



## Élimination des nitrates des eaux souterraines de la région d'El-Ghrous (Biskra) par adsorption

Oussama KHELIEL<sup>1</sup>, Leila YUCEF<sup>2</sup>, Samia ACHOUR<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface LARHYSS  
Université de Biskra, B.P. 145, R.P., Biskra, Algérie

E-mails : oussamakheliel@gmail.com, lyoucef2@yahoo.fr, samia.achour@Larhyss.net

**Résumé**—L'objectif de cette étude est de donner une idée sur la présence de nitrates dans les eaux souterraines de la région d'El-Ghrous et d'étudier le traitement de nitrates des eaux souterraines chargées en  $\text{NO}_3^-$  par le procédé d'adsorption sur le charbon actif et sur l'argile. Les résultats obtenus révèlent l'existence d'une pollution nitrique pour les eaux moins profondes du Miopliocène. Les essais d'adsorption ont montré qu'une désorption de nitrates a été constatée au-delà du temps d'équilibre. Ce temps d'équilibre varie selon l'adsorbant testé de 90 à 150 minutes. Pour les deux adsorbants, le pH du traitement influe significativement sur le rendement d'élimination de nitrates. Les meilleurs rendements sont obtenus à pH acide de 4 à 6. Une amélioration du rendement d'élimination des nitrates a été observée en augmentant la dose de l'adsorbant.

**Mots-clés**— Eaux souterraines, Nitrates, Pollution azotée, Adsorption, Bentonite de Mostaganem, Charbon actif.

### I. INTRODUCTION

La wilaya de Biskra est devenue un pôle agricole national. Ce niveau d'intensification de l'agriculture s'est accompagné d'une application importante d'intrants agro-chimiques et ceci peut conduire à de lourdes conséquences concernant la contamination des eaux souterraines et notamment la pollution nitrique [3].

La présence de nitrates dans les aquifères cause des problèmes de santé humaine tels que la méthémoglobinémie (Syndrome du

bébé bleu) qui est due à l'ingestion de fortes concentrations de nitrates par les enfants et les bébés et entraîne une cyanose. Une concentration élevée en nitrates engendre la formation de nitrosamines qui sont connues potentiellement cancérigènes [1].

L'objectif de cette étude est d'observer l'efficacité de l'adsorption par charbon actif en grains (CAG) et bentonite locale de Mostaganem (BMB) sur l'élimination de nitrates d'eau souterraine, en étudiant l'effet de plusieurs paramètres réactionnels.

### II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

#### A. Caractéristiques physicochimiques des eaux testées

Afin d'appliquer l'élimination de nitrates sur une eau souterraine riche en nitrates, une campagne de prélèvement a été effectuée au niveau de la région d'El-Ghrous au cours de l'année 2015. L'échantillonnage a concerné les points d'eaux destinées à l'alimentation en eau potable et des forages exploités à l'irrigation.

Les essais d'adsorption des nitrates sur le charbon actif et l'argile ont été réalisés sur une eau de forage captant la nappe du miopliocène, dont ces caractéristiques physicochimiques sont présentées dans le tableau I.



## Séminaire International sur l'Hydrogéologie et l'Environnement 12 - 14 Mars 2019, Ouargla (Algérie)



**Tableau I.** Caractéristiques physicochimiques de l'eau souterraine traitée.

Paramètre	Eau de forage F1
Température T (K)	293
Conductivité électrique C ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	4670
Potentiel hydrogène pH	7.25
Dureté totale TH ( $^{\circ}\text{F}$ )	245
Bicarbonate $\text{HCO}_3^-$ (mg/L)	167
Chlorure $\text{Cl}^-$ (mg/L)	1240
Sulfate $\text{SO}_4^{2-}$ (mg/L)	1000
Nitrate $\text{NO}_3^-$ (mg/L)	100
Calcium $\text{Ca}^{2+}$ (mg/L)	214
Magnésium $\text{Mg}^{2+}$ (mg/L)	460
Phosphate $\text{PO}_4^{3-}$ (mg/L)	4
Potassium $\text{K}^+$ (mg/L)	8.30
Sodium $\text{Na}^+$ (mg/L)	232

### B. Solution mère de nitrates

La solution mère de nitrates a été préparée avec 100 mg/L en faisant dissoudre 0.1630 g de nitrate de potassium ( $\text{KNO}_3$ ) dans un litre (1 L) d'eau distillée. Cette solution a été utilisée pour la préparation des solutions étalons utilisées pour le dosage de nitrates par spectrophotométrie en UV [4].

