

# Estimation des caractéristiques hydrodispersives de la nappe des alluvions dans le Loiret

Thomas KLINKA<sup>1</sup>, Alexis GUTIERREZ<sup>1</sup>, Nevila Jozja<sup>2</sup>, Christian Desfarges<sup>2,3</sup>, Christelle Auterives<sup>1</sup>

<sup>1</sup>BRGM, Orléans, France

<sup>2</sup>CETRAHE, Université d'Orléans, France

<sup>3</sup>ISTO, Université d'Orléans, France

[t.klinka@brgm.fr](mailto:t.klinka@brgm.fr)

## RÉSUMÉ

Un essai de pompage de longue durée (7 jours) a été couplé à un traçage en écoulement radial convergent dans la nappe alluviale du Loiret qui surmonte le très productif calcaire de Beauce. L'interprétation de l'essai de longue durée sur un ouvrage d'observation à 33 m du puits de pompage montre que le coefficient d'emmagasinement est de l'ordre de  $2.1 \times 10^{-3}$ , typique d'un transfert de pression en nappe captive. L'interprétation du traçage, dont 60 % de la masse a été restituée, via un modèle monocouche a permis de déterminer une porosité cinématique de 2.3 % ainsi qu'une dispersivité de 0.38 m (1/86 de la distance de transport), pour une vitesse maximale de 22 m/j et une vitesse moyenne de 11 m/j. Ces résultats suggèrent que le transfert de matière s'est fait en nappe libre contrairement au transfert de pression en nappe captive. Des questions persistent sur le puits de pompage, il semblerait que celui-ci capture simultanément les alluvions (nappe libre) et des calcaires de Beauce (nappe captive).

## CONTEXTE

Dans le cadre d'un projet de recherche visant à mieux caractériser les relations d'échange entre eaux souterraines et eaux de surface, des investigations hydrogéologiques - pompages d'essai et traçage - ont été menées afin de développer les connaissances sur le Loiret et la nappe des alluvions à l'affleurement ou des calcaires de Beauce sur la commune de Saint-Hilaire-Saint-Mesmin (45).

Le Loiret est une courte rivière (10km) qui se jette dans la Loire en aval d'Orléans. Son écoulement provient essentiellement d'une résurgence en plusieurs sources de pertes partielles de la Loire en amont de cette ville, dans un réseau karstique développé sur les 20 premiers mètres du calcaire de Beauce (Binet et al., 2010 ; Jourde et al., 2018). Le calcaire est recouvert dans le Val d'Orléans par 5 à 10 m d'alluvions en connexion hydraulique. Le Loiret y impose ses fluctuations, provenant essentiellement des variations de flux dans les pertes de Loire.

## Méthode

Le traçage a été réalisé entre deux forages dans les alluvions, 4 jours après la mise en place d'un pompage d'essai de longue durée au débit de 7m<sup>3</sup>/h, c'est-à-dire en conditions d'écoulement radial convergent stabilisée. 18 g de Naphtionate ont été injectés de manière brève (Dirac) dans un second ouvrage de même profondeur et distant de 33 m.

## Matériels et mesures

Un fluorimètre (GGUN-FL 30) a été installé dans le puits de pompage avec un pas d'acquisition de 5 minutes. Des prélèvements automatiques pour analyse spectrofluorimétrique n'ont pas été possible en raison de la profondeur trop importante du niveau d'eau. En l'absence de ces prélèvements et analyse, l'estimation du bruit de fond est rendue plus difficile. Les 18 g de traceur sont dilués dans une solution de 1.5 L puis injectés via un tube rigide dans le puits et une chasse de 20 L a été appliquée.

## Résultats

La première apparition du traceur a lieu 1.7 jours après l'injection et atteint la concentration maximale de 52 µg/L vers 2.8 jours, la fin du suivi a lieu vers 4.2 jours avant la fin complète de la restitution, du fait de l'interruption inopinée du pompage.

La masse restituée jusqu'à l'arrêt du pompage est de 10.84 g (sur 18 g injecté) ce qui correspond à une restitution d'environ 60.2 % (sachant que le traçage a dû être stoppé avant la fin de la restitution).

