

Stabilité d'un ferrofluide en apesanteur confiné entre deux anneaux cylindriques en rotation différentielle

Antoine Meyer¹, Romain Canu², Marie-Charlotte Renoult² & Innocent Mutabazi¹

¹ Normandie Université, UNIHAVRE, CNRS UMR 6294, LOMC, Le Havre, 76058, France

² Normandie Université, INSA ROUEN, CNRS UMR 6614, CORIA, Rouen, 76000, France

antoine.meyer@univ-lehavre.fr

On considère un système de Couette où le cylindre intérieur de rayon R_1 est maintenu à la température T_1 et où le cylindre extérieur de rayon R_2 est maintenu à la température T_2 (fig. 1). Un empilement d'aimants situé à l'intérieur du cylindre intérieur génère un champ magnétique considéré comme invariant suivant la position axiale. Un ferrofluide remplissant l'interstice formé entre les deux cylindres subit une force de volume due à l'aimantation \mathbf{M} du fluide. L'aimantation étant une fonction de la température, la force peut être vue comme une poussée thermique résultant de l'action d'une gravité magnétique \mathbf{g}_m sur la stratification de masse volumique [1]. De plus, l'accélération centrifuge \mathbf{g}_c produit par la rotation des cylindres agira également sur le gradient de masse volumique [2], de sorte que la poussée thermique totale s'écrive :

$$\mathbf{F}_{Buo} = -\alpha\rho_{ref}(T - T_{ref})(\mathbf{g}_m + \mathbf{g}_c), \quad (1)$$

où α est le coefficient d'expansion thermique, ρ est la masse volumique et T est la température. L'indice *ref* correspond à une référence pour la température et pour sa masse volumique associée.

La force de poussée totale participe au transfert de l'énergie depuis l'état de base vers les perturbations, et ainsi, joue un rôle dans la condition de stabilité du système de Couette. L'instabilité de Couette-Taylor est stabilisée ou déstabilisée selon la direction du gradient de température appliqué et en fonction des paramètres de contrôle (propriétés du fluide, géométrie et forçage extérieur). Pour obtenir le seuil au-delà duquel l'instabilité croît, on applique une méthode d'analyse de stabilité linéaire qui nous permettra également de déduire les propriétés spatiales et temporelles de cette instabilité. Une analyse énergétique complète cette étude afin d'identifier les mécanismes principaux responsables de l'apparition de l'instabilité.

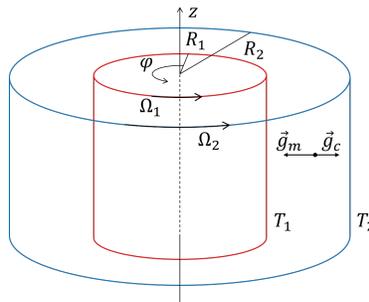


Figure 1. Schéma d'un ferrofluide confiné entre deux cylindres coaxiaux tournants et maintenus à différentes températures avec un champ magnétique appliqué.

Références

1. Tagg R., Weidman P. D. Linear stability of radially-heated circular Couette flow with simulated radial gravity. *Z. angew. Math. Phys.* **58** : 431-456, 2007.
2. Yoshikawa H. N., Nagata M., Mutabazi I. Instability of the vertical annular flow with a radial heating and rotating inner cylinder. *Phys. Fluids* **25** : 114104, 2013.