

# Résumé

La caractérisation et le *monitoring* des ressources en eau souterraine et des processus d'écoulement et de transport associés reposent principalement sur la mise en place de forages (piézomètres). Mais la variété des échelles auxquelles se déroulent ces processus et leur variabilité dans l'espace et dans le temps limitent l'interprétation des observations hydrogéologiques. Dans un tel contexte, l'hydrogéophysique fait appel aux méthodes de prospection géophysique afin, notamment, d'améliorer la très faible résolution spatiale des données de forage et de limiter leur caractère destructif. Parmi les outils géophysiques appliqués à l'hydrogéologie, les méthodes sismiques sont régulièrement utilisées à différentes échelles. Mais la réponse sismique dans le contexte de la caractérisation des aquifères reste complexe. L'interprétation des vitesses estimées est souvent délicate à cause de leur variabilité en fonction de la lithologie de l'aquifère (paramètres mécaniques intrinsèques et géométrie des milieux poreux le constituant, influence du degré de saturation, etc.). La perméabilité du milieu a également un effet sur la géométrie d'un réservoir hydrologique dont les contours peuvent varier en espace comme en temps, compliquant ainsi l'interprétation des données sismiques.

Les géophysiciens cherchent à pallier ces limites, notamment à travers l'étude conjointe des vitesses ( $V_P$  et  $V_S$ ) des ondes compression (P) et de cisaillement (S), dont l'évolution est par définition fortement découplée en présence de fluides. D'un point de vue théorique, cette approche se révèle appropriée à la caractérisation de certains aquifères, en particulier grâce à l'estimation des rapports  $V_P/V_S$  ou du coefficient de Poisson. L'évaluation de ces rapports peut être pratiquée de manière systématique grâce à la tomographie sismique en réfraction en utilisant parallèlement ondes P et S. Mais d'un point de vue pratique, la mesure de  $V_S$  reste délicate à mettre en œuvre car les ondes S sont souvent difficiles à générer et à identifier sur les enregistrements sismiques. Une alternative est proposée par l'estimation indirecte de  $V_S$  à partir de l'inversion de la dispersion des ondes de surface, réalisée à partir de mesures de la vitesse des ondes de surface contenues dans les enregistrements sismiques classiques. Bien que généralement proposée pour la caractérisation de milieux 1D, la prospection par ondes de surface peut être déployée le long de sections linéaires dans le but de reconstruire un modèle 2D de distribution des  $V_S$  du sous-sol.

Une méthodologie a été mise au point afin d'exploiter simultanément et de façon optimale les ondes P et les ondes de surface à partir des mêmes enregistrements sismiques. Lors de sa mise en œuvre sur le terrain, cette acquisition « en ondes P » a été systématiquement suivie d'une acquisition « en ondes SH » afin de comparer les vitesses  $V_S$  obtenues par analyse de la dispersion des ondes de surface et par tomographie en ondes SH. L'utilisation de cette méthodologie dans différents contextes géologiques et hydrogéologiques a permis d'estimer les variations latérales et temporelles du rapport  $V_P/V_S$ , en bon accord avec les informations géologiques *a priori* et les données géophysiques et piézométriques existantes. L'utilisation de l'interférométrie laser a également permis de mettre ces techniques de traitement en application sur des modèles physiques parfaitement contrôlés afin d'étudier la propagation des ondes élastiques dans des « analogues » réalistes de milieux poreux partiellement saturés.