

AMELIORATION ET TESTS DE SENSIBILITE DU MODELE HYDRODYNAMIQUE EN REGIME PERMANENT DE LA BASSE VALLEE DE LA SOUMMAM (SIDI AICH-BEJAIA)

Farès KESSASRA^{1,2,3}, Nor El Houda CHETIBI³, Soumia SERAOUI³, Mohamed MESBAH¹

¹ Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et d'Aménagement du territoire,
Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène. BP 32 El Alia, Alger

² Laboratoire de Génie Géologique, Université de Jijel, BP 98, 18 000 Jijel

³ Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie,
Université de Jijel, BP 98, 18 000 Jijel

Courriel :fareskessasra@yahoo.fr

Résumé

L'analyse de sensibilité d'un modèle des ressources en eau consiste à faire varier un ou plusieurs paramètres d'entrée du modèle dans des gammes bien définies en utilisant soit des méthodes de calcul manuelles, soit des méthodes automatiques. L'objectif est d'améliorer ses réponses et surtout construire une base solide sur laquelle d'autres simulations futures suivront. Cette méthodologie a été appliquée dans la vallée de la Soummam. En effet, L'exploitation intensive de la nappe mio-plio-quadernaire de la basse vallée de la Soummam, comprise entre Sidi Aich et Béjaia et la multiplication des forages, a engendré une baisse des stocks d'eau dans différents endroits, surtout avec des conditions climatiques assez défavorables de la dernière décennie, ces raisons nous ont conduit à construire un modèle de circulation des eaux souterraines (Kessasra et al., 2014, Kessasra, 2015).

Trois paramètres ont été choisis afin de tester la sensibilité du modèle à leur variation en régime permanent et cela en adoptant la méthode manuelle d'essai à erreur. Il s'agit de la perméabilité, des conditions aux limites et de la recharge de la nappe. Le modèle a montré que les niveaux piézométriques peuvent être sensibles ou pas aux variations appliquées sur les champs de perméabilité, selon leur emplacement. Les écarts dans la charge hydraulique calculée varient entre 0.4 et 10 m. Mais certains ouvrages testés demeurent invariants quelque soit la valeur de K. Quant à leur sensibilité aux conditions aux limites, les ouvrages les plus proches aux bordures sud et à proximité de l'axe d'alimentation latérale de Timizert semblent les plus affectés par la diminution du niveau piézométrique (de 2 m). Enfin, l'introduction de deux zones de recharge, n'a montré aucune influence sur le modèle. La charge hydraulique calculée reste plus élevée avec des écarts allant de 0.4 à 8 m. Les plus pertinents des tests sont retenus et permettent d'obtenir une piézométrie mieux calée afin de consolider la robustesse du modèle hydrodynamique de la basse Soummam.

Mots-clés : Modélisation hydrodynamique, perméabilité, conditions aux limites, recharge, nappe des alluvions, Basse Soummam, Algérie

1. Introduction :

La connaissance quantitative des propriétés de l'aquifère est le problème majeur dans l'élaboration d'un modèle. Plusieurs contraintes et lacunes surgissent dans les caractéristiques géologiques et hydrogéologique. Dans le meilleur des cas, les valeurs des paramètres ne sont connues que dans certaines zones bien circonscrites où l'hydrogéologue doit fournir des estimations pour le reste de la nappe (Desargues 1995). L'analyse de sensibilité d'un modèle des ressources en eau consiste à faire varier un ou plusieurs paramètres d'entrée du modèle dans des gammes bien définies en utilisant soit des méthodes de calcul manuelles, soit des

méthodes automatiques. L'objectif de ce travail est d'améliorer ses réponses et surtout construire une base solide sur laquelle d'autres simulations futures suivront. Cette méthodologie a été appliquée dans la vallée de la Soummam.

