

Hydrogéophysique à l'échelle du petit bassin versant de La Soutte

Mickaël Béhaegel

La proche surface est le siège de nombreux processus physiques, chimiques et biologiques qui la rendent complexe et fortement hétérogène. Elle est le lieu de stockage et d'échange d'une grande partie de nos réserves d'eau douce. Depuis plusieurs années, la sécurité et la gestion de cette ressource naturelle sont devenues des sujets prioritaires. Le besoin en eau et les pollutions associées aux activités humaines contribuent à la volonté d'améliorer notre connaissance de la subsurface. Une discipline récente, l'hydrogéophysique, s'applique à développer des méthodologies afin de caractériser et de contrôler dans le temps certains processus hydrogéologiques. Elle vise à apporter des informations quantitatives de manière peu invasive à différentes échelles spatiales afin de contribuer à une modélisation dynamique des processus. Dans cette problématique, je me suis intéressé plus particulièrement au potentiel spontané, aux variations de température du sous-sol et à la tomographie électrique. Ces méthodes ont été appliquées à un site naturel, La Soutte, petit bassin versant situé dans les Vosges (près d'Obernai). Ce site présente des particularités intéressantes pour l'étude des circulations hydrauliques naturelles (succession de zones plus ou moins humides, dynamique saisonnière importante, questions posées par une source proche de la ligne de crêtes...).

La première partie de mon travail est consacrée à la caractérisation hydrogéophysique et structurale du bassin versant de La Soutte. Depuis la fin de l'année 2003, de nombreuses investigations géophysiques (tomographie électrique et sismique, méthodes électromagnétiques) ont été menées et ont permis de mieux comprendre la structure hydrogéologique du site et de mettre en évidence deux formations : une roche volcanique plus ou moins fracturée et un granite intrusif très altéré. Deux forages de 20 m de profondeur viennent confirmer les informations apportées par les investigations géophysiques.

La seconde partie du travail développe davantage mes travaux méthodologiques concernant le suivi hydrogéophysique, c'est-à-dire le suivi dans le temps de paramètres et propriétés physiques des écoulements souterrains. Trois types d'expérience ont été menés sur notre site-test impliquant des échelles spatiales et temporelles différentes.

La première expérience concerne la mesure du potentiel spontané (PS). Elle consiste à mesurer les courants électriques naturels qui circulent dans le sol. Ces courants peuvent notamment être créés par des écoulements de fluides (électrocinétisme). Sur notre site, nous avons réalisé à la fois des mesures ponctuelles et continues du potentiel spontané. Les données ponctuelles mesurées le long d'un profil permettent d'élaborer un modèle d'écoulement. Depuis novembre 2004, un réseau de 40 électrodes impolarisables permet de mesurer en continu les potentiels spontanés à la fréquence d'un point par minute. Les données enregistrées sont complexes et l'interprétation en terme de dynamique d'écoulement est encore limitée notamment à cause de certains effets mal connus tels que la foudre.

La deuxième expérience concerne l'étude des variations de température à l'échelle annuelle entre deux thermistances, la première positionnée en surface et la seconde à 60 cm de profondeur. Une modélisation du transfert de chaleur dans le sous-sol permet de mettre en évidence des variations de la saturation effective ou de l'épaisseur de la zone non saturée (jusqu'à 15 cm).

Dans une troisième expérience, nous avons injecté du sel dans le sous-sol et suivi sa progression (20 cm/jour) à l'aide de la tomographie électrique dans le but d'analyser la sensibilité des outils utilisés couramment en hydrogéophysique dans le suivi de traceurs. Les résistivités obtenues par inversion sont converties en concentration en sel grâce à l'utilisation d'une loi d'Archie calibrée par des mesures *in situ*. Les résultats obtenus sont confrontés à une modélisation 2D de l'écoulement et du transport du panache de sel.