### C. Caractéristiques des adsorbants

Le charbon actif utilisé (CAG) est un produit commercial (Sigma-Aldrich) caractérisé par une densité spécifique comprise entre 250 et 550  $\text{Kg}/\text{m}^3$  et une épaisseur de couche de 0.11 mm.

La bentonite locale utilisée (BMB) provient du gisement de M'Zila de Mostaganem. Cette argile est d'une couleur grise claire de surface spécifique égale à 65  $\text{m}^2/\text{g}$ . Le cation majoritaire dans cette argile est le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), ceci lui confère un caractère calcique.

### D. Méthodes de dosage

#### Mesure du pH

On a utilisé un pH-mètre digital de laboratoire pH 212 HANNA équipé d'une électrode combinée (Bioblock Scientific).

### Dosage de nitrates

Le dosage de nitrates a été effectué par spectrophotométrie UV en utilisant le spectrophotomètre UV-Visible (JENWAY 6305 UV) [4].

Les autres paramètres physicochimiques des eaux souterraines sont déterminés par les méthodes standards d'analyse [5] ou par les méthodes décrites par les catalogues de l'appareillage utilisé.

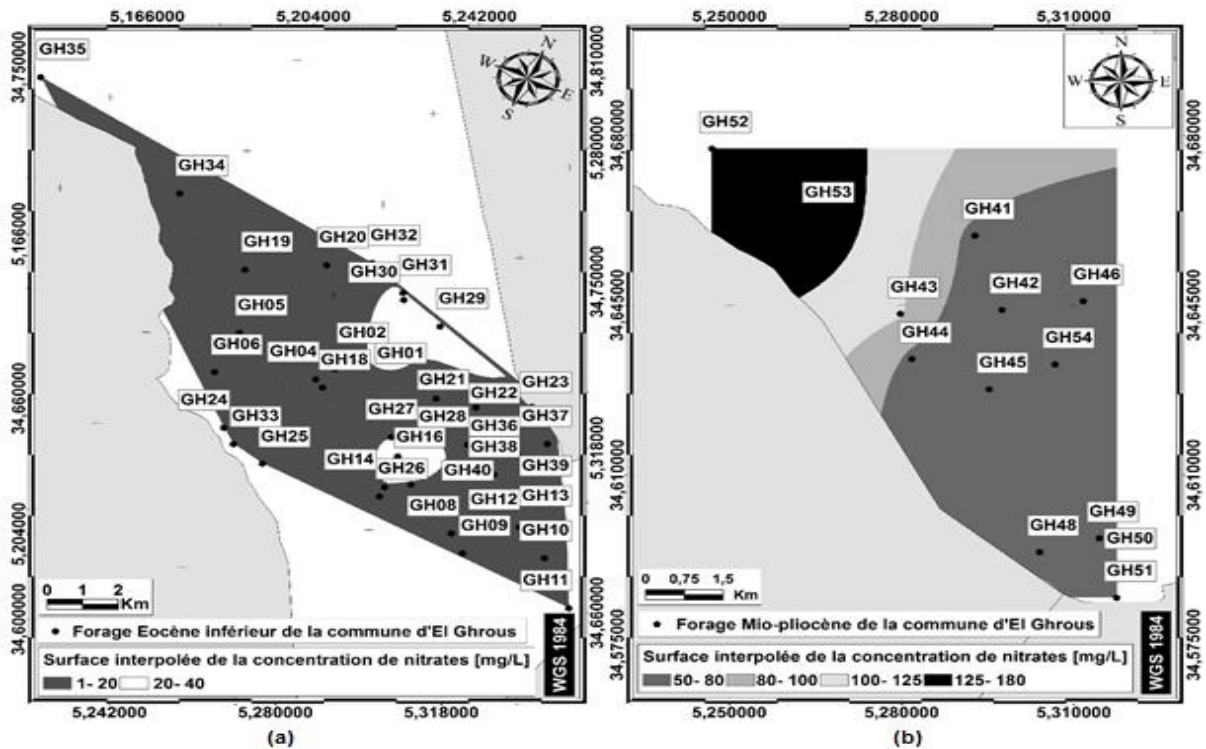
### E. Description des essais d'adsorption