La basse plaine, comprise entre Sidi Aich et Béjaia, est caractérisée par la présence d'un verrou hydraulique composé de marnes et d'argiles très peu perméables à Sidi Aich et d'une puissante couverture limoneuse qui recouvre le réservoir au Sud d'Oued Ghir. Elle est subdivisée en deux zones de recharge, une première zone allant d'El Kseur à Béjaia avec une recharge de 6.10^{-9} m/s et une seconde zone qui s'étend de Sidi Aich à l'amont d'El Kseur avec $1.89.10^{-9}$ m/s. L'exploitation intensive de la nappe et la multiplication des forages, a engendré une baisse des stocks d'eau dans différents endroits, surtout avec des conditions climatiques assez défavorables de la dernière décennie, ces raisons nous ont conduit à construire un modèle de circulation des eaux souterraines (Kessasra et al., 2014, Kessasra, 2015). Il s'agit d'une série de tests de sensibilité qui englobent des essais sur la perméabilité, les conditions aux limites ainsi que la recharge en régime permanent, sous PMWIN (Processing MODFLOW).

2. Matériels et méthodes

Le modèle numérique sélectionné est PMWIN, une version améliorée de Processing MODFLOW (Chiang et Kinzelbach, 2001). Le logiciel est un modèle d'écoulement de l'eau souterraine, à base physique, déterministe, capable de représenter des écoulements laminaires monophasiques tridimensionnels dans des systèmes multicouches. Il résout l'équation de diffusivité aux dérivées partielles de l'écoulement des eaux souterraines en milieu poreux (combinaison de la loi de Darcy et de l'équation de continuité) par la méthode des différences finies.

3. RESULTATS ET DISCUSIONS

3.1 Tests de sensibilité à la perméabilité K

Ces tests consistent à varier les champs de perméabilités pour chacune de ces zones, en lui associant un ouvrage témoin qui nous permettrait de contrôler la charge hydraulique (Figure 1). Tout en gardant à l'esprit que les valeurs de recharge proposées dans ce modèle sont au nombre de quatre et comprises entre 1.10^{-9} m/s et $1.3.10^{-8}$ m/s, avec Recharge 0 : de l'ordre de 6.10^{-9} m/s ; Recharge 1: estimée à 7.10^{-9} m/s ; Recharge 2 : équivalente à $1.3.10^{-8}$ m/s ; *et* Recharge 3: égale à 1.10^{-9} m/s. Nos résultats montrent qu'il existe une inverse proportionnalité entre les champs de perméabilité et la charge hydraulique. En effet, lorsqu'on baisse les perméabilités, le niveau piézométrique calculé a tendance à augmenter par rapport à celui mesuré dans chacune des zones 1, 2 et 3 (Figure 1).

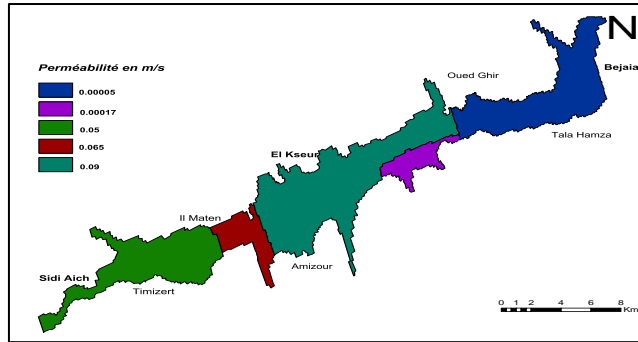


Figure 1 - champs de perméabilités initiales

Pour ces dernières, les charges hydrauliques calculées se montrent plus élevées que celles observées car ils se trouvent à proximité d'une zone à flux d'eau calculé, qui correspond à un plan d'alimentation latérale de la nappe. D'autant plus, le piézomètre G4 est localisé au sein d'une maille-rivière, le forage U4 dont la différence est de 9 m, et le piézomètre W3 qui présente un écart de 7 m, ne sont qu'à 100 m de l'oued. Ce dernier joue le rôle d'un potentiel imposé qui vient en soutien aux charges piézométriques de la nappe. Les variations des champs de perméabilités dans les puits Hocini n'influencent aucunement les niveaux piézométriques calculés. Cela est dû probablement au fait que la nappe soit semi-captive à cet endroit. En revanche, pour une même recharge, la différence du niveau piézométrique est la même quelque soit la valeur de K, cette différence est de 6.16 m en moyenne; mais pour une même perméabilité, la différence du niveau piézométrique varie sensiblement d'une recharge à une autre. Sachant que la valeur du NP mesurée y est exceptionnellement supérieure à celle calculée. Enfin, concernant le piézomètre R5, la différence des niveaux piézométriques varie d'une recharge à une autre et augmente dans la même recharge. En effet, R5 se trouve à proximité d'un champ captant qui appartient au groupe Cevital et son niveau se montre très perturbé.

