Motifs en bandes de l'écoulement de Couette plan transitionnel

Paul Manneville

Laboratoire d'Hydrodynamique, Ecole Polytechnique, Palaiseau
paul.manneville@polytechnique.edu

L'écoulement de Couette plan est linéairement stable pour tout nombre de Reynolds. Néanmoins, il transite vers la turbulence, en présentant un régime caractéristique – encore imparfaitement compris – de bandes obliques alternativement laminaires et turbulentes à nombre de Reynolds modéré [1]. Le travail présenté ici concerne un modèle phénoménologique conceptuellement analogue à celui développé par D. Barkley pour l'écoulement dans une conduite cylindrique [2], mais mieux fondé que l'extension à l'écoulement de Couette qui en a été faite [3]. Dans notre approche, un modèle dû à Waleffe [4] implémentant le mécanisme de maintien de la turbulence, est transformé en système de réaction-diffusion *à la Barkley*, en laissant diffuser deux de ses variables, conceptuellement les plus proches de celles choisies par celui-ci, l'écoulement moyen M et le mode d'instabilité des trainées turbulentes W. Le modèle s'écrit :

$$\begin{aligned}
(\partial_t + \alpha_m)\, M &= \sigma_m W^2 - \sigma_u UV + \alpha_m + \partial_{xx} M, \\
(\partial_t + \alpha_u)\, U &= -\sigma_w W^2 + \sigma_u MV, \\
(\partial_t + \alpha_v)\, V &= \sigma_v W^2, \\
(\partial_t + \alpha_w)\, W &= \sigma_w UW - \sigma_m MW - \sigma_v VW + D\partial_{xx} W.
\end{aligned}$$

et ne contient comme paramètre que le coefficient de diffusion de W. Ce système présente une instabilité de Turing à condition que D soit suffisamment petit et qui permet d'interpréter l'apparition des bandes. Au stade non-linéaire l'amplitude de la modulation de l'intensité "turbulente" sature, les solutions correspondantes se maintenant en dessous du seuil d'apparition de la solution non-triviale homogène représentant le régime turbulent uniforme.

Références

1. A. Prigent, G. Grégoire, H. Chaté, O. Dauchot, Long-wavelength modulation of turbulent shear flow, Physica D **174** (2003) 100–113.
2. D. Barkley, Simplifying the complexity of pipe flow, Phys. Rev. E **84** (2011) 016309.
3. D. Barkley, Modeling the transition to turbulence in shear flows, J. Phys. : Conf. Ser. **318** 032001, 2011.
4. F. Waleffe, On a self-sustaining process in shear flows, Phys. Fluids **9** (1997) 883-900.