

Impact des changements climatiques sur la principale réserve en eau souterraine alimentant la ville de Liège (Belgique)

P.GODERNIAUX^{1,2}, P.ORBAN¹, J-M. COMPERE³, A. DASSARGUES¹

MOTS-CLÉS

Impact des changements climatiques, Eaux souterraines, Réserves, Modélisation intégrée, Incertitude

INTRODUCTION

L'agglomération liégeoise est alimentée en eau potable par la Compagnie Intercommunale Liégeoise des Eaux (CILE), constituée par un syndicat de 24 municipalités. Deuxième opérateur en Wallonie, le chiffre d'affaire de la CILE s'élève à 112 millions d'euros. Elle produit et distribue environ 25 millions de mètres cubes d'eau potable par an aux 600.000 habitants de l'agglomération, via 250.000 raccordements, un peu plus de 3.500 kilomètres de conduites, 320 ouvrages et 5 captages importants. Environ 80 % de son approvisionnement provient des nappes d'eau souterraine.

Sa principale ressource vient de la nappe aquifère de Hesbaye correspondant au bassin du Geer (affluent de la Meuse), où 30 millions de mètres cube d'eau sont extraits chaque année. Elle y exploite un réseau d'environ 45 km de galeries drainant la nappe aquifère entre 30 et 60 mètres de profondeur. La zone d'alimentation s'étend sur 20 à 25 mille hectares, essentiellement des terres agricoles. S'inspirant du principe des arènes minières, galeries creusées à la base du versant de la Meuse liégeoise pour baisser le niveau de la nappe aquifère, elles fonctionnent essentiellement par gravité, l'eau étant acheminée par les galeries elles-mêmes, jusqu'aux réservoirs en tête des réseaux de la ville.

CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

L'aquifère de Hesbaye est constitué de formations géologiques crayeuses datant du Crétacé. L'eau souterraine y est contenue dans les pores et les fractures de la roche. Ces formations crayeuses reposent sur une couche d'argile très peu perméable. Au-dessus des formations crayeuses, une couche de limon d'épaisseur variable est le plus souvent partiellement saturée, assurant un délai important entre les pics de précipitations hivernales et l'infiltration efficace dans l'aquifère.

MODÉLISATION DE L'AQUIFÈRE

Un modèle hydrologique intégré, spatialement distribué et physiquement basé a été construit permettant de simuler le comportement des eaux sur l'ensemble du bassin. L'approche intégrée est innovante et indispensable pour simuler de façon pertinente les échanges entre les eaux souterraines et les eaux de surface dans le cadre d'une étude prospective sur les impacts des changements climatiques. La technique numérique de résolution est basée sur les éléments finis. Après l'introduction de toutes les propriétés et caractéristiques connues du système hydrologique, le modèle est calibré et validé sur les données mesurées (historiques) des hauteurs d'eau de la nappe et des débits à l'exutoire du bassin sur une période de l'ordre de 30 ans.

SCÉNARIOS DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les simulations de prédictions ont été effectuées pour 6 types de scénarios climatiques. Ces scénarios sont issus d'un 'downscaling' à l'échelle du bassin de scénarios plus globaux de l'IPCC. Ce 'downscaling' statistique, a été mis au point avec l'aide du 'Water Resource Systems Research Laboratory' de l'Université de Newcastle, très en pointe au niveau mondial dans ce domaine. De manière générale, ces scénarios prévoient tous, mais à des degrés divers, une hausse des températures moyennes et une baisse des précipitations moyennes annuelles, mais avec une hausse des précipitations en hiver et une baisse plus nette en été. La simulation de plusieurs scénarios

¹ Hydrogéologie & Géologie de l'Environnement, Université de Liège, Belgique

² maintenant, Géologie Fondamentale et Appliquée, Université de Mons, Belgique

³ Département de la Gestion et de la Protection des Ressources en Eau, Compagnie Intercommunale Liégeoise des Eaux (CILE), Liège, Belgique

différents permet de se rendre compte de l'incertitude liée à ceux-ci. Dans cette étude, aucun scénario de changement d'occupation du sol et/ou de production d'eau n'est envisagé. Seul le changement de climat sensu-stricto est pris en compte.