3.2 Tests de sensibilité aux conditions aux limite

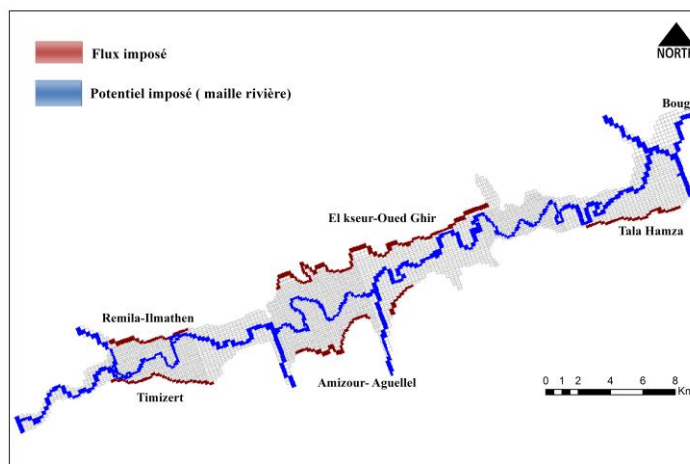


Figure 2 -

limites imposées au modèle

Conditions aux

Quelque soit la valeur de la recharge, le puits Bouabas n'est influencé qu'au niveau de l'axe 4. La baisse de sa hauteur piézométrique calculée est de 0.87 m, ce qui est considéré comme insignifiant. Les charges hydrauliques calculées au niveau du puits Hocini varient d'une recharge à une autre, mais elles sont presque égales, sur tous les axes. Au sein d'une même recharge, ces valeurs sont de 11.7 m pour la recharge 0, 11.8 m pour la recharge 1, 11.9 m pour la recharge 2 et 11.6 m pour la recharge 3. Sachant que la hauteur piézométrique mesurée se montre plus élevée que celle calculée avec une différence de 6 m. Cela est dû probablement à un apport supplémentaire arrivant à la nappe en passant par l'axe Tala Hamza.

Pour ce qui est de R5, les NP calculés au niveau de tous les axes avec les recharges : R0 et R1 sont égaux. L'écart avec les NP mesurés est de 6 m. Au niveau de la recharge R2, les charges hydrauliques calculées sont égales et diffèrent de celles mesurées d'un écart de 7.5 m. Les valeurs minimales calculées n'apparaissent que dans la recharge R3 où l'écart est de 5 m. Les niveaux piézométriques calculés y restent plus élevés que ceux mesurés, du à l'exploitation du champ captant à proximité. A l'exception du puits Remila et du piézomètre G4, ni le jeu de recharges ni les modifications apportées sur chaque axe n'ont influencé leurs charges hydrauliques calculées. Ces dernières se montrent plus faibles que celles mesurées par 5 m à Remila et 0.4 m au G4. Ce qui implique l'existence d'une alimentation latérale importante de la nappe au niveau de l'axe Remila-II Maten provenant de l'Aghbalou et d'une autre alimentation de moindre importance à partir de l'axe El Kseur-Oued Ghir provenant du Gouraya.

3.2 Test de sensibilité à la recharge: Les variations apportées à la recharge n'ont pas influencé les charges hydrauliques. La différence entre valeur mesurée et calculée demeure constante. Le NP calculé reste plus élevé que celui mesuré au niveau de G4, W3, U4 et R5, avec, respectivement, des écarts de 0.4, 7.58, 8 et 5.3 m. Cette variabilité est due à l'exploitation par pompage. G4 est localisé dans le domaine Laifa, W3 et U4 sont situés dans le domaine Abane Ramdane et R5 appartient au champ captant de Cevital. Cependant, aux puits Remila et Hocini, la charge hydraulique mesurée apparaît plus élevée que celle calculée avec, respectivement, 4.94 et 6.37 m d'écart. Ceci est dû à une probable alimentation latérale arrivant des formations calcaires des Babors et de l'Aghbalou.

