

Etude expérimentale de l'instabilité linéaire de l'écoulement de Taylor-Couette turbulent

Arthur Viallefont, Grégoire Lemoult & Arnaud Prigent¹

LOMC, Université Le Havre Normandie - CNRS, 53 rue de Prony, 76058 Le Havre
 arthur.viallefont@etu.univ-lehavre.fr

Dans l'écoulement de Taylor-Couette (TCF), l'écoulement d'un fluide confiné entre deux cylindres coaxiaux en rotation, la transition vers la turbulence peut prendre différentes formes. Lorsque les deux cylindres tournent en directions opposées, elle se caractérise par l'apparition de régimes de coexistence laminaire-turbulent entre le régime laminaire et le régime complètement turbulent. Ces régimes peuvent prendre la forme d'hélices de turbulence ou de tâches turbulentes dans un écoulement par ailleurs laminaire et sont étudiés depuis leur découverte dans les années 1960 [1,2,3]. Ils ne sont pas propres au TCF mais constituent une caractéristique commune de la transition vers la turbulence dans les écoulements cisailés.

Récemment, il a été montré que la transition de l'écoulement laminaire vers le régime d'intermittence spatio-temporelle peut être décrite dans le cadre des phénomènes critiques hors-équilibre. Elle est maintenant considérée comme une transition continue appartenant à la classe de la percolation dirigée [4]. La transition entre le régime de coexistence laminaire-turbulent et la turbulence homogène a été considérée en partant de l'écoulement complètement turbulent. En procédant ainsi, il a été montré que ce régime peut être vu comme une instabilité de grande longueur d'onde de l'écoulement turbulent [5]. Très récemment, Kashyap et al. [6,7] ont étudié la stabilité linéaire de l'écoulement turbulent en canal plan. Leur étude numérique a montré que le régime de coexistence laminaire-turbulent résulte d'une instabilité linéaire de l'écoulement turbulent. Toutefois ce résultat n'a pas pu être confirmé par leur étude théorique et une confirmation expérimentale est toujours requise.

L'objectif de l'étude présentée ici est de vérifier expérimentalement si le régime de coexistence laminaire-turbulent résulte d'une instabilité linéaire de l'écoulement turbulent. Elle est effectuée dans un rhéomètre avec une géométrie de Couette caractérisée par un rapport des rayons $\eta = 0,977$ et un rapport d'aspect $\Gamma = 132$. Profitant des avantages de cette configuration, nous avons ré-exploré le diagramme des états en le corrélant aux mesures de couple. Nous avons introduit un nouveau paramètre d'ordre basé sur cette quantité et avons étudié sa variation en fonction des paramètres de contrôle. On retrouve pour cette grandeur les caractéristiques d'une transition supercritique. Nous présentons également les résultats de l'étude de stabilité de l'écoulement obtenus en réalisant des trempes depuis l'écoulement turbulent et en mesurant le taux de croissance des modes associés au motif de spirale sur la base de visualisations à 360° .

Références

1. D. COLES, Transition in circular Couette flow. *J. Fluid Mech.* **21**, 385–425, (1965).
2. C. D. ANDERECK, S. LIU, H. L. SWINNEY, Flow regimes in a circular Couette system with independently rotating cylinders. *J. Fluid Mech.* **164**, 155–183, (1986).
3. A. MESEGUER, F. MELLIBOVSKY, M. AVILA, F. MARQUES, Instability mechanisms and transition scenarios of spiral turbulence in Taylor-Couette flow. *Phys. Rev. E* **80**, 046315, (2009).
4. G. LEMOULT, L. SHI, K. AVILA, S. V. JALIKOP, M. AVILA, B. HOF, Directed percolation phase transition to sustained turbulence in Couette flow. *Nat. Phys.* **12**, 254–258, (2016).
5. A. PRIGENT, G. GRÉGOIRE, H. CHATÉ, O. DAUCHOT, W. VAN SAARLOOS, Large-scale finite-wavelength modulation within turbulent shear flows. *Phys. Rev. Lett.* **89**, 014501, (2002).
6. P. V. KASHYAP, Y. DUGUET, O. DAUCHOT, Linear Instability of Turbulent Channel Flow. *Phys. Rev. Lett.* **129**, 244501, (2022).
7. P. V. KASHYAP, Y. DUGUET, O. DAUCHOT, Linear stability of turbulent channel flow with one-point closure. *Phys. Rev. Fluids* **9**, 063906, (2024).