

Instabilité centrifuge d'un écoulement de Taylor-Couette elliptique

Sauret A., Le Dizès S., & Le Bars M.

IRPHE - UMR 6594 Technopôle de Château-Gombert - 49, rue Joliot Curie - B.P. 146
13384 Marseille Cedex 13, France
sauret@irphe.univ-mrs.fr

L'étude de l'instabilité de l'écoulement de Taylor-Couette entre deux cylindres concentriques en rotation a suscité un grand intérêt depuis les travaux initiaux de G.I. Taylor [1]. Bien que cette instabilité soit aujourd'hui bien connue théoriquement et expérimentalement, des effets extérieurs peuvent être ajoutés à cet écoulement qui le rendent alors plus complexe : champ magnétique, parois compliantes, fluide viscoélastique, flux thermique, stratification [2],[3], etc.

Dans notre cas, nous nous intéressons à l'effet d'un forçage elliptique sur un écoulement de Taylor-Couette à large gap. La stabilité d'un tel écoulement est étudiée par des méthodes asymptotique, numérique et expérimentale lorsque le cylindre extérieur est déformé elliptiquement en gardant la section du cylindre intérieur circulaire.

Des expériences montrent que l'écoulement déformé elliptiquement peut devenir instable pour des configurations où l'écoulement de Taylor-Couette non déformé serait stable. L'instabilité ne semble pas être du type "instabilité elliptique" [4] mais plutôt de nature centrifuge. Cette instabilité est caractérisée par l'apparition de structures stationnaires et principalement axisymétriques localisées au voisinage du cylindre intérieur.

Dans l'étude analytique, nous montrons par une approche perturbative, que les corrections non-linéaires à l'écoulement de Taylor-Couette induites par la déformation elliptique sont non négligeables au voisinage du cylindre intérieur. Avec les paramètres expérimentaux utilisés, ces corrections non-linéaires ne sont pas suffisantes pour rendre l'écoulement instable centrifuge. Néanmoins, nous montrons également que cette correction, qui peut conduire à une contra-rotation au voisinage du cylindre intérieur, peut devenir très importante durant la phase de spin-up, ce qui est en accord avec les expériences effectuées.

Références

1. Taylor G.I., 1923. Stability of a viscous fluid contained between two rotating cylinder. *Phil. Trans. Roy. Soc.*, 223, A, 289–343
2. Le Bars M., Le Gal P., 2007. Experimental analysis of the Strato-Rotational Instability in a cylindrical Couette flow. *Phys. Rev. Lett.*, (99), 064502.
3. Rüdiger G., Shalybkov D. A., 2009. Stratorotational instability in MHD Taylor-Couette flows. *Astronomy and Astrophysics*, 493, 375–383.
4. Kerswell, R. R., 2002. Elliptical instability. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 34, 83–113.