

## Autres méthodes, autres modèles

### Autres méthodes

D'autres approches de caractérisation des échanges nappe/rivière n'ont pas été mobilisées dans le cadre du projet Naprom sur lequel s'appuie le guide. Elles sont en cours de développement ou ont déjà fait l'objet d'application opérationnelle.

Voici quelques exemples (voir Flipo *et al.* 2013 et Vernoux *et al.* 2010 pour plus de détails) :

- ✓ les mesures thermiques à l'aide de fibres optiques disposées au fond du lit du cours d'eau (Mamer & Lowry, 2013) ;
- ✓ la télédétection satellitaire pour caractériser les structures thermiques longitudinales et temporelles d'un grand continuum fluvial (Wawrzyniak, 2012) ;
- ✓ les jaugeages différentiels pour déterminer l'évolution amont-aval du débit du cours d'eau (De La Vaissière, 2006) ;
- ✓ les traçages pour détecter les chemins de l'eau dans le sous-sol (Petelet-Giraud *et al.* 2007 ; De La Vaissière, 2006) ;
- ✓ la reconnaissance physique de terrain du niveau de colmatage des berges et du lit (par ex. carottage, sondage à la pelle mécanique...) ;
- ✓ des méthodes géophysiques (par ex. radar ou résistivité électrique pour détecter la position des couches géologiques, voire la position de la nappe phréatique) ;
- ✓ méthodes développées pour les relations karst/rivière (Ré-Bahuaud *et al.* 2015). Certains outils présentés dans ce guide peuvent être utilisés pour étudier les relations karst/rivière, par exemple, la géochimie (ions majeurs et isotopes), l'écologie souterraine, l'imagerie infrarouge thermique. D'autres outils peuvent aussi être mobilisés, par exemple, les jaugeages différentiels, les traçages artificiels, la géologie (stratigraphie, tectonique, spéléologie) ;
- ✓ ...

### Autres modèles

Le deuxième outil présenté dans ce guide s'appuie sur la modélisation hydrogéologique et hydrologique. Il existe beaucoup d'autres types de modèles simulant les écoulements d'eau dans un bassin versant que ceux utilisés pour illustrer ce guide.

Sans chercher à faire une liste exhaustive d'approches, on peut citer :

- ✓ d'autres méthodes de résolutions des équations dont la méthode des éléments finis (Lalot, 2014), ou la méthode des éléments analytiques (Gaur, 2009) ;
- ✓ d'autres conceptualisations des écoulements dans le bassin versant (modèles globaux comme Gardenia BRGM) ;
- ✓ modèles statistiques ou semi-physiques, par analyse du signal (Lalot, 2014) ou réseaux de neurones (Johannet *et al.* 2012) ;
- ✓ ...

## Références et liens pour en savoir plus

De La Vaissière R. (2006). *Étude de l'aquifère néogène du Bas-Dauphiné. Apports de la géochimie et des isotopes dans le fonctionnement hydrogéologique du bassin de Valence (Drôme, Sud-Est de la France)*. Thèse de doctorat en Sciences de la Terre. Université d'Avignon et des pays de Vaucluse.

Fliipo N., Saleh F., Mouhri A. (2013) *État de l'Art sur la Modélisation des échanges nappe/rivière*. Rapport annuel d'activité. PIREN Seine.  
[http://www.sisyphes.upmc.fr/piren/?q=webfm\\_send/1096](http://www.sisyphes.upmc.fr/piren/?q=webfm_send/1096)

Gaur S. (2009) *Groundwater Simulation-Optimization Modeling using Analytic Element. Method and PSO*. Thèse de doctorat, Indian institute of technology, Delhi.

Johannet A., Taver V., Kong A., Siou L. (2012) *Les réseaux de neurones artificiels pour la modélisation hydrodynamique des aquifères karstiques*. Karstologia n°60, p. 45-59.

Lalot E. (2014) *Analyse des signaux piézométriques et modélisation pour l'évaluation quantitative des échanges hydrauliques entre aquifères alluviaux et rivières – Application au Rhône*. Thèse de Doctorat. ENSM-SE.

Mamer E.A., Lowry C.S. (2013) *Locating and quantifying spatially distributed groundwater/surface water interactions using temperature signals with paired fiber-optic cables*, Water Resour. Res., 49, 7670–7680, doi:10.1002/2013WR014235.

Petelet-Giraud E., Brenot A., Arnaud L., Branellec M., Braibant G. (2007) *Étude des relations nappe-rivière en Haute-Normandie, bassin de l'Austreberthe. Approche couplée par modélisation hydrologique et géochimie isotopique*. Rapport final. Rapport RGM/RP-55983-FR, 56 p.

Ré-Bahuaud J., Graillot D., Paran F., Chapuis H., Marmonier P, Creuzé des Châtelliers M., Olivier M.J., Jacquy M., Lawniczak M., Novel M., Jolivet J., Johannet A., Savary M., Salze D., Vayssade B. (2015) *Caractérisation des échanges entre eaux superficielles (rivière) et eaux souterraines en domaine karstique. Exemple d'un affluent du Rhône, la Cèze (30). Rapport provisoire année 2 (2015)*. Zabr, AE-RMC, UMR 5600 EVS, UMR 5023 Lehna, UMR 7300 Espace, EMA LGEI.

Vernoux J.F., Lions J., Petelet-Giraud E., Seguin J.J., Stollsteiner P., Lalot E. (2010) *Contribution à la caractérisation des relations entre eau souterraine, eau de surface et écosystèmes terrestres associés en lien avec la DCE*, rapport BRGM/RP-5 704 4-FR, 207 p.

Wawrzyniak V. (2012) *Etude multi-échelle de la température de surface des cours d'eau par imagerie infrarouge thermique : exemples dans le bassin du Rhône*. Thèse de doctorat de Géographie et d'Aménagement, Université Lyon 3.