

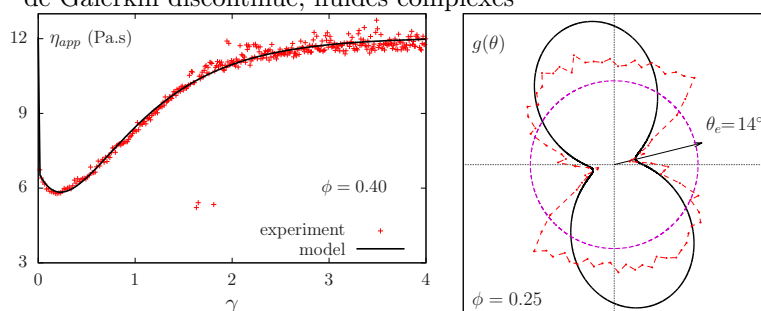
Un modèle viscoélastique pour les suspensions de particules rigides

Olivier Ozenda, LJK, Grenoble

Pierre Saramito, LJK, Grenoble

Guillaume Chambon, IRSTEA Grenoble

Mots-clés : Équations aux dérivées partielles, système d'équations hyperboliques non-linéaires, méthode de Galerkin discontinue, fluides complexes



La modélisation mathématique des suspensions de particules solides présente de nombreuses applications, notamment la prévention des risques naturels, causés par des coulées de débris et ou des laves torrentielles par exemple. Certains modèles quasi-newtoniens ont donné de bons résultats en cisaillement simple et en régime stationnaire mais, la microstructure n'est modélisée que par une variable scalaire, la fraction volumique. Afin de modéliser des effets transitoires et de considérer des géométries plus complexes, nous proposons un modèle couplant les équations de Navier-Stokes incompressibles avec un tenseur de structure vérifiant une équation aux dérivées partielles hyperbolique non-linéaire, voir [1]. Ainsi, l'anisotropie de la microstructure sous cisaillement est modélisée. Sur la figure de gauche la viscosité apparente η_{app} est tracée en fonction de la déformation γ lors d'une inversion de cisaillement. Le comportement non trivial observé expérimentalement par [3] (en rouge) est prédit correctement par le modèle (en noir). Le modèle est aussi en mesure de donner des prédictions sur la fonction de distribution de paire en régime stationnaire. Sur la figure de droite est représentée en coordonnées polaires la probabilité $g(\theta)$ pour une particule d'avoir une particule voisine dans la direction $\theta \in [0, 2\pi]$. L'angle de déplétion correspondant au minimum de $g(\theta)$, représenté par la flèche, est bien retrouvé. Plus généralement, l'allure des observations (en rouge) est correctement prédite (en noir). A titre de comparaison, le cercle bleu représente une probabilité uniforme. Dans [2], le modèle est étendu afin de prédire des contraintes normales réalistes. Celles-ci sont calculées du fait de la présence d'une dérivée objective de type Gordon-Schowalter dans l'équation d'évolution du tenseur de structure au lieu d'être postulées comme dans les modèles quasi-newtoniens. En conclusion, nous proposons un modèle continu pour les suspensions permettant des prédictions quantitatives à l'échelle macroscopiques en régime transitoire et à l'échelle microscopique en régime stationnaire. Le bon comportement des différences de contrainte normale prédites ouvre la voie à des simulations en géométries complexes.

Références

- [1] O. OZENDA, P. SARAMITO, G. CHAMBON. *A new rate-independent tensorial model for suspensions of non-colloidal rigid particles in Newtonian fluids*. in press, 2017. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01528817>
- [2] O. OZENDA, P. SARAMITO, G. CHAMBON. *Normal stress comparisons with a tensorial model for suspensions of non-colloidal rigid particles*. submitted, 2018.
- [3] F. BLANC, F. PETERS, AND E. LEMAIRE. *J. Rheol.*, 55(4):835–854, 2011.

Olivier Ozenda, Lab. J. Kuntzmann, CNRS et univ. Grenoble-Alpes
olivier.ozenda@univ-grenoble-alpes.fr

Pierre Saramito, Lab. J. Kuntzmann, CNRS et univ. Grenoble-Alpes
pierre.saramito@imag.fr

Guillaume Chambon, IRSTEA Grenoble et univ. Grenoble-Alpes
guillaume.chambon@irstea.fr