

Comportement des particules argileuses dans les eaux souterraines (Etude et modélisation)

Kazi tani Hychem Abdesslem⁽¹⁾, Bouanani Abderrezak⁽²⁾ and Baba-Hamed Kamila⁽³⁾

⁽¹⁾Department of Hydraulics, Faculty of Technology, University of Tlemcen, Algeria.

⁽²⁾Department of Hydraulics, Faculty of Technology, University of Tlemcen, Algeria:

⁽³⁾Department of Earth Sciences and the Universe, Faculty SNVTU, Tlemcen University, Algeria.

⁽¹⁾ kazitanih@gmail.com

⁽²⁾ a_bouananidz@yahoo.fr

⁽³⁾ kambabahamed@yahoo.fr

Résumé — Dans les milieux souterrains les particules d'argiles sont en abondance, vu leurs excès et leurs tailles elles sont facilement transportés en suspension dans les aquifères. Bien qu'elles peuvent être des vecteurs de pollution par leur adsorption avec les contaminants, et par conséquent des freins par leurs dépôts. Dans ce travail, nous présentons les résultats de l'étude expérimentale faite au laboratoire qui consiste à analyser le transport et le dépôt des particules en suspension dans un milieu poreux saturé. Nous avons utilisé des particules argileuses pour faire une solution de particules en suspension. En effet des injections brèves ont été réalisées sur une colonne au laboratoire remplie de deux types sable provenant de la région d'Adrar de granulométrie différente. Ainsi, les caractéristiques physiques du milieu poreux, perméabilité et porosité ont un rôle important dans la restitution des particules.

Mots clefs — Colonne expérimentale- particules argileuses-vitesse d'écoulement- transport- Dépôt.

I. INTRODUCTION

Le transfert des particules argileuses joue un rôle primordial dans la propagation des contaminants dans les aquifères, leurs taille favorise l'adsorption avec d'autre microorganismes et elles peuvent migrer sur de longues distances [3], aussi bien qu'elles peuvent jouer un rôle de véhicule si elles sont transportées facilement dans l'écoulement ou au contraire devenir un frein à la migration des polluants dans le cas ou leur présence colmate rapidement les pores ; quand la dimension des particules en suspension est importante [1]. Les particules en suspension sont aussi resurgit de l'érosion interne, qui est un mécanisme primordial des instabilités d'ouvrages hydrauliques en terre [2]. Vu la complexité du milieu naturel qui est purement hétérogène ; ce qui perturbe les champs des vitesses d'écoulement et des concentrations, qui rend l'analyse très difficile de mettre en œuvre, on à travailler sur une modélisation faite au niveau du laboratoire, qui est

basé principalement sur une colonne de sable saturé. Pour bien comprendre le phénomène on a travaillé sur deux types de sables de caractéristique physique différente, et

sur différent vitesses d'écoulement, à partir desquelles on a obtenu des courbes de restitutions.

II. MILIEU, MATERIAUX ET MODELE EXPERIMENTALE

A. Description du milieu poreux utilisé et des particules en suspensions :

Les sables utilisés dans notre expérimentation sont siliceux (Densité sèche constante après saturation) en provenance de la région d'Adrar (lieu-dit Bouda). L'étude granulométrique des deux sables a permis de déduire les caractéristiques physiques suivantes : Le diamètre des grains du sable 1 est compris entre 0,63 et 2.10^{-3} L, et celui du sable 2 entre 0,8 et $1,2. 10^{-3}$ L Avec des porosités respectivement, 45% et 38% et des perméabilités $1,68.10^{-2}$ et $8,38.10^{-3} L^3.T^{-1}$.

Le choix des particules en suspension a porté sur des particules de diamètre inférieur à $80\mu m$. La répartition des diamètres a été défini par sédimentométrie. La gamme de diamètres de notre suspension argileuse est polydispersive entre 76 et $1,42.10^{-6}$ L ; avec plus de 50% de l'échantillon de diamètre inférieur à $1,42.10^{-6}$ L. L'étude de la taille des particules est importante pour faire le rapport particule-grain du milieu poreux afin d'étudier le phénomène de blocage [4].

