

Tendance d'évolution des concentrations en nitrates dans les eaux souterraines à l'échelle du bassin Loire-Bretagne



CONTEXTE

Le principal objectif fixé par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (2000/60/CE) est que les masses d'eau présentent d'ici 2015 un bon état quantitatif et chimique. Cette Directive impose ainsi aux États Membres non seulement de caractériser le niveau de la contamination des eaux souterraines mais aussi d'étudier les tendances d'évolution des concentrations des polluants. L'état des lieux, réalisé en 2004 sur le bassin Loire-Bretagne, a montré que 53 % des masses d'eau sont en risque de non atteinte du bon état pour le paramètre nitrates.

À l'échelle du bassin Loire-Bretagne, les contextes hydrogéologiques sont variés allant des aquifères sédimentaires aux aquifères de socle, avec une minorité d'aquifères volcaniques. Les temps et les types de réponse attendus à une modification des pratiques culturales par exemple y sont donc très probablement variés en fonction du type d'aquifère, de sa taille, du taux de renouvellement des eaux.

OBJECTIFS

L'étude réalisée conjointement par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et le BRGM (Baran et al., 2009) vise à obtenir des informations sur l'âge de l'eau souterraine et sur l'évolution passée de la contamination des aquifères vis-à-vis des nitrates. Ces éléments sont des informations aidant à la compréhension de l'état actuel de contamination et devraient permettre de donner des indications quant aux évolutions probables de la qualité de l'eau. L'échelle de travail est celle du bassin Loire-Bretagne.

Le projet a été financé par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et le BRGM sur fonds propres dans le cadre de ses activités de recherche et développement.

MÉTHODE ET RÉSULTATS

La méthodologie proposée afin d'établir une typologie des aquifères en fonction de critères hydrogéologiques et de leur comportement vis-à-vis des pressions anthropiques s'articule de la manière suivante :

- Datation des eaux souterraines lors d'une vaste campagne de mesures réalisée en avril 2007 (175 prélèvements) ;**
- Sectorisation du bassin Loire-Bretagne sur la base de données piézométriques (414 points), géologiques et de pressions agricoles ;**
- Par secteur ainsi défini, étude de l'évolution de la contamination en nitrates par valorisation des données historiques (bases de données ADES, ONQES) par des approches statistiques robustes :**
 - comparaison de deux états de contamination pour apprécier une évolution après une décennie (boîtes à moustache et test statistique de Wilcoxon) ;
 - évaluation de tendance point par point par période de 10 ans depuis 1970 jusqu'à 2007 puis sur la somme de ces périodes (test statistique de Mann-Kendall) ;
 - agrégation et évaluation par zone homogène d'une tendance régionale pour la période 1975-2007 et pour les sous-périodes 1975-1993 et 1995-2007 (test de Kendall régional) ;
- Comparaison des données de datation et de concentrations en nitrates par zone.**

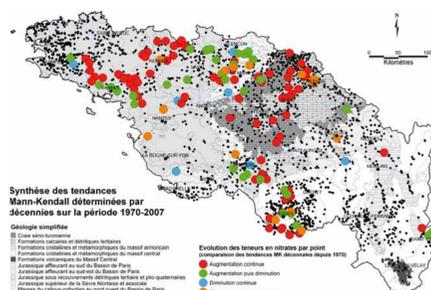


Figure 1 - Synthèse des tendances Mann-Kendall déterminées par décennie sur la période 1970-2007

Les eaux des régions de socle (Massif Armoricaïn et Massif Central) sont relativement jeunes mais montrent une recharge moyenne majoritairement de 10 à 20 ans.

Après croisement de 3 informations (géologie simplifiée, pression agricole et comportement piézométrique caractérisé grâce à un variogramme temporel de la cote piézométrique), un important travail de simplification et de regroupement de polygones a été réalisé. Cet exercice permet d'obtenir une sectorisation du bassin Loire-Bretagne comprenant 90 zones constituant ensuite l'unité cartographique de base retenue pour l'étude des tendances.

La méthode de Mann-Kendall qui permet d'estimer une tendance monotonique par série de donnée c'est-à-dire par point d'eau (cf. figure 1 ↑). Dans les années 1990, une transition semble avoir eu lieu avec une proportion plus importante de tendances à la hausse pendant la période 1980-1990 et une proportion plus élevée de tendances à la baisse pendant la période 2000-2007.

En complément, l'utilisation du test Kendall régional permet de déterminer la pente d'une

tendance générale d'évolution des concentrations en nitrates (en mg/L/an) sur une zone homogène en créant un réseau de points de mesures qui constitue un qualimètre régional virtuel (cf. figure 2 ↓). L'étude met en évidence un changement important des évolutions de tendance entre les périodes 1975-1993 (hausse) et les 1995-2007 (baisse).

Enfin, l'interprétation des données de datation en prenant en compte la sectorisation proposée, a permis de mettre en évidence l'existence de relation entre l'âge de l'eau et les concentrations en nitrate dans certaines zones alors que ce type de relation peut ne pas être perçu dans d'autres zones.

SUITES ENVISAGÉES

Les informations obtenues permettent de raisonner en terme de gestion des ressources en eau et sur les actions correctives à mettre en place. Les approches statistiques sont tout à fait prometteuses et permettent de discriminer des secteurs ayant des réponses différentes vis-à-vis de la contamination par les nitrates.