Les essais d'adsorption ont été réalisés en réacteur statique. La séparation solide-liquide de prélèvement au cours des essais a été réalisée par filtration sous vide à l'aide d'une membrane de 0.45  $\mu\text{m}$  de porosité. L'effet du pH a été étudié en ajustant le pH des solutions avec HCl et NaOH de 0.1 N. Nous avons aussi étudié l'effet de la dose de l'adsorbant dans la gamme allant de 0.1 à 4 g/L.

## III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### A. Les nitrates dans les eaux souterraines de la région d'El-Ghrous

Dans la figure 1, les cartes de nitrates de la région d'El-Ghrous permettent de mettre en évidence des niveaux de contamination qui diffèrent selon les aquifères existants. La nappe de l'Éocène inférieur la plus utilisée dans la région présente des concentrations en nitrates de 0 à 38 mg/L restant inférieure à la norme de l'organisation mondiale de la santé de 50 mg/L. Par contre, la nappe du Miopliocène exploitée dans la partie Sud de la région révèle des concentrations importantes. La différence de concentration en nitrates entre les nappes est expliquée probablement par la profondeur de ces aquifères. Les eaux relativement moins profondes du Miopliocène (30 à 100 m) sont moins protégées à la pollution nitrique contrairement à celles de l'Éocène inférieur située entre 100 et 470 m qui contiennent moins de nitrates [3].



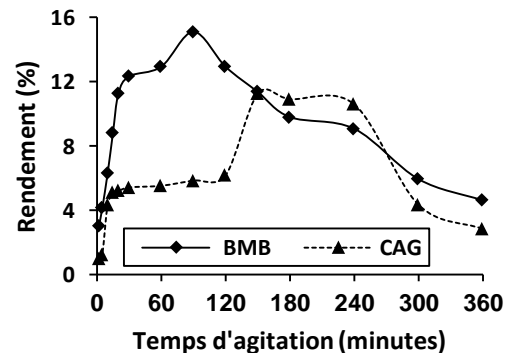
(a) : Nappe de l'Éocène inférieur et (b) : Nappe du Miopliocène  
**Fig 1.** Répartition spatiale des teneurs en nitrates dans les eaux souterraines de la région d'El-Ghrous (Biskra).

### B. Cinétique d'adsorption

Dans un milieu non tamponné, nous avons suivi les cinétiques d'élimination des nitrates de l'eau de forage F1 (125 mg/L) en fonction du temps de contact qui varie de 2 à 360 minutes. Les cinétiques d'adsorption sont réalisées dans des béchers de 1000 mL avec une dose de 1 g/L de chaque adsorbant.

Les résultats présentés sur la figure 2 montrent que les rendements d'élimination des nitrates augmentent avec l'allongement du temps d'agitation et qui atteignent des valeurs maximales au temps d'équilibre. Au-delà du temps d'équilibre on a remarqué un phénomène de désorption, caractérisé par une diminution du rendement d'élimination des nitrates due à un relargage de l'adsorbant d'une partie des ions  $\text{NO}_3^-$  retenus à sa surface.

Le temps d'équilibre peut être estimé de 150 minutes pour le charbon actif en grains (CAG) et de 90 minutes pour la bentonite brute de Mostaganem (BMB).

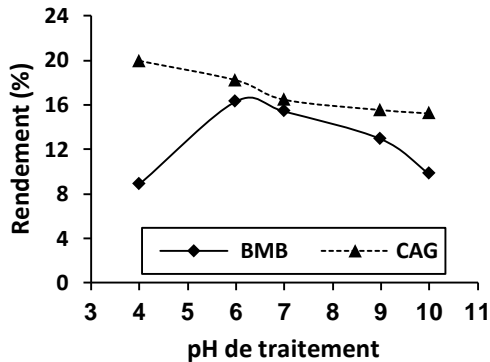


**Fig 2.** Cinétique d'adsorption des nitrates de l'eau de forage F1 sur le charbon actif en grains (CAG) et la bentonite brute de Mostaganem (BMB).