B. La colonne d'expérimentation:

Le dispositif expérimental (Figure 1) réalisé au niveau du laboratoire, à partir duquel ont été réalisés les essais de traçage:

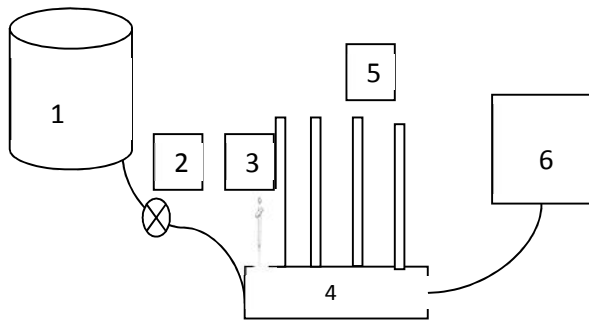


Figure1 Schéma de la colonne expérimentale

- 1 : Réservoir d'alimentation
- 2 : Vanne de réglage du débit
- 3 : Seringue d'injection de la concentration
- 4 : Colonne de sable
- 5 : Piézomètres pour mesurer la charge hydraulique
- 6 : Turbidimètre

III. RESULTATS DES ESSAIS DE TRACAGE

Les courbes de restitution (figure 2) présentent l'évolution du rapport C/C_0 (Concentration en sortie de la colonne rapportée à la concentration initiale d'injection des argiles $C/C_0=f(t)$) pour trois vitesses en fonction du temps. Ces courbes montrent que :

La surface de la courbe de restitution augmente avec la vitesse d'écoulement ; cette dernière ne favorise pas le dépôt des particules. Le taux de restitution est déterminé par la formule (1).

$$R = \frac{\int_0^{\infty} Q \cdot C(t) \cdot dt}{m} \quad (1)$$

- R : Le taux de restitution exprimé en (%) ;
- Q : Le débit d'alimentation en ($10^{-3} L^3.T^{-1}$) ;
- C : La concentration a l'instant t en ($10^{-3} M.L^{-3}$) ;
- m : La masse initiale en ($10^{-3} M$)

La restitution à travers le sable1 est légèrement plus élevée que celle à travers le sable2 ; la plus grande porosité et la perméabilité du milieu 1 permet un meilleur transfert des particules. En effet, le sable2 plus homogène favorise l'interception directe particule-grain solide. Les perturbations observées au niveau des courbes de restitution, sont probablement dues au mauvais arrangement des grains, et peut être au relargage de matières en suspension déposées ou bloquées momentanément.

L'évolution temporelle du taux de restitutions d'argile, pour trois débits d'alimentation différents donne :

$Q=11.10^{-3} L^3.T^{-1}$ montre que dès la 1ere minute 60% des suspensions argileuses. Après 2 minutes c'est 80% qui sortent. La vitesse de restitution diminue, et ce n'est qu'après plus de 5minutes que nous obtenons le maximum de restitution 98% pour le sable1 et 81% pour le sable2.

Pour $Q=5.10^{-3} L^3.T^{-1}$ la restitution est de 40% après 1 minute, le max de restitution est de 87% pour le sable1, 70 % pour le sable2.

$Q=3,5.10^{-3}.L^3.T^{-1}$ le même comportement est observé avec un taux de 30% en moyenne, dès la 1ère minute, un max de restitution allant de 78% à 63% La faible vitesse d'écoulement engendre le dépôt des suspensions dans le vide inter granulaire.

