

Sur l'existence et de l'unicité de solutions pour les équations de Maxwell-Drude-Born-Fedorov en présence de métamatériaux homogénéisés

Pierre-Henri COCQUET, ONERA Toulouse

Vincent MOUYSSET, ONERA Toulouse

Pierre-Alain MAZET, ONERA Toulouse

Mots-clés : Métamatériaux, Equations de Maxwell-Drude-Born-Fedorov.

Les matériaux dont les indices de permittivités et de perméabilités sont simultanément négatifs ont été étudiés théoriquement par V.G. Veselago [4] aux alentours des années 1968 sous le nom de "matériaux main-gauche". Il montre en particulier quelques propriétés exotiques de ce type de milieu comme par exemple l'inversion de l'effet Doppler ou de l'effet Vavilov-Cerenkov. L'intérêt pour ces milieux a été initié par J.B. Pendry vers les années 2000. En effet, il réussit à construire un "matériau main-gauche" via un assemblage périodique de "Split-Ring-Resonators" [3] et ces structures sont désormais appelées "métamatériaux". N'existant pas à l'état de nature, ils sont principalement obtenus par homogénéisation de structures composées de matériaux "classiques" (voir par exemple [2]). Ainsi, les paramètres physiques des métamatériaux dépendent de la pulsation et peuvent devenir négatifs au voisinage de certaines pulsations. Les applications de ces milieux exotiques sont nombreuses. Citons par exemple la cape d'invisibilité, la super lentille ou encore le "miroir d'Alice".

Concernant l'étude mathématique des équations issues de la modélisation physique des métamatériaux, la principale difficulté provient de la présence d'indices négatifs entraînant une perte de coercivité des opérateurs de multiplications intervenant dans ces équations. Ainsi les résultats d'analyse classique de type alternative de Fredholm ne s'appliquent plus tels quels. Dans le cas de matériaux à support compact d'indices "négatifs" constants par morceaux, l'existence et l'unicité de solution pour des problèmes de type Helmholtz a été démontrée dans [1] à l'aide d'un problème de transmission modifié.

Ainsi, dans cette présentation, nous allons nous intéresser à l'étude de métamatériaux homogénéisés, à support compact, dont les indices dépendent de la pulsation w et sont négatifs sur une plage de fréquences w . Le but est donc d'étudier l'existence et l'unicité de solutions, en présence de métamatériaux homogénéisés sur un domaine borné Ω , pour les équations de Maxwell-Drude-Born-Fedorov modélisant la propagation d'ondes électromagnétiques dans les matériaux chiraux [2]. Nous montrerons que l'existence et l'unicité de solutions pour ce type de systèmes persiste, même en présence de métamatériaux, sous des hypothèses compatibles avec certains modèles homogénéisés de la littérature [2, 4]. Des exemples issus de la physique tel qu'un réseau périodique de "SRR" [3] seront étudiés.

Références

- [1] A.S. BONNET BENDHIA, MONIQUE DAUGE, KARIM RAMDANI, *Analyse spectrale d'un problème de transmission non coercif*, Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series I - Mathematics
- [2] S. GUENNEAU, F. ZOLLA, *Homogenization of 3D finite chiral photonic crystals*, ScienceDirect, Physica B, vol. 394, 145-147, 2007.
- [3] J.B. PENDRY, A.J. HOLDEN, D.J. ROBBINS, W.J. STEWART, *Magnetism from Conductors, and Enhanced Non-Linear Phenomena*, IEEE transactions on microwave theory and techniques, vol. 47, 1999.
- [4] V.G. VESELAGO, *The electrodynamics of substance with simultaneously negative values of ϵ and μ* , Soviet Physics USPEKHI, Vol. 10, number 4, 1968.

Pierre-Henri COCQUET, ONERA, 2 avenue E.-Belin, BP 4025,31055 Toulouse cedex, FRANCE

Pierre-Henri.Cocquet@onera.fr

Vincent MOUYSSET, ONERA, 2 avenue E.-Belin, BP 4025,31055 Toulouse cedex, FRANCE

Vincent.Mouysset@onera.fr

Pierre-Alain MAZET, ONERA, 2 avenue E.-Belin, BP 4025,31055 Toulouse cedex, FRANCE

Pierre.Mazet@onera.fr