., SAADI S. (2013). L'étude de l'impact des lixiviats de l'ancienne décharge publique de la ville d'Oujda (Maroc oriental) sur la qualité physicochimique des eaux souterraines et superficielles. *Larhyss Journal*, N°16, 105-119.
- GOOGLE. (2013). Google Earth.
- JORA. (2011). Décret exécutif n° 11-219, fixant les objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau des populations.
- L'HIRONDEL J. (1993). Les méthémoglobinémies du nourrisson, Données nouvelles, *Cah. Nutri. Diet.*, 28, 341-9.

- LAAFOU S., ABDALLAOUI A., EL ABID A. (2013). Étude de la qualité physico-chimique des eaux de certaines sources de la région d'El Hajeb ScienceLib., Editions Mersenne, 5, 130603.
- LENNTECH. (2014). Water, treatment, solution, Rotterdamseweg, Pays Bas.
- MC KINNEY M.L. (2002). Urbanisation, biodiversity and conservation. Biosci., 52, 883-890.
- MULLISS R.M, REVITT D.M., SHUTES R.B.E. (1997). The impacts of discharges from two combined sewer overflows on the water quality of an urban watercourse, Water Sci. Technol., 36, 195-199.
- NORMES ALGERIENNES. (1992). N.A. 6360, Ed. IANOR.
- NORMES EUROPEENNES. (1998). Directives du conseil 98/83/EC sur la qualité de l'eau.
- OMS (2013). Qu'elle importance l'eau potable revêt-elle pour la santé?
- OMS. (2004). Nutrient minerals in drinking-water and the potential health consequences of long-term consumption of demineralized and remineralized and altered mineral content drinking-waters.
- RODIER J., LEGUBE B., MERLET N. (2009). L'analyse de l'eau, Ed. Dunod, 78-1368.