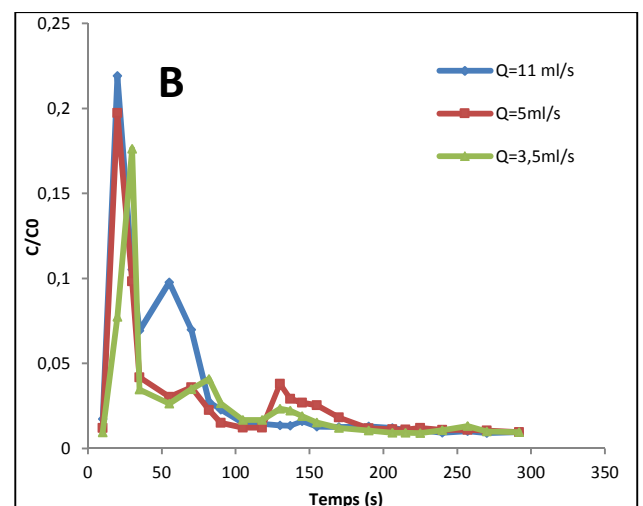
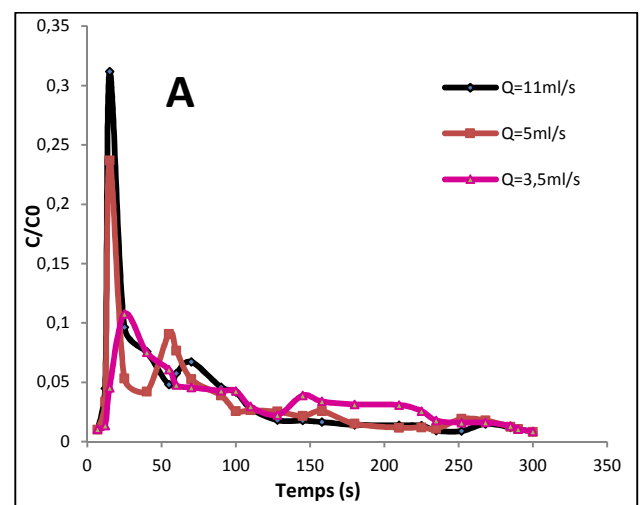


Figure 2. Essais de traçage ; injection des argiles : (A) Sable1 ; (B) Sable2

Tableau 1. Taux de restitution obtenue par la courbe des concentrations cumulées en fonction du temps

		SABLE1	SABLE2
Débit d'alimentation ($10^{-3} \text{ L}^3 \cdot \text{T}^{-1}$)	11	98,45	81,09
	5	87,69	70,34
	3,5	78,63	63,29

VI. CONCLUSION

A travers l'expérience dans une colonne au laboratoire, l'étude du transport des argiles dans un milieu poreux saturé a permis d'établir des particularités propres aux deux types de sables. Les essais sont effectués avec des vitesses qui dépassent celles présentes dans les milieux naturels, tout en restant dans le domaine de Darcy.

Cette étude a permis de montrer que les caractéristiques physiques du milieu poreux ont un rôle important dans la restitution des particules en suspension. La perméabilité, la porosité et la vitesse d'écoulement, sont des paramètres qui en premier lieu favorisent le passage et/ou le colmatage, l'agglomération (rétention) ou le relargage (dispersion). Le sable1 de perméabilité plus importante que le sable 2 a permis une restitution plus signifiante ; ce qui implique que la porosité du milieu joue un rôle important au passage des contaminants. On a pu les constater grâce aux surfaces des courbes de restitutions.

La vitesse d'écoulement est le paramètre le plus important dans cette étude, en effet le taux de restitution augmente avec la vitesse d'écoulement. Ainsi, pour des vitesses inférieures et sous l'effet de la densité les particules d'argiles sont entraînées vers le fond de la colonne réduisant ainsi le taux de restitution.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient monsieur le président de la conférence Dr. Zeddouri Aziez, et tous les membres du comité scientifique Sihe 2013. Leurs commentaires et suggestions permettent d'améliorer la qualité de ce travail.

REFERENCES

- [1] Ahfir, N.D., (2006). Etude des mécanismes de transport et de la cinétique de dépôt des particules en suspension dans un milieu poreux saturé. Ph.D., .
- [2] Monnet, A., (1998). Bou lance, érosion interne, renard. Les instabilités sous écoulement. Revue Française de géotechnique, N° 82, 3-10.
- [3] Kanti Sen, Tuchar., K.C., Khilar., (2006). Review on subsurface colloids and colloid-associated contaminant transport in saturated porous media. Advances in Colloid and Interface Science, 119, 71-96.
- [4] Sakthivadivel, R., (1969). Clogging of granular porous medium by sediment. Rep. HEL 15-7, 106 pp., Hydraulic. Eng. Lab.. Univ. of Calif., Berkeley.