

Forçages environnementaux et contrôles structuraux sur le régime thermique actuel du bassin de Paris

Enjeux pour la compréhension du potentiel géothermique en Île-de-France

Jacques Dentzer

Soutenance le 1^{er} juillet 2016

Au siècle dernier et en particulier pendant les années 70 à 80, les acquisitions de mesures de températures et de conductivités thermiques à but fondamental ou appliqué, grâce à l'exploitation géothermique, ont enrichi la connaissance du régime thermique du bassin sédimentaire de Paris et ont mis en évidence des hétérogénéités thermiques spatiales ou temporelles (température, conductivité thermique, flux géothermal). Afin de mieux les comprendre, ces variations doivent être intégrées dans une vision multidisciplinaire confrontant données et modèles, non seulement thermiques mais également hydrodynamiques, géologiques, géochimiques... du bassin. L'objectif de cette étude est ainsi de comprendre, dissocier, estimer les processus thermiques (conductifs, advectifs) et/ou les forçages (naturels ou anthropiques) à l'origine de ces anomalies thermiques. Elle s'appuie sur une revue bibliographique, une synthèse exhaustive des données de natures diverses, leur mise en cohérence à l'aide d'un système d'information géographique (SIG), d'un outil de modélisation géologique GeoModeller® et d'un outil de simulation numérique, COMSOL Multiphysics®.

La revue bibliographique sur le sujet a permis d'intégrer les données de natures diverses, de les confronter par SIG et d'investiguer les connaissances. La part advective est non négligeable dans le bilan thermique. Cette constatation remet en cause les interprétations sans prise en compte de ces phénomènes et les modèles uniquement conductifs utilisés pour les expliquer. De plus, elle souligne le caractère transitoire du régime thermique à l'actuel et dans le passé du bassin à cause des forçages naturels. Enfin, les données semblent bien montrer la perturbation du régime hydraulique au Bathonien à cause des pompages anthropiques à l'Albien depuis le XIX^{ème} siècle.

Cette étude a plus particulièrement mis en évidence et réinterprété les variations verticales de flux géothermal. Les simulations conduites à partir de scénarios diffusifs paléoclimatiques montrent que le système a gardé en mémoire l'effet des paléoclimats. De l'ordre de la moitié de la diminution du flux en partie supérieure du bassin (0-1500 m) s'explique ainsi. Par ailleurs, nous identifions pour la première fois une décroissance systématique du flux géothermal au niveau des principales formations aquifères du Crétacé (Albien, Néocomien) et du Jurassique (Portlandien, Lusitanien, Bathonien..) du bassin de Paris.

Des simulations thermo-hydrauliques transitoires des phénomènes paléoclimatiques diffusifs et advectifs mettent en évidence le développement de zones froide et chaude suivant les

régions d'écoulement respectivement ascendant et descendant dans le bassin sédimentaire et l'interaction avec les phénomènes climatiques.

Une explication de l'anomalie de température de plus de 20°C entre les installations géothermiques situées au nord et au sud de Paris au Bathonien est proposée. Grâce au retraitement de données sismiques, ce travail apporte de nouvelles connaissances géologiques, en particulier en ce qui concerne le modèle géologique de la structure souple de l'anticlinal de Beynes-Meudon associé à une structure cassante de faille d'orientation est-ouest. De plus nous proposons, par analogie aux observations effectuées en géophysique marine, une interprétation d'un faciès sismique identifiable sur ces lignes retraitées en termes de zones fracturées selon des conduits préférentiels verticaux affectant l'ensemble de la pile sédimentaire. Les modélisations effectuées montrent clairement la contribution potentielle de ces structures, ainsi que celle des failles, à l'hétérogénéité observée dans le champ de température du bassin en permettant des écoulements contraints par le gradient de charge régional et les instabilités densitaires.

Ainsi, en identifiant, quantifiant et hiérarchisant les différents processus expliquant la distribution des températures au sein du bassin et en particulier dans les aquifères, cette étude propose de nouveaux éléments sur lesquels peuvent s'appuyer l'exploration et le développement de futures opérations de géothermie profonde. Ces travaux ont montré également le lien entre les formations du bassin qui sont exploitées pour leurs ressources, dont l'eau potable et la géothermie, ou utilisées comme milieu de stockage. Pour éviter les conflits d'usage, cette étude souligne l'importance de l'acquisition de mesures in situ réparties spatialement et avec un suivi temporel. Une réactualisation de ces données serait un atout indéniable. Des facteurs supplémentaires contribuent nécessairement à expliquer ces anomalies et permettront d'affiner encore la compréhension du régime thermique à l'actuel d'un bassin sédimentaire.