

Couple et nombre de rouleaux dans un écoulement de Taylor-Couette pour des fluides viscoélastiques

Borja Martínez-Arias, Jorge Peixinho, Olivier Crumeyrolle & Innocent Mutabazi

Laboratoire Ondes et Milieux Complexes, CNRS UMR 6294 et Université du Havre, 76600 Le Havre
jorge.peixinho@univ-lehavre.fr

L'instabilité de Taylor-Couette fait apparaître des rouleaux qui sont des tourbillons toroïdaux entre deux cylindres. Lorsque l'on augmente la vitesse de rotation du cylindre intérieur, l'écoulement devient turbulent. Cependant, la structure à grande échelle en rouleaux toriques reste pratiquement inchangée, même s'il s'y superpose des mouvements turbulents à petite échelle [1,2]. Afin de caractériser cet écoulement turbulent, nous présentons de nouvelles expériences où l'on modifie le nombre de rouleaux de 18 à 34 (9 états) dans une cellule avec un rapport d'aspect de 30. Dans ce régime des rouleaux turbulents de Taylor, un changement de comportement est observé correspondant aux intersections des courbes qui représentent le couple du cylindre intérieur en fonction du nombre de Reynolds pour les différents nombres de rouleaux. Pour des nombres de Reynolds avant l'intersection, le couple est plus important pour des états avec des grands nombres de rouleaux. Après l'intersection, le couple est plus important pour un petit nombre de rouleaux. Ces différents comportements indiquent que le couple adimensionnel dépend du rapport d'aspect des rouleaux. De plus, l'évolution du couple est analysée en tenant compte de l'analogie proposée récemment [3] entre la convection turbulente de Rayleigh-Bénard et la turbulence dans l'écoulement de Taylor-Couette. L'intérêt de cette analogie est d'identifier les lois d'échelle et l'évolution des exposants obtenus [4]. Pour des vitesses de rotation dans la gamme de nombres de Reynolds étudiée, l'exposant dépend du rapport d'aspect des rouleaux [5].

Lorsqu'une solution de polymères est cisailée entre deux cylindres, le couple augmente en tenant compte des effets des polymères en solutions. Nous avons testé un mélange dilué et semi-dilué d'une solution contenant un polymère avec des masses molaires relativement faibles et fortes (c'est à dire des chaînes de polymères courtes et longues). Les viscosités de cisaillement et élongationnelles, ainsi que les temps de relaxation du mélange, sont mesurés. La stabilité de l'écoulement est suivie simultanément à l'aide de mesures du couple et de visualisations. Pour de fortes concentrations de polymère, on observe un comportement hystérétique, typique des transitions sub-critiques. Au cours de la décélération du cylindre intérieur, des ondes stationnaires de grande longueur d'onde (diwhirls) sont observées [6,7]. Leur longueur d'onde est contrôlée par la décélération et il est possible d'observer jusqu'à six états différents. Finalement, en régime turbulent ou inertio-viscoélastique, les fluctuations du couple sont analysés afin de caractériser les transferts d'énergie dans cet écoulement.

Références

1. D. P. LATHROP, J. FINEBERG & H. L. SWINNEY, *Phys. Rev. A*, **46**, 6390 (1992).
2. B. DUBRULLE, O. DAUCHOT, F. DAVIAUD, P.-Y. LONGARETTI, D. RICHARD & J.-P. ZHAN, *Phys. Fluids*, **17**, 95103 (2005).
3. B. ECKHARDT, S. GROSSMANN & D. LOHSE, *J. Fluid Mech.*, **581**, 221 (2007).
4. F. RAVELET, R. DELFOS & J. WESTERWEEL, *Phys. Fluids*, **22**, 55103 (2010).
5. B. MARTÍNEZ-ARIAS, J. PEIXINHO, O. CRUMEYROLLE & I. MUTABAZI, *J. Fluid Mech.*, **748**, 756 (2014).
6. R. HAAS & K. BUHLER, *Rheol. Acta*, **28**, 402 (1989).
7. A. GROISMAN & V. STEINBERG, *Phys. Rev. Lett.*, **78**, 1460 (1997).