

Sheldon WARDEN

"Conversions sismo-électromagnétiques en milieux poreux"

Soutenue le 9 novembre 2012

RÉSUMÉ DE LA THÈSE:

Une onde sismique se propageant dans un milieu poreux contenant un fluide crée un mouvement relatif entre ce fluide et la matrice solide. En transportant les ions présents en excès dans la double couche électrique, ce mouvement relatif crée un courant d'électrofiltration. Ce phénomène électrocinétique, survenant à l'échelle microscopique, est à l'origine d'au moins deux types de conversions sismo-électromagnétiques observables à l'échelle macroscopique.

D'une part, il donne naissance à des champs électromagnétiques cosismiques accompagnant l'onde sismique perturbatrice. D'autre part, lorsqu'une onde sismique traverse une interface séparant deux milieux de propriétés mécaniques, électriques ou hydrologiques différentes, elle génère une discontinuité du potentiel de part et d'autre de cette interface, qui agit comme une source électromagnétique dipolaire. Les réponses interfaciales ainsi créées voyagent à des vitesses électromagnétiques et sont observées presque simultanément par tous les récepteurs. Cette thèse s'attache à la compréhension de ces phénomènes et au développement des méthodes d'imagerie géophysique basées sur les conversions sismoélectromagnétiques.

Deux axes de travail sont investigués. Le premier concerne le traitement des données sismo-électromagnétiques et en particulier l'extraction des réponses interfaciales, qui peuvent renseigner sur le sous-sol en profondeur.

Nous comparons l'impact de plusieurs méthodes de filtrage sur les amplitudes et les formes d'onde des réponses interfaciales. Nous introduisons également une nouvelle technique de séparation d'ondes en domaine des curvelets, qui s'appuie sur les similarités entre les données sismiques et cosismiques.

D'autre part, la théorie de la propagation couplée des ondes sismiques et électromagnétiques est limitée aux milieux poreux saturés. Nous l'étendons ici à des milieux partiellement saturés, pour le cas d'un mélange air/eau, en calculant les propriétés mécaniques effectives du mélange et en écrivant la conductivité électrique, la permittivité diélectrique et le couplage sismoélectrique en fonction de la saturation en eau. Nous adaptons aux conditions non-saturées un programme de simulation numérique des ondes sismo-électromagnétiques basé sur la méthode de la réflectivité générale.