### C. Effet du pH de traitement

La figure 3 présente l'évolution des rendements d'élimination des nitrates de l'eau F1 à l'équilibre en fonction du pH de traitement (4, 6, 7, 9 et 10). Les résultats obtenus ont montré que la diminution du pH de traitement jusqu'à un pH acide favorise la fixation des nitrates sur les deux adsorbants et les meilleurs rendements sont

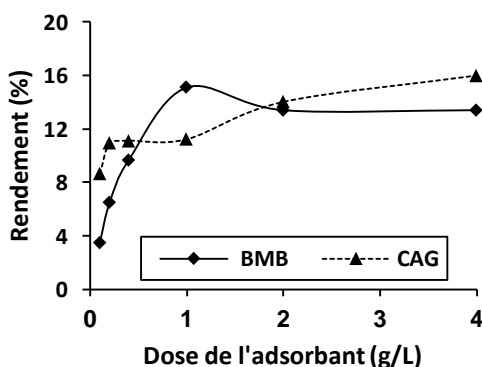
obtenus à pH 4 pour le charbon actif en grains (CAG) et à pH 6 pour la bentonite de Mostaganem brute (BMB).



**Fig 3.** Effet du pH de traitement (pH 4, 6, 7, 9, et 10) sur l'adsorption des nitrates de l'eau de forage F1 sur le charbon actif en grains (CAG) et la bentonite brute de Mostaganem (BMB).

#### D. Effet de la dose de charbon actif

D'après les résultats présentés dans la figure 4, l'élimination des nitrates augmente avec l'augmentation de la dose de charbon actif en grains (CAG) de 0.1 à 4 g/L alors que pour la bentonite locale de Mostaganem (BMB) le rendement diminue pour une dose au-delà de 1 g/L. L'augmentation du rendement mène à dire que l'augmentation de la dose de l'adsorbant permet de mettre en disposition plus de sites d'adsorption pour les ions  $\text{NO}_3^-$  [2].



**Fig 4.** Evolution du rendement d'élimination des nitrates de l'eau de forage F1 en fonction de la dose de l'adsorbant (0.1 à 4 g/L).

#### IV. CONCLUSION

La profondeur de la nappe a une influence directe sur le contenu en nitrates des eaux souterraines. Les eaux profondes sont protégées de la pollution azotée et de ce fait présentent une concentration faible en nitrates.

L'équilibre d'adsorption de nitrates varie selon l'adsorbant utilisé. Une désorption de nitrates a été observée au-delà du temps d'équilibre. L'efficacité de la dénitrification est améliorée avec l'augmentation de la dose de l'adsorbant et elle est plus efficace à pH acide de 4 à 6.

#### RÉFÉRENCES

- [1] Bliffert C., Perraud R. (1997). Chimie de l'environnement: Techniques de l'ingénieur. Paris. 3940 p.
- [2] Cho D.W., Chon C.M., Kim Y., Jeon B.H., Schwartz F.W., Lee E.S., Song H. (2011). Adsorption of nitrate and Cr (VI) by cationic polymer-modified granular activated carbon. Chemical Engineering Journal., 175, 298-305.
- [3] Drouiche A., Rezeg A., Bougherira N., Hamzaoui W., Djabri L. (2011). Mise en évidence d'une pollution des eaux par les nitrates au niveau de la nappe du Miopliocène d'El-Ghrous (Biskra), 1<sup>er</sup> séminaire international d'étude sur l'agriculture biologique et développement durable. Oran, 13-14 février 2011.
- [4] Rejsek F. (2002). Analyse des eaux: Aspects réglementaires et techniques: Collection biologie technique: Série Sciences et techniques de l'environnement. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine : Canopé - CRDP de Bordeaux, France 99-100 p.
- [5] Rodier J., Legube B., Merlet N et Coll. (2009). L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 9<sup>ème</sup> édition. Dunod Paris, 1526 p.