RÉSULTATS

Une baisse significative et généralisée des hauteurs d'eau et des débits à l'exutoire du bassin est simulée pour tous les scénarios pour la période correspondant à la fin du 21^{ème} siècle (Fig. 1). Ce qui signifie que la réserve en eau souterraine disponible pour les pompages et captages de la ville de Liège sera moins importante. Cette tendance n'est pas forcément extrapolable, sans calculs similaires, sur d'autres bassins. En effet ces résultats sont très dépendants du calcul de la recharge de l'aquifère, elle-même dépendante d'une série de facteurs non seulement liés aux variables climatiques mais également aux caractéristiques spécifiques de chaque bassin.

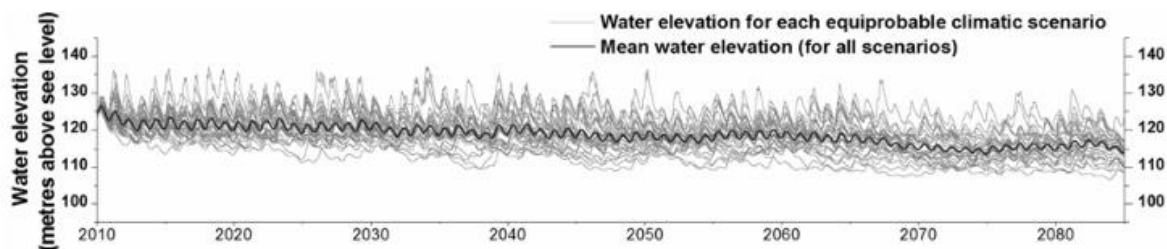


Figure 1 : Evolution piézométrique simulée (jusqu'en 2085) en un point de référence pour des scénarios climatiques équiprobables basés sur le scénario climatique ARPEGE_H (2010-2085).

D'autre part, des étés plus secs et chauds entraîneraient des changements de consommation et surtout l'intensification de l'irrigation (qui jusqu'ici est assez négligeable sur ce bassin). La baisse des niveaux d'eau et des réserves en eau souterraine ne serait que plus importante.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La méthodologie adoptée permet d'envisager son application à d'autres bassins et elle présente l'avantage de permettre, par un calcul probabiliste, l'étude approfondie des différentes sources d'incertitude liées à l'élaboration des scénarios et à la calibration du modèle. Ceci est le point de départ pour tout calcul de risque. Pour être encore plus réalistes, ces calculs prospectifs devraient intégrer également les scénarios de changement d'occupation du sol, d'irrigation et/ou de production d'eau.

RÉFÉRENCES

- Brouyère, S., Carabin, G. and Dassargues, A., 2004, Climate change impacts on groundwater reserves: modelled deficits in a chalky aquifer, Geer basin, Belgium, *Hydrogeology Journal*, DOI 10.1007/s10040-003-0293-1, 12(2), pp.123-134.
- Dassargues A., Radu J.P., Charlier R., 1988, Finite elements modelling of a large water table aquifer in transient conditions, *Advances in Water Resources*, Volume 11, n° 2, pp. 58-66.
- Dassargues A., Monjoie A., Lambert J. M. et Pierlot A., 1991, Etude régionale par éléments finis d'une nappe libre située dans les craies du Crétacé en Belgique, *Revue des Sciences de l'Eau*, 4, pp. 39-63, Paris.
- Dassargues A., Monjoie A., 1993, dans "Hydrogeology of the Chalk of North-west Europe" chapter 8 : "Chalk as an aquifer in Belgium" pp. 153-169, Oxford University Press.
- Goderniaux, P., Brouyère, S., Fowler, H.J., Blenkinsop, S., Therrien, R. Orban, Ph. and Dassargues, A., 2009, Large scale surface – subsurface hydrological model to assess climate change impacts on groundwater reserves, *Journal of Hydrology*, 373, pp.122-138, doi:10.1016/j.jhydrol.2009.04.017
- Goderniaux, P., Brouyère, S., Blenkinsop, S., Burton, A., Fowler, H.J., Orban, P. and Dassargues, A., 2011, Modelling climate change impacts on groundwater resources using transient stochastic climatic scenarios, *Water Resources Research*, 47(12), W12516, 17pp, doi: 10.1029/2010WR010082.
- Goderniaux P., Wildemeersch S., Dassargues A., 2014, Integrated modelling and uncertainty analysis for assessment of climate change effects on groundwater resource, 41st IAH International Congress "Groundwater: Challenges and Strategies", Marrakech, September, 15-19.
- Rojas, R., Kahundeb S., Peeters L., Batelaan, O. and Dassargues A., 2010, Application of a multi-model approach to account for conceptual model and scenario uncertainties in groundwater modelling, *Journal of Hydrology*, 394, pp. 416–435.