



## **Modélisation du transfert des nitrates couplée avec une analyse socio-économique afin de donner les outils pour la gestion des eaux souterraines. Application à la nappe alluviale de la plaine de l'Ain**

**Gourcy L., Hérivaux C., Buscarlet E., Surdyk N., Thiéry D.**

BRGM

### **Objectifs**

Le principal objectif fixé par la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) est que les masses d'eau présentent, d'ici 2015, un bon état quantitatif et qualitatif. Les Etats Membres doivent donc mettre en place un programme d'actions afin d'atteindre ce bon état. Aux difficultés de mise en œuvre de programmes d'actions permettant de retrouver une qualité des eaux convenable se surimpose le problème de l'inertie des hydrosystèmes comprenant une composante « eaux souterraines » significative. L'objectif général de l'étude cofinancée par le BRGM et l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée & Corse est de développer et appliquer une méthodologie intégrée visant à évaluer l'efficacité environnementale des différentes mesures envisagées dans les programmes d'action DCE de lutte contre les pollutions diffuses d'origine agricole concernant les aquifères alluviaux/fluvio-glaciaires. La méthodologie proposée repose sur le couplage de deux approches i) une approche basée sur la caractérisation hydrogéochimique des eaux et la modélisation du transfert des nitrates dans la nappe et ii) une approche économique visant à construire des scénarios tendanciels de l'agriculture de la plaine de l'Ain, à sélectionner des programmes de mesures coûts-efficace de lutte contre la pollution diffuse par les nitrates et à évaluer leur acceptabilité

**Key words:** eaux souterraines, nitrates, Ain

### **Méthodologie**

Pour la compréhension du système hydrogéologique et la modélisation du transfert des nitrates deux campagnes de prélèvements d'eau ont été réalisées en juillet 2008 et juillet 2009. Lors de la première campagne, 69 échantillons d'eau souterraines ont été collectés sur l'ensemble des 260 km<sup>2</sup> étudiés. Une analyse chimique et la datation des eaux par CFC/SF<sub>6</sub> ont été réalisées sur 40 points en 2008 et 20 points en 2009.

Le modèle BICHE de transfert des nitrates des sols vers la nappe au travers la zone non saturée a été intégré dans le modèle MARTHE simulant le transport des éléments dissous en zone saturée. Pour le modèle BICHE des données actuelles et historiques relatives aux intrants de produits azotés, types et extension des cultures et pratiques agricoles ont également été collectées. Sur la plaine de l'Ain on dispose d'une vingtaine de chroniques des concentrations de nitrates dans les eaux souterraines de bonne qualité permettant de calibrer les modèles de transfert des nitrates.

La démarche méthodologique du volet économique est structurée en trois principales étapes : la première consiste à construire des scénarios tendanciels d'évolution de l'agriculture de la plaine de l'Ain de manière à simuler l'évolution tendancielle de la qualité de la nappe ; la seconde étape consiste à identifier et analyser les coûts et l'efficacité de mesures de réduction de la pollution exercée par les nitrates ; enfin la dernière étape consiste à sélectionner et évaluer l'acceptabilité de programmes de mesures les plus coûts-efficaces pour atteindre le bon état.

### **Résultats**

La variabilité spatiale des concentrations en nitrates est hétérogène et la modélisation prend

en compte 9 secteurs considérés comme homogènes. La simulation est menée de 1975 à 2009, échelle de temps qui permet un équilibrage des concentrations en nitrates dans les différents réservoirs du modèle simulant les transferts à travers le sol. Le modèle reproduit bien les tendances de la distribution observée en 1999 et 2008 en nitrates : alors que la moitié nord de la plaine est peu concentrée en nitrates ( $< 20 \text{ mg.l}^{-1}$ ), la concentration dans la moitié sud est plus élevée.

Dans un deuxième temps, l'outil couplé obtenu, dont on a pu juger les capacités et les faiblesses à représenter les concentrations observées dans la nappe, est utilisé pour simuler l'évolution future de la qualité de la nappe en fonction de plusieurs scénarios tendanciels. Ces scénarios sont menés jusqu'en 2030.

Deux évolutions tendanciennes de l'agriculture assez contrastées ont été construites, de manière à englober une grande partie des futurs possibles de l'agriculture de la plaine de l'Ain. La construction de ces scénarios contrastés s'est basée sur une revue de bibliographie, la collecte et l'analyse de données statistiques et la mobilisation d'experts locaux. Les propositions d'évolution des pratiques agricoles sont intégrées au modèle de transfert des nitrates afin de permettre l'estimation des concentrations en contaminants à l'horizon 2015, 2021 et 2027. Un exemple de résultat obtenu pour le scénario « Haute performance environnementale » à l'horizon 2021 est représenté en figure 1.

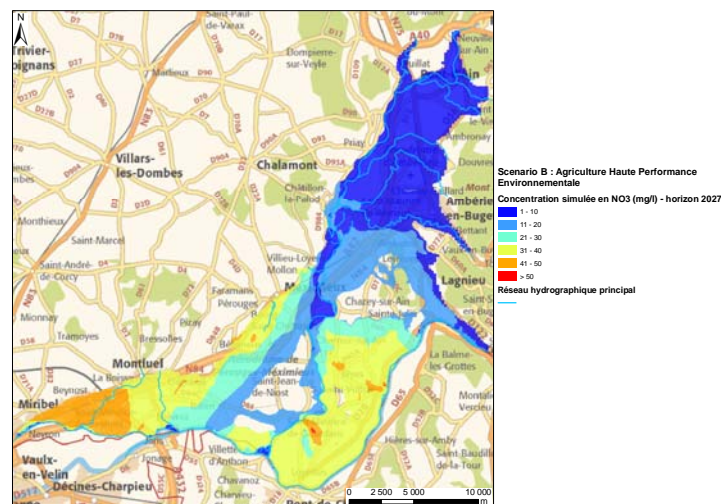


Figure 1 : Résultat graphique de la simulation d'un scénario

### Conclusion

Une étude hydrogéologique complète, intégrant les paramètres dynamiques et qualitatifs de l'état de la masse d'eau a permis de construire un modèle de transfert des nitrates des sols vers la nappe tenant compte d'une certaine variabilité spatiale des pratiques agricoles et des caractéristiques hydrogéologiques. Le modèle, une fois calibré, peut être utilisé pour simuler divers scénarios d'évolution de la qualité de la ressource. La préparation des scénarios d'évolution nécessite une étude socio-économique qui a été réalisée en concertant les acteurs locaux.

Les simulations permettent d'évaluer les efforts à fournir en termes de réduction de pressions polluantes pour atteindre les objectifs réglementaires. L'étape suivante consistera à identifier les mesures pouvant permettre de réduire les pressions polluantes exercées par les nitrates. Enfin, une évaluation économique des mesures permettra de sélectionner les combinaisons de mesures les plus coût-efficaces pour atteindre le bon état.