

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Monsieur Guochao GAO est autorisé(e) à présenter ses travaux en vue de l'obtention du diplôme national de DOCTORAT délivré par l'école CENTRALE de MARSEILLE

Le 24 novembre 2020, à 14H00

à : Ecole Centrale de Marseille, 38 rue Frédéric Joliot Curie, 13451 Marseille cedex 13

Titre : Contribution à la modélisation et à l'imagerie sismique en présence de rugosité d'interface.

Ecole doctorale : ED 352 Physique et Sciences de la Matière

Spécialité : Optique, Photonique, et Traitement d'Image

Rapporteurs :

Monsieur Hervé CHAURIS, Professeur, Ecole des Mines, Paristech, France.

Monsieur Manell ZAKHARIA, Professeur, Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers, France.

Membres du Jury :

Monsieur Hervé CHAURIS, Professeur, Ecole des Mines, Paristech, France.

Monsieur Manell ZAKHARIA, Professeur, Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers, France.

Monsieur Didier RAPPIN, Ingénieur, Total SA, Pau, France.

Monsieur Mark ASCH, Professeur, Université de Picardie Jules Verne, France.

Madame Anne SENTENAC, Directrice de recherche CNRS, Institut FRESNEL, Marseille, France.

Madame Carole DEUMIE, Professeur, Ecole Centrale de Marseille, Marseille, France.

Monsieur Paul CRISTINI, Chargé de recherche CNRS, LMA, Marseille, France.

Madame Nathalie FAVRETTO-CRISTINI, Chargée de recherche CNRS, LMA, Marseille, France.

Résumé :

En raison de divers processus géologiques et de mouvements crustaux, les interfaces rugueuses existent largement dans la Terre. Une interface rugueuse peut affecter fortement la propagation des ondes sismiques par des changements d'amplitude, de phase, d'angle de diffusion, du contenu en fréquence et même de conversion de type d'onde. Inévitablement, la qualité de l'imagerie sismique ou de l'inversion en est fortement influencée. Malgré les nombreux travaux consacrés à l'interaction des ondes avec des interfaces rugueuses, cette interaction est loin d'être comprise, car il est encore difficile de modéliser la propagation des ondes sismiques dans un tel contexte et par conséquent de reconstruire correctement le sous-sol. Cette thèse étudie l'effet des interfaces rugueuses sur la modélisation et l'imagerie des ondes sismiques et explore le potentiel d'une méthode électromagnétique pour s'affranchir de cet effet et ainsi mieux imager le sous-sol.

Nous utilisons une méthode numérique basée sur les éléments finis spectraux, et plus précisément le code SPECFEM2D, qui permet de modéliser la propagation des ondes acoustiques dans le domaine temporel. Tout d'abord, nous considérons un réseau sinusoïdal et illustrons numériquement les conséquences de l'équation de réseau sur les signaux temporels. Ensuite, en utilisant l'analyse f-k, nous montrons le positionnement des différents ordres de diffraction dans le domaine fréquence-nombre d'onde. Après une analyse de sensibilité, nous sélectionnons une configuration appropriée qui permet la séparation des ordres de diffraction à partir d'un shot gather. Enfin, il est montré que la hauteur de rugosité et la longueur de corrélation influencent manifestement l'apparence du champ d'onde diffracté. Cependant, la longueur de corrélation a moins d'effet sur l'énergie des ondes diffractées que la rugosité d'interface.

Nous utilisons un schéma d'inversion de forme d'onde complète (FWI) basé sur le logiciel DENISE afin d'étudier l'influence de la hauteur de rugosité et de la longueur de corrélation sur les résultats d'imagerie sismique. Lorsque la hauteur de rugosité augmente jusqu'à atteindre la longueur d'onde dominante ou plus, le bruit aléatoire domine dans les données sismiques, et les résultats FWI se détériorent considérablement, en particulier pour la reconstruction d'un réflecteur horizontal situé sous l'interface rugueuse. En revanche, la longueur de corrélation a un effet beaucoup plus faible sur le bruit aléatoire et la qualité des résultats inversés.

Comme démontré dans ce travail, la rugosité de l'interface a un impact majeur sur la propagation et l'imagerie des ondes sismiques. Lorsqu'une interface rugueuse est présente dans le sous-sol, son effet doit être examiné de manière critique dans le cadre de la FWI, afin de reconstruire correctement les réflecteurs éventuellement situés en dessous, puis d'interpréter correctement les images du sous-sol. Dans ce contexte, nous effectuons des tests préliminaires sur l'utilisation d'une méthode d'extinction sélective visant à enlever l'impact de la rugosité sur les champs d'ondes. Les résultats sont prometteurs et montrent le potentiel de la méthode pour une meilleure imagerie. De plus, l'écart type de l'amplitude des données traitées semble pouvoir être utilisé pour évaluer les caractéristiques de l'interface rugueuse, ce qui présenterait également un intérêt important pour les géophysiciens et les géologues.