

Relation nappe-rivière dans la plaine alluviale d'Avignon (Sud-Est de la France) : prospection à partir des mesures hydrauliques

Aquifer-river relationship in the flood plain of Avignon (South-East of France): prospection based on hydraulic measurements

Salah Nofal¹ ; Bertrand Jacopin² ; Pascal Fénart³ ; Philippe Picon² ; Laure Moreau² ; Emily Lloret¹

¹ Université de Lille 1, Laboratoire LGCgE, 59655 Villeneuve d'Ascq, France
(salah.nofal@univ-lille1.fr)

² Syndicat Mixte d'Aménagement de La Durance, 13370 Mallemort

³ Bureau d'études Hydrofis, 06000, Nice

RÉSUMÉ

Les échanges entre la nappe et la rivière dépendent essentiellement du gradient hydraulique entre la rivière et la nappe, ainsi que des caractéristiques hydrodynamiques de la couche des sédiments du lit de la rivière. Dans le secteur d'Avignon, certains aménagements hydrauliques spécifiques (seuils), ont été construits sur la Durance afin de garder un niveau seuil haut dans la rivière et d'éviter le phénomène d'érosion régressive dans la partie amont. Par contre ces seuils ont conduit à une réduction de la vitesse d'écoulement et à une accumulation de sédiments fins caractérisés par une conductivité hydraulique très faible perturbant les échanges entre le cours d'eau et sa nappe alluviale. Aujourd'hui, ces seuils forment un obstacle majeur à la continuité piscicole et des projets de diminution de hauteur ou de suppression de certains sont à l'étude. Afin d'évaluer l'impact futur d'abaissement des seuils, le Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance a mis en place une expérience de vidange d'une souille par ouverture des vannes de fond d'un seuil (ouvrages équipés de buses de fond). Le niveau d'eau a alors chuté d'environ 2,5 m pendant une semaine dans le plan d'eau de 16 hectares correspondant. De façon synchrone, les niveaux piézométriques ont été enregistrés en continu sur une dizaine de points de suivi. Ces mesures montrent un colmatage important au niveau du lit de la Durance et des dynamiques complexes en termes d'échanges avec la nappe.

ABSTRACT

The exchanges between the aquifer and the river essentially depend on the hydraulic gradient between the river and the water table, as well as the hydrodynamic characteristics of the sediment layer of the river bed. In the sector of Avignon, some specific hydraulic constructions (thresholds) were built on the Durance River in order to keep a high level in the river and to avoid the phenomenon of regressive erosion in the upstream part. On the other hand, these thresholds led to a reduction of the flow velocity and to an accumulation of fine sediments characterized by a very low hydraulic conductivity disturbing the exchanges between the river and groundwater. Today, these thresholds form a major obstacle to fish continuity. Plans to reduce or eliminate some of the thresholds are under study. In order to evaluate the future impact of lowering the thresholds, the Mixed Development Syndicate of the Durance Valley has set up an experiment by lowering the water level in part of a river behind a threshold. The water level dropped by about 2.5 m for a week in the corresponding 16-hectare waterbody. Synchronously, the piezometric levels were recorded continuously over a dozen monitoring points. These measurements show a significant clogging at the level of the Durance bed and complex dynamics in terms of exchanges with the water table.

KEYWORDS

Alluvial aquifer, hydrodynamic, aquifer-river relationship, fluvial morphology

1 INTRODUCTION

1.1 Problématique

Le secteur étudié est situé dans un domaine alluvial en Basse Durance (Figure 1). Dans ce secteur, la Durance est en relation hydraulique avec un appareil alluvial très étendu et relativement épais (entre 10 et 20 m d'épaisseur d'alluvions plus ou moins graveleuses).

