

Propagation ultrasonore dans des nanofluides

Financement : Allocation doctorale d'établissement (3 ans, 1684,93 E brut / mois).

Ecole doctorale : ED 351 SPMII

Etablissement : Université du Havre

Poste à pourvoir le : 01 10 2016

Encadrement : F. Luppé et P. Maréchal : Laboratoire Ondes et Milieux Complexes, Le Havre, France

Le sujet

Les nanofluides sont des suspensions désordonnées de (nano)particules (1 à 100 nm) dans des fluides hôtes. Ils sont couramment utilisés tant dans l'industrie que dans le domaine biomédical [1], et leur intérêt en tant que métamatériaux a été démontré récemment [2].

Pour de faibles concentrations de particules de tailles comprises entre 100 et 1000 nm, la caractérisation d'une suspension colloïdale aqueuse (évaluation de la concentration, polydispersité) peut être effectuée par la mesure, en fonction de la fréquence, de l'atténuation subie par une onde de compression ultrasonore au cours de sa propagation [3]. Cette atténuation est en effet décrite par la partie imaginaire de l'onde cohérente décrite par une théorie de diffusion multiple [4]. Quand la taille des particules diminue et que la concentration augmente, il faut tenir compte du fait que le milieu hôte n'est pas un fluide parfait en intégrant, dans le processus de diffusion multiple, les phénomènes de conversion d'ondes (ondes de compression / de cisaillement / thermique) [5-7].

Les modélisations utilisées [4,5] reposent sur le développement asymptotique du carré du nombre d'onde de l'onde cohérente, autour de celui en absence de particules, en puissances de la concentration. La seule connaissance de la valeur de cette dernière ne suffit cependant pas à prévoir l'ordre auquel le développement peut être limité pour obtenir un accord satisfaisant entre théorie et expérience.

Le sujet proposé consiste donc à définir précisément, et si possible augmenter, le domaine de validité du modèle [5], à l'adapter à la résolution du problème inverse consistant à caractériser un nanofluide éventuellement polydisperse, et à explorer la possibilité d'application des formules donnant les propriétés des ondes transverses et/ou thermiques cohérentes issues du processus de diffusions multiple.

Le travail s'effectuera au LOMC (Le Havre). Dans le cadre d'une collaboration internationale avec l'Université de Loughborough (Angleterre), la thèse se fera en collaboration avec le Docteur Valerie J. Pinfield, Chemical Engineering Department (le candidat devra être disponible à la mobilité).

Profil recherché

Bonnes connaissances en propagation d'ondes et en programmation scientifique (Fortran et/ou Matlab). Anglais oral et écrit.

Le candidat devra manifester un intérêt réel tant pour les équations que pour les expériences.

Contact

francine.luppe@univ-lehavre.fr

Références

- [1] K. V.Wong, O. De Leon "Applications of Nanofluids: Current and Future", *Advances in Mechanical Engineering* (2010), doi:10.1155/2010/519659.
- [2] T. Brunet, A. Merlin, B. Mascaro¹, K. Zimny, J. Leng, O. Poncelet, C. Aristégui, O. Mondain-Monval, "Soft 3D acoustic metamaterial with negative index", *Nature Materials* **14**, pp 384-388 (2015)
- [3] R.E. Challis, M.J.W. Povey, M.L. Mather, A. K. Holmes "Ultrasound techniques for characterizing colloidal dispersions", *Rep. Prog. Phys.* **68**, pp 1541-1637 (2005).
- [4] P. Lloyd, M.V. Berry, "Wave propagation through an assembly of spheres. IV Relations between different multiple scattering theories", *Proc. Phys. Soc.* **91**, pp 678-688 (1967)
- [5] F. Luppé, J.M. Conoir, A.N. Norris "Effective wavenumbers for thermo-viscoelastic media containing random configurations of spherical scatterers", *J. Acoust. Soc. Am.* **131**, pp 1113-1120 (2012).
- [6] R.E. Challis, V.J. Pinfield "Ultrasonic wave propagation in concentrated slurries - The modelling problem", *Ultrasonics* **54**, pp 1737-44 (2014)
- [7] D.M. Forrester, J. Huang, V.J. Pinfield, F. Luppé "Experimental verification of nanofluid shear-wave reconversion in ultrasonic fluids", *Nanoscale* **8** (10), pp 5497-5506 (2016)