

Modélisation numérique pour la diffraction d’ondes acoustiques transitoires par des interfaces résonantes

Marie TOUBOUL, Aix-Marseille Université

Cdric BELLIS, Aix-Marseille Université

Bruno LOMBARD, Aix-Marseille Université

Le problème physique concerne la propagation d’ondes acoustiques à travers des inclusions disposées dans un milieu 2D avec une périodicité h . La masse volumique ρ et le module de cisaillement χ sont constants par morceaux :

$$(\rho, \chi)(\mathbf{x}) = \begin{cases} (\rho_m, \chi_m) & \text{dans la matrice} \\ (\rho_i, \chi_i) & \text{dans les inclusions.} \end{cases}$$

Les résonances sont possibles avec un faible contraste sur les modules de cisaillement $\chi_i/\chi_m = \mathcal{O}(1)$ et un fort contraste sur les masses volumiques $\rho_m/\rho_i = (kh)^2$, où $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ est le nombre d’onde dans la matrice et λ est la longueur d’onde suppose beaucoup plus grande que h .

Sous ces hypothèses, le problème microstructuré peut être remplacé par un problème homogénéisé équivalent [1]. Ce dernier consiste à résoudre les équations volumiques de part et d’autre d’une interphase d’épaisseur a , et des conditions de saut sur la pression et la vitesse normale sur les bords de cette interphase.

Des champs auxiliaires [3] peuvent être introduits pour obtenir un ensemble d’équations sous une forme locale dans le domaine temporel. Le système obtenu est alors du premier ordre et nécessite de calculer autant de variables auxiliaires que de résonances pour chaque point du bord de l’interphase.

Un schéma aux différences finies est utilisé pour résoudre numériquement le problème homogénéisé. Ce schéma doit être adapté parce que la solution n’est pas définie dans l’interphase et cette modification tient compte des conditions de saut. En effet, un point M est dit irrégulier si le schéma au point M nécessite des noeuds situés dans l’interphase où la solution n’est pas définie. Pour ces points, des valeurs fantômes vont être utilisées dans l’interphase et des valeurs numériques directes seront utilisées en dehors de l’interphase. Ces valeurs fantômes sont construites comme un prolongement suffisamment régulier de la solution sur le bord de l’interphase, en utilisant les conditions de saut. Leur construction est détaillée dans [2] pour le cas non résonant et est adaptée ici au cas résonant en tenant compte des champs auxiliaires. Pour une onde plane et une interphase résonante plane ou circulaire, une solution semi-analytique peut être calculée et comparée à la solution numérique.

Références

- [1] K. Pham, A. Maurel, and J.-J. Marigo, Two scale homogenization of a row of locally resonant inclusions - the case of shear waves, *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, **106** (2017), pp. 80–941
- [2] B. Lombard, A. Maurel, and J.-J. Marigo, Numerical modeling of the acoustic wave propagation across an homogenized rigid microstructure in the time domain, *Journal of Computational Physics*, **335** (2017), pp. 558–577
- [3] C. Bellis and B. Lombard, Simulating transient wave phenomena in acoustic metamaterials using auxiliary fields, *Wave motion*, **86** (2019) , pp. 175–194

Cdric BELLIS, Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, LMA UMR 7031, Marseille, France
bellis@lma.cnrs-mrs.fr

Bruno LOMBARD, Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, LMA UMR 7031, Marseille, France
lombard@lma.cnrs-mrs.fr

Marie TOUBOUL, Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, LMA UMR 7031, Marseille, France
touboul@lma.cnrs-mrs.fr