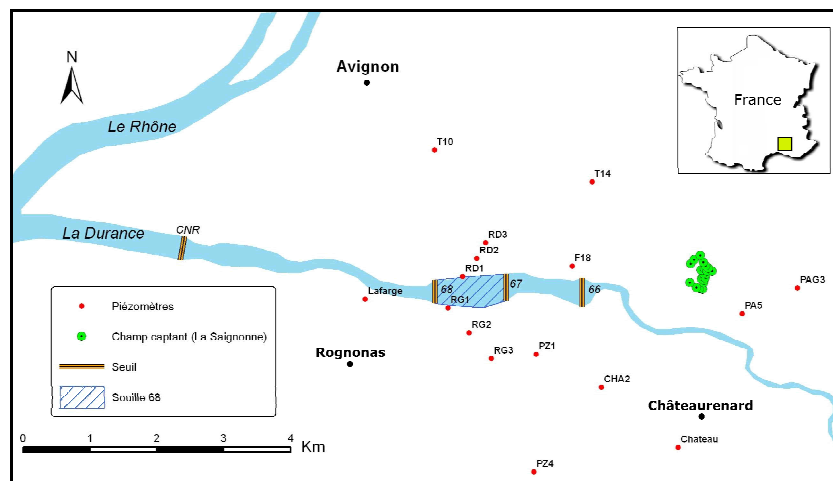


Figure 1. La localisation de la zone étudiée (carte réalisée sous Arcgis)

Entre 1950 et 1999, l'exploitation des granulats en souille profonde dans le lit mineur de la Durance aurait pu provoquer un abaissement du niveau d'eau de la rivière non seulement au droit de l'exploitation mais aussi en amont du fait d'un phénomène d'érosion régressive. Afin de limiter ce type de phénomène, les extractions ont été conditionnées à la mise en place d'ouvrages de régulation : les seuils. Les souilles se sont remplies progressivement par des matériaux relativement fins, venant perturber localement les échanges nappe-rivière. Aujourd'hui, un projet d'abaissement des seuils est envisagé par suppression complète ou de manière indirecte en facilitant l'installation de dispositifs de franchissement piscicoles sur des ouvrages de chutes réduites. Ceci étant, les possibles modifications de la ligne d'eau et donc des surfaces en contact entre nappe et rivière conduisent à des interrogations multiples dont celle de la modification des dynamiques d'échanges entre la Durance et sa nappe alluviale.

1.2 Objectifs

Les principaux objectifs de cette étude hydrogéologique sont d'identifier les mécanismes actuels d'échange entre la Durance et la nappe surtout au niveau des seuils. Les résultats seront à confronter aux besoins et aux usages actuels de la ressource phréatique. Cette étude devra, au besoin, être en mesure de démontrer la sensibilité de la nappe à d'autres scénarii d'abaissement au moyen de modélisations numériques. Or, dans les approches de modélisation usuelle, les échanges nappe-rivière sont généralement contrôlés par un paramètre unique mal déterminé et considéré comme un paramètre de calage. Afin de s'assurer d'un bon calage de ce paramètre clé dans la description des phénomènes physiques en jeu, une expérience de vidange d'une souille avec acquisition synchrone de nombreuses mesures piézométriques a été réalisée. Seul un tel jeu de données autorise une modélisation numérique robuste.

2 METHODES

L'expérience a consisté à ouvrir des vannes du seuil 68 (Figure 1) ce qui a permis d'abaisser le niveau d'une souille (68) de 2,5 m environ. Cette manipulation a été réalisée entre le 23 et le 29 février 2016, une période durant laquelle le débit restait faible et constant, le tout hors période d'irrigation afin de s'astreindre de l'effet que pourrait avoir celle-ci sur le niveau de la nappe. Cette opération a permis d'observer directement in situ l'effet d'abaissement de la souille sur la nappe. Les variations du niveau de la nappe ont été suivies par des sondes piézométriques automatiques installées dans 16 piézomètres repartis sur la zone d'étude. Parallèlement aux mesures piézométriques, des mesures du niveau d'eau dans la souille ont été effectuées régulièrement avant l'opération (le 22 février 2016) et puis pendant toute la période de baisse du plan d'eau jusqu'à la fermeture des vannes (du 23 au 29 février 2016). Ces mesures ont été faites grâce à la technique de géomètre.

