

Schémas numériques conservatifs pour la propagation d'ondes hautes fréquences en milieux hétérogènes

Joan Staudacher

Soutenance le 6 novembre 2013 à 10 h 00 devant le jury composé de :

Marc Bonnet	Directeur de Recherches CNRS – ENSTA ParisTech, Président
Radjesvarane Alexandre	Professeur Ecole Navale & Shanghai Jiao Tong University, Rapporteur
Bruno Lombard	Chargé de recherche CNRS – LMA Marseille, Rapporteur
Didier Clouteau	Professeur ECP, Directeur de Thèse
Eric Savin	ONERA, Co-directeur de Thèse

Le présent travail porte sur la résolution numérique de l'équation des ondes acoustiques ou élastiques dans un milieu homogène par morceaux comportant des interfaces. On s'intéresse à un problème haute fréquence, introduit par des conditions initiales fortement oscillantes, pour lequel on détermine la répartition de la densité d'énergie dans le milieu par une approche dite cinétique (fondée sur l'utilisation d'une transformation de Wigner). Le problème considéré est alors réduit à une équation de transport en milieu homogène du type Liouville, complétée par des lois de réflexion et transmission aux interfaces. Différentes méthodes de résolution et d'autres cas d'application sont par ailleurs évoquées. La résolution numérique de l'équation de transport décrivant l'évolution de la densité d'énergie dans l'espace des phases positions x vecteurs d'onde est effectuée par différences finies. Cette technique soulève plusieurs difficultés relatives à la conservation de l'énergie totale dans le milieu et aux interfaces. Elles peuvent être corrigées par des schémas numériques adaptés permettant de limiter la dissipation numérique par une approche globale ou locale. Les développements réalisés concernent l'interpolation des densités d'énergie obtenues par transmission sur la grille des vecteurs d'onde discrets, ainsi que la correction de la différence d'échelle de variation de la vitesse des ondes de part et d'autre des interfaces. L'intérêt de ces adaptations est d'obtenir des schémas conservatifs qui satisfont les critères de convergence usuels des méthodes aux différences finies. Leur construction ainsi que leur mise en œuvre effective constituent le principal apport de cette thèse. La pertinence des méthodes utilisées est illustrée par des exemples de simulation, qui montrent également leur efficacité pour des maillages relativement grossiers.