

RESUME

Caractérisation des forçages climatiques et morphologiques des cinq derniers millions d'années et modélisation de leurs conséquences sur un système aquifère complexe : le bassin de Paris.

Les variations climatiques et géomorphologiques sont parmi les principaux moteurs de l'évolution environnementale récente des bassins sédimentaires. D'un point de vue hydrodynamique, ces variations se traduisent par une modification des conditions aux limites de ces vastes systèmes aquifères : altération de la recharge liée à l'alternance de stades glaciaires et interglaciaires au Quaternaire, niveau de base fluctuant en conséquence des variations eustatiques, conditions de drainage affectées par les mouvements tectoniques verticaux et l'incision des vallées. A cet égard, il est pertinent d'en étudier les impacts à long terme sur les processus hydrogéologiques, avec un intérêt particulier pour les niveaux peu perméables, susceptibles de conserver une mémoire des perturbations passées. Les travaux développés dans cette thèse ont abordé ce thème à l'aide d'une modélisation hydrogéologique tridimensionnelle sur l'exemple du bassin de Paris et pour une échelle de reconstruction fixée à cinq millions d'années. Notre modèle s'appuie sur le code numérique NEWSAM (ENSMP) et possède une géométrie et une distribution des paramètres hydrodynamiques issues du modèle de bassin NEWBAS (ENSMP), lui-même mis en œuvre sur toute l'histoire géologique du Bassin parisien.

La détermination de conditions aux limites hydrogéologiques évolutives s'est articulée autour de deux axes. D'une part, la quantification spatialisée des principaux processus morphologiques marquant l'évolution du bassin, i.e. la surrection alpine et l'incision des vallées, s'est appuyée sur les résultats d'une méthode d'analyse des modèles numériques de terrain. Une évolution temporelle a ensuite été déduite des informations fournies par la littérature. D'autre part, le forçage climatique spatial et temporel est issu de la mise en œuvre d'un modèle de circulation générale atmosphérique (MCGA) zoomé, le LMDZ (IPSL), à trois périodes clés : l'actuel, le Dernier Maximum Glaciaire (DMG, 21 ka) et le Pliocène moyen (~3 Ma). Le scénario paléoclimatique s'appuie alors sur un enregistrement isotopique de l'oxygène issu d'une carotte marine profonde, découpé en paliers pour lesquels les forçages sont considérés comme constants et issus des variables simulées par le MCGA. L'utilisation du modèle hydrologique MODSUR (ENSMP) à chaque palier conduit à calculer les variations de la recharge.

L'impact de la résolution du modèle sur la sensibilité du climat simulé a été évalué par comparaison aux résultats de simulations équivalentes conduites à basse résolution et aux estimations polliniques correspondantes fondées sur des enregistrements polliniques. Un exercice d'intercomparaison pour le DMG avec deux autres modèles utilisant des approches différentes pour atteindre une résolution spatiale de l'ordre de 60 km en Europe a montré que la résolution des modèles n'est pas responsable de leur incapacité à simuler l'intensité du refroidissement indiqué par les données polliniques. En revanche, une nette amélioration de la simulation de la diminution des précipitations dont font état les mêmes paléodonnées est possible, en lien avec une meilleure représentation de l'influence de l'orographie dans les modèles haute résolution. A contrario, les résultats des simulations du Pliocène moyen reproduisent l'élévation en température de cette période en bon accord avec les estimations des sites polliniques de l'Europe de l'Ouest et du pourtour méditerranéen, notamment lorsque est pris en compte l'impact d'une couverture végétale en équilibre avec le climat simulé. L'augmentation des précipitations indiquée par les reconstructions polliniques n'est en revanche pas reproduite par le modèle, l'emploi de la haute résolution ne permettant pas dans ce cas une amélioration des champs simulés.

Intégrés dans le modèle hydrodynamique souterrain sous forme de conditions aux limites du système, les scénarios donnent lieu à une simulation transitoire des écoulements souterrains, qui calcule l'évolution des transferts dans le bassin au cours des cinq derniers millions d'années. La comparaison des piézométries simulées à l'actuel à l'issue du régime transitoire à celles produites par un régime permanent met en évidence des charges transitoires dans les aquitards et les aquifères profonds du bassin, principalement attribuées aux variations de la recharge, lorsque celle-ci s'annule du fait de la mise en place d'un pergélisol. Les résultats de la simulation transitoire font également état d'inversions de la direction de drainance entre aquifères. Les tests de sensibilité du modèle montrent que les résultats obtenus dépendent cependant fortement du jeu de paramètres hydrodynamiques et de la représentation et précision des processus paléoclimatiques et géomorphologiques modélisés.