## Interprétation

Les données corrigées du bruit de fond ont été interprétées avec le logiciel TRAC (Gutierrez et al., 2011) disponible sur <http://trac.brgm.fr>. L'interprétation a été réalisée selon une solution semi-analytique correspondant au modèle d'écoulement radial convergent. On a pu déterminer la porosité cinématique, de l'ordre de 2.3 % ainsi que la dispersivité de l'ordre de 0.38 m (soit 1/86 de la distance de transport). La vitesse maximale est de 22 m/j et la vitesse moyenne de 11 m/j dans ces conditions de gradients forcés.

L'interprétation du pompage est délicate. L'influence d'une limite alimentée n'est pas nette en dépit d'une distance au cours d'eau inférieure à 100 m. La transmissivité obtenue est de  $1.6 \times 10^{-3}$  (point d'observation) et  $1.2 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s (puits de pompage). Le coefficient d'emmagasinement estimé au point d'observation est de  $2.1 \times 10^{-3}$ , en désaccord avec l'idée d'une nappe libre dans les alluvions et dix fois inférieure à la porosité cinématique.

## CONCLUSION

Les interrogations soulevées par les interprétations du traçage et du pompage suggèrent un mode d'écoulement plus complexe qu'un écoulement radial dans une nappe alluviale libre. Le pompage pourrait solliciter non seulement les alluvions mais aussi les calcaires karstiques sous-jacents, ce qui expliquerait un transfert de pression rapide lors de l'essai de longue durée (coefficient d'emmagasinement de  $2.1 \times 10^{-3}$ ) et un transfert de matière dans la partie libre de l'aquifère (porosité cinématique de 2.3 %).

## Mots-clés :

*test de traçage, logiciel trac, pompage d'essai, écoulement radial convergent, propriétés hydrodynamiques, propriétés hydrodispersives, alluvion, courbe de restitution, Naphtionate, modélisation analytique, vitesse réelle, Loiret*

## REFERENCES

- [1] Binet S., Joodi A., Joigneaux E., Alberic P., A. Gutierrez (2010) Localisation of a reactive transport zone in a saturated karstic conduit deduced from natural and artificial tracer tests. *Advances in Research in Karst Media*, B. Andreo et al. (Ed.) 123-129 DOI : 10.1007/978-3-642-12486-0\_19
- [2] Gutierrez A., Klinka T., Thiery D., Buscarlet E., Binet S., Jozja N., Defarge C., Leclerc B., Fecamp C., Ahumada Y., Elsass J. (2013). TRAC, a collaborative computer tool for tracer-test interpretation. *European Physical Journal (EPJ Web of Conferences 50, 03002)* DOI: 10.1051/epjconf/20135003002.
- [3] Jourde, H., Massei N., Mazzilli N., Binet S., Batiot-Guilhe C., Labat D., Steinmann M., Bailly-Comte V., Seidel J.L., Arfib B., Charlier J.B., Guinot V., Jardani A., Fournier M., Aliouache M., Babic M., Bertrand C., Brunet P., Boyer J.F., Bricquet J.P., Camboulive T., Carrière S.D., Celle-Jeanton H., Chalikakis K., Chen N., Cholet C., Clauzon V., Dal Soglio L., Danquigny C., Défargue C., Denimal S., Emblanch C., Hernandez F., Gillon M., Gutierrez A., Hidalgo Sanchez L., Hery M., Houillon N., Johannet A., Jouves J., Jozja N., B. Ladouche, Leonardi V., Lorette G., C. Loup, P. Marchand, V. de Montety, R. Muller, C. Ollivier, V. Sivelse, R. Lastennet, N. Lecoq, J.C. Maréchal, L. Perotin, J. Perrin, M.A. Petre, N. Peyraube, S. Pistre, V. Plagnes, A. Probst, J.L. Probst, R. Simler, V. Stefani, D. Valdes-Lao, S. Viseur, and X.Wang ; (2018). SNO KARST: A French network of observatories for the multidisciplinary study of critical zone processes in karst watersheds and aquifers. *Vadose Zone J.* 17:180094. doi:10.2136/vzj2018.04.0094