

Soutenance de thèse de Justine Tirogo Yofe le 7 juillet 2016

Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement (2iE) - Ouagadougou

Atrium salle de visioconférence - site Jussieu - UPMC - Paris

Etude du fonctionnement hydrodynamique de l'aquifère sédimentaire du bassin du Kou au sud-ouest du Burkina Faso

Résumé : L'Afrique de l'Ouest est sujette à une variabilité climatique importante et elle connaît une longue période de sécheresse depuis les années 1970 dont l'impact sur les ressources en eau de surface est bien documenté. Quant aux ressources en eau souterraine, bien qu'elles représentent la principale source d'eau pour les usages domestiques, agricoles et industriels dans la plupart des pays de cette région, l'impact du climat sur ces dernières reste peu étudié.

La présente étude porte sur le bassin versant du Kou au Burkina Faso. Situé dans la zone soudanienne, il abrite une grande ressource en eau souterraine qui est à l'origine des sources exceptionnelles dans la région ouest-africaine (plus de 6000 m³/h en 2011). Cette ressource, essentielle pour les besoins de la population, présente pourtant des signes d'épuisement (diminution du débit des sources et même tarissement de certaines sources, diminution du débit de base des rivières) qui soulèvent une question essentielle, à savoir : quelle est la cause de l'épuisement de cette ressource et son lien avec la variabilité climatique observée dans la région ? Pour répondre à cette question nous avons utilisé des méthodes d'analyse statistique et la modélisation hydrogéologique. Les méthodes statistiques appliquées aux chroniques de données climatiques, hydrométriques et piézométriques ont permis de caractériser la variabilité du climat dans la zone d'étude, de décrire la réponse des eaux souterraines face à cette variabilité et d'identifier les facteurs explicatifs potentiels du comportement de la nappe. Ces analyses ont montré que les précipitations ont connu une rupture significative en 1970 marquée par un déficit pluviométrique de 11-16 % qui a entraîné un déficit trois fois plus élevé sur l'écoulement de surface et sur le débit de base. Une reprise de la pluviométrie semble s'amorcer vers 1990 (augmentation de 4-11 %). Suite à cette reprise, le débit de certaines rivières telles que le Mouhoun à Samendéni a augmenté avec un léger retard par rapport aux précipitations à cause de la lenteur de l'écoulement de base tandis que pour d'autres rivières telles que la rivière Kou à Nasso, le flux a régulièrement diminué. En outre, l'analyse a montré que les eaux souterraines répondent à la pluviométrie avec retard. Le temps de réponse aux fluctuations saisonnières varie de 1 à 4 mois et le temps de réponse aux variations interannuelles dépasse le délai de 1 an. Cette réponse est fortement dépendante des caractéristiques physiques de l'aquifère, ce qui pourrait expliquer l'hétérogénéité spatiale de la réponse des eaux souterraines. La modélisation hydrogéologique a complété les méthodes statistiques et pallié leurs limites par une meilleure prise en compte de l'hétérogénéité spatiale des caractéristiques de l'aquifère et de certains facteurs tels que les pompages qui pourraient influencer le niveau de la nappe. Le modèle réalisé sur Visual Modflow est d'abord calé en régime permanent sur la période 1995-1999 puis évalué avec les données de basses eaux et de hautes eaux de 2014. Grâce au régime permanent calé de manière satisfaisante, les principaux flux qui transitent dans le système ont été estimés. On retient que les flux d'eau entrants proviennent de la recharge de la nappe (49 %) et des frontières du domaine, surtout de

l'amont au sud et à l'ouest (43 %), et les flux sortants sont dus aux sources, à la rivière et ses affluents (30 %), et aux pompages qui ne représentent que 2 %. Le reste des flux (68 %) sort via le Mouhoun et la frontière aval du domaine. Les simulations en régime transitoire à un pas de temps mensuel de 1995 à 2014 ont montré qu'au cours de cette période, le niveau de la nappe a connu des variations non seulement et surtout liées à la variation de la recharge mais aussi à l'augmentation des pompages. En effet, même si les pompages ne représentent que moins de 5 % du total des flux, le fonctionnement en régime transitoire indique que ceux-ci ont entraîné une baisse du niveau de la nappe avec pour conséquence une accentuation de la diminution du débit des sources. Entre 1995 et 2014, le débit des sources Guinguette ($1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1992) et ONEA1 et 2 ($0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1993) a diminué respectivement de $0,26 \text{ m}^3/\text{s}$ et $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ et les pompages ont causé 40 % de cette baisse. Les simulations en régime transitoire de la période 1961 à 2014 ont montré que la succession d'années sèches à partir des années 1970 a causé une baisse du niveau de la nappe entraînant une diminution importante du débit des sources, $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$ pour la Guinguette et $0,23 \text{ m}^3/\text{s}$ pour ONEA 1 et 2. En l'absence d'une nette amélioration des conditions climatiques, la tendance à la baisse se poursuit jusqu'à nos jours. Ainsi, les mauvaises conditions climatiques combinées aux pompages qui sont en croissance continue mettent en péril la ressource. La gestion de cette dernière dans une perspective de durabilité devrait donc revêtir une attention particulière.

Mots-clés : eau souterraine ; variabilité climatique ; modélisation hydrogéologique ; gestion des ressources en eau ; Afrique de l'Ouest