Ce travail est actuellement utilisé par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne pour la révision de l'état des lieux 2013 des masses d'eau souterraines (cf. figure 3 ↓). Il permettra également d'optimiser ses réseaux de contrôle de surveillance (RCS) et de contrôle opérationnel (RCO) sur les eaux souterraines.

Figure 2 - Estimation des tendances d'évolution des concentrations en nitrates par zone sur les périodes 1975-1993 et 1995-2007 suivant le test Kendall régional

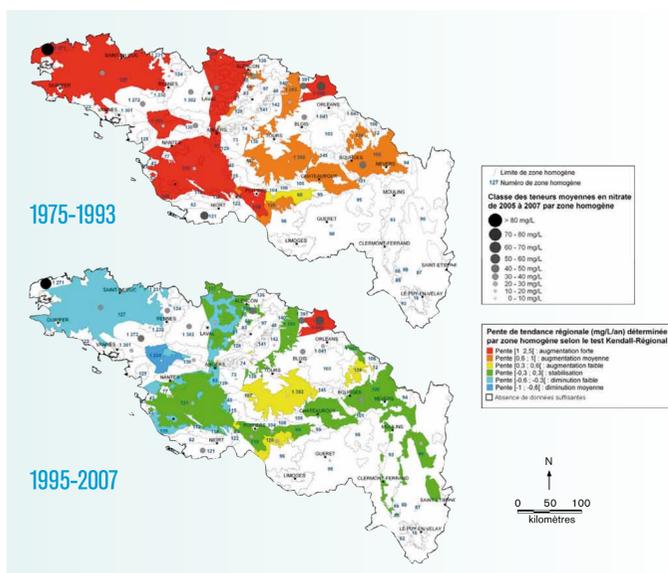
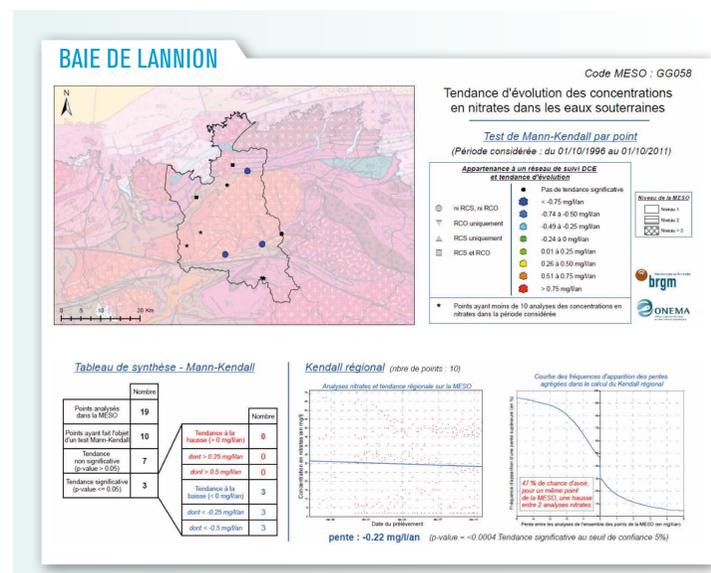


Figure 3 - Exemple de fiche tendance nitrates sur la masse d'eau souterraine n°4058 Baie de Lannion



BIBLIOGRAPHIE

BARAN N., GOURCY L., LOPEZ B., BOURGINE B., MARDHEL V. (2009) - Transfert des nitrates vers les eaux souterraines à l'échelle du bassin Loire-Bretagne - Phase 1 : temps de transfert, tendances et typologie des aquifères. Rapport BRGM/RP-56884-FR. 105 p.

BARAN N., GOURCY L., BOURGINE B., GUTIERREZ A., MARDHEL V., RATHEAU D. (2009) - Gestion des eaux souterraines : prendre en compte les temps de transfert des solutés et les tendances d'évolution. Exemple des nitrates dans le bassin Loire-Bretagne. Revue Géologique n°162 de la SGF.

BOURGINE B., LOPEZ B., BARAN N. (2012) - Characterization of nitrate long term trends at regional scale using statistical and geostatistical tools. 9th International Geostatistics Congress : Geostats 2012, Norway

CONTACTS

N. Baran¹, L. Gourcy², B. Lopez², B. Bourguin³, V. Mardhel⁴, A. Gutierrez², et N. Surdyk⁵, avec la collaboration de J-P. Jégou⁵, F. Koch⁵ et B. Mougin⁵

(1) Direction des Laboratoires, Chimie environnementale, BRGM, Centre scientifique et technique, 3, avenue Claude Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans, France. Corresponding author: n.baran@brgm.fr

(2) Direction Eau Environnement et Ecotechnologies, Évaluation et valorisation des connaissances sur l'eau, Gestion de la ressource en eau, BRGM, Centre scientifique et technique, 3, avenue Claude Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans, France.

(3) Direction des Géosources, Géologie et cartographie des ressources des socles, BRGM, Centre scientifique et technique, 3, avenue Claude Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans, France.

(4) Direction des Systèmes d'Information, Division information scientifique et technologies numériques, BRGM, Centre scientifique et technique, 3, avenue Claude Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans, France.

(5) Direction des Actions Territoriales, BRGM, Direction régionale Bretagne, 2 rue de Jouanet, 35700 Rennes, France.