3 RESULTATS

Les mesures des niveaux du plan d'eau et les mesures piézométriques ont permis de montrer le sens des relations hydrodynamiques entre l'aquifère et la rivière. La comparaison de la ligne d'eau et des niveaux piézométriques avant vidange montre que le niveau de la Durance était plus haut que le niveau de la nappe sauf en aval du seuil 68 où la Durance semble drainer la nappe. Après l'abaissement maximal de la souille, la Durance draine la nappe sur un secteur plus important en amont du seuil (Figure 2).

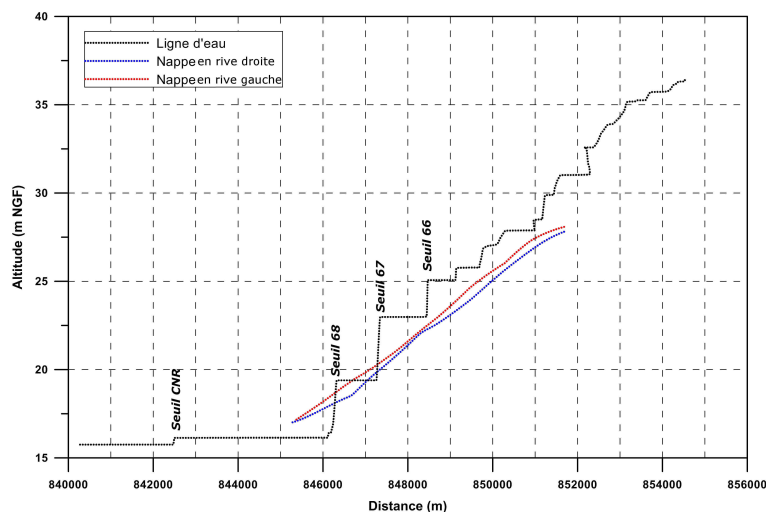


Figure 2. Comparaison du niveau de la Durance avec le niveau de la nappe (29.02.2016)

Pendant la période de baisse du plan d'eau, la nappe a baissé de l'ordre de 8 cm en rive droite de la Durance et de 5 cm en rive gauche. Au bout de cinq jours, après la fermeture des vannes du seuil, l'eau a commencé à remplir la souille et a dépassé la crête du seuil en moins de 10h. Le remplissage de la souille a été accompagné par une remontée du niveau de la nappe dans le secteur de la souille (Figure 3).

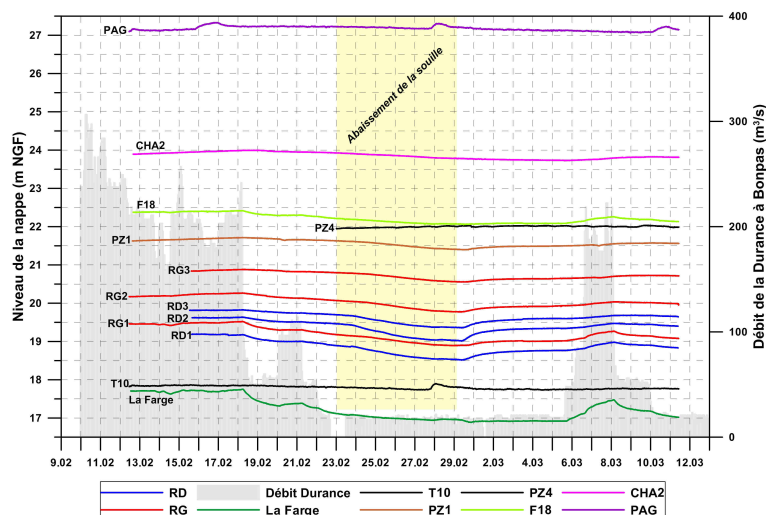


Figure 3. Evolution du niveau de la nappe (en m NGF) et le débit moyen journalier de la Durance (en m³/s)

4 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Des échanges nappe-rivière très perturbés sont observés par la présence de limons dans le fond de la souille. Cette expérience a permis d'acquérir un jeu de données uniques adaptées à la bonne compréhension des dynamiques d'échanges et au bon calage des relations nappe-rivière dans un modèle numérique. Une première analyse de ces données montre la nécessité absolue d'introduire dans les modèles à réaliser pour l'étude d'impact sur la nappe un coefficient d'échange nappe-rivière variable dans le temps et dans l'espace.