4. CONCLUSION

Les modifications apportées au modèle hydrodynamique de la basse vallée de la Soummam, réalisé en 2011, ont montrées qu'en régime permanent, les conditions aux limites présentent la plus grande influence, elles mènent à plus de 2 m de baisse du niveau piézométrique alors que la recharge ne montre aucune influence sur la piézométrie calculée du modèle hydrodynamique de la basse plaine de la Soummam. Le calage de la piézométrie en régime permanent est présenté dans la figure 3.

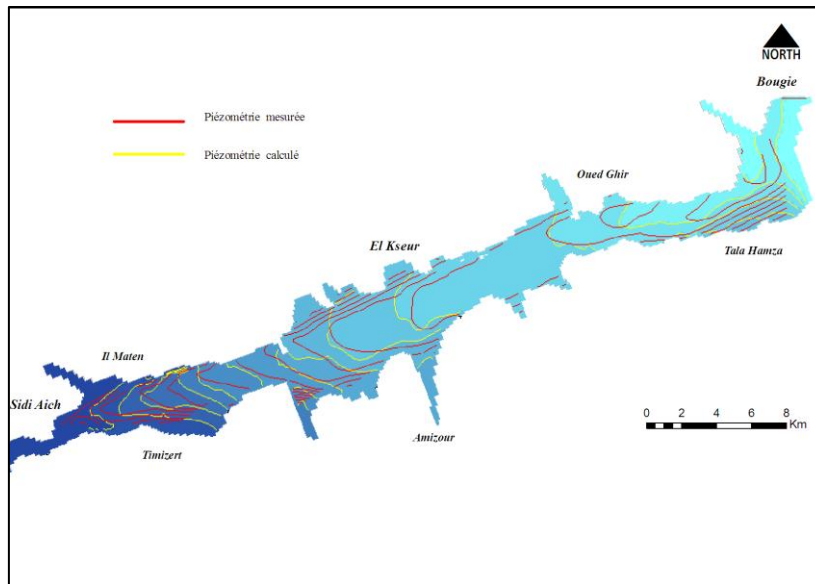


Figure 3 - Piézométrie calée et améliorée en régime permanent (Mars 2011)

Bibliographie

Benhamiche, N. (1997) - Modélisation de la relation pluie-relief en vue de la cartographie par Krigeage : cas du bassin versant de la Soummam. Thèse de magistère en Sciences agronomiques, hydrologie, 180 p. Institut national agronomique El-Harrach (alger).

Bennabi, M.S. (1985)-contribution à l'étude hydrogéologique de la vallée de l'oued Sahel-Soummam (Algérie). Thèse de doctorat de troisième cycle en géologie appliquée, hydrogéologie, 137p. Université scientifique et médicale Grenoble.

Chiang, W-H., Kinzelbach, W. (2000) - 3D-Ground water modeling with PMWIN, a simulation system for modeling flow and pollution, Springer, Berlin.

Clinckx, C. (1973) - Etude hydrogéologique de la nappe alluviale de la basse Soummam (Sidi Aich - Bejaia), N°74.HYG.02.RS, Direction des Etudes de Milieu et de la Recherche Hydraulique (DEMRH) Alger.

Compagnie Générale de Géophysique CGG (1969-1970) - Etude hydrogéologique par prospection électrique et sismique dans la vallée de la Soummam, Alger.

Dassargues, A. (1995) - Modèles mathématiques en Hydrogéologie, Programme Tempus : Sciences de l'eau et de l'environnement,

Kessasra, F. (2015) - Modélisation hydrogéologique des écoulements des eaux souterraines et de surfaces de la nappe des alluvions de la vallée de la Soummam (Nord-Est Algérie)-impact sur l'environnement et les écosystèmes. Thèse de Doctorat en Hydrogéologie, Université Houari Boumediene, Alger

Kessasra, F., Mesbah, M. et Bendjoudi, H. (2014) - Modélisation des écoulements souterrains dans les alluvions de la basse vallée de la Soummam (Nord-est Algérien) et perspective sur l'évolution des prélèvements. Bulletin du service géologique national, volume 5.