



Optimisation d'une source vibratoire pour la détection des cavités souterraines par sismique réflexion haute résolution

Nom du doctorant : Arkadiusz KOSECKI - kosecki.arkadiusz@ec-lille.fr

Thèse suivie à l'INERIS par : L. DRIAD-LEBEAU (Direction des Risques du Sol et du Sous-sol)

Directeur de thèse : B. PIVAKOWSKI (École Centrale de Lille - Cité Scientifique - Groupe Electronique-Acoustique)

Les travaux réalisés dans le cadre de cette thèse s'inscrivent dans un programme de recherche partenariale de type BCRD intitulé « *Reconnaissance du sous-sol par méthodes géophysiques appliquées à la détection et l'auscultation des cavités souterraines* » initié par l'INERIS et financé par le Ministère de la Recherche. L'objectif principal est de développer et d'optimiser les outils d'acquisition et d'analyse de la technique de Sismique réflexion Haute Résolution (SHR) afin d'améliorer ses performances pour la détection des cavités souterraines.

La technique de prospection sismique est un outil puissant d'imagerie du sous-sol permettant de reconstituer la structure des couches géologiques ainsi que leur agencement structural. Cette méthode d'imagerie est principalement utilisée pour la recherche de gisements d'hydrocarbures et l'identification des structures géologiques à l'échelle kilométrique. Depuis une vingtaine d'années, l'application de la sismique haute résolution s'est avérée utile pour des cibles à faible profondeur (quelques mètres à 300 m) telles que les structures de génie civil et les cavités souterraines d'origine naturelle ou anthropique. Il est communément admis que l'imagerie SHR est d'autant plus complexe que la profondeur de la cible est petite. Ce phénomène est essentiellement lié au compromis entre la résolution de l'image recherchée et la profondeur d'investigation. D'autre part, outre les considérations purement scientifiques, les problèmes d'ergonomie et d'économie émergent. Les travaux menés dans le cadre de cette thèse s'attachent à remédier aux problèmes les plus critiques identifiés lors des applications de la SHR.

Améliorer les performances et optimiser la résolution de l'imagerie SHR passent par le développement de nouvelles sources sismiques adaptées aux profondeurs d'intérêt (quelques mètres – 300 m). Compte tenu des avantages (source non destructive, fréquence modulable, signal d'entrée connu...) qu'elles présentent par rapport à des sources classiques (i.e. explosif), nous avons choisi de concevoir et développer des sources vibratoires. De manière plus explicite, les travaux de recherche réalisés ont permis de (1) développer un système complet de pilotage par ordinateur d'une source vibratoire en ondes P et S. L'ensemble des composants a été conçu de manière à être fiable, compact et convivial, (2) développer une méthode de génération de signaux pilotant une source vibratoire permettant d'établir un lien entre le signal d'entrée et l'image sismique obtenue. Ainsi, cette procédure offre la possibilité à l'utilisateur de choisir le signal émetteur en fonction des conditions de terrain, et des objectifs des mesures, (3) concevoir et développer trois sources vibratoires en ondes P et S à faible puissance et à faible coût. Le fonctionnement de ces sources a fait l'objet de nombreux tests laboratoire et terrain afin de perfectionner leur fiabilité, (4) réaliser l'acquisition SHR « en grand » dans un contexte salin (anciennes mines de sel en Lorraine, profondeur : 160 m – 180 m) et un contexte de marnières de Haute Normandie (anciennes carrières de craie tendre, profondeur : 15 m – 45 m).

Le résultat de ces travaux est représenté par un « parc » de sources vibratoires à faible puissance (mini- vibrateurs) accompagné par le système de pilotage complet et la méthode de génération de signaux sismiques. L'ensemble constitue un outil fiable et à faible coût permettant de mener les investigations sismiques de faible profondeur et haute résolution.