

Motifs turbulent-laminaire dans l'écoulement de Poiseuille plan

Laurette S. Tuckerman

PMMH-ESPCI-CNRS, 10 rue Vauquelin, 75005 Paris
laurette@pmmh.espci.fr

La transition vers la turbulence est une des phénomènes les plus mystérieux dans la dynamique des fluides. Les régimes transitoires des écoulements cisailés présentent des motifs réguliers de bandes turbulentes et laminaires large et obliques. Ces motifs ont été étudié dans les écoulements de Couette circulaires [1,2,3] et plan [3,4,5]. Des motifs de bandes turbulentes et laminaires existent aussi dans l'écoulement de Poiseuille plan [6]. Nous avons simulé ces motifs numériquement en intégrant les équations de Navier-Stokes tridimensionnels avec le code Prism [7]. Afin de faciliter le suivi des motifs, nous imposons les conditions aux parois et une pression telle que :

$$u(y = \pm 1) = -2/3 \quad \int_{-1}^1 dy u(y) = 0 \quad u_{\text{laminaire}}(y) = -2/3 + (1 - y^2) \quad (1)$$

et nous utilisons un maillage de $81 \times 41 \times 512 = 1.7 \times 10^6$ points pour représenter un domaine rectangulaire dont les dimensions sont $10 \times 2 \times 40$ et qui est aligné dans la direction attendue des bandes, à un angle 24° de la direction de l'écoulement principal [4]. Démarrant nos simulations à $Re = 2000$ avec une condition initiale de turbulence uniforme, nous diminuons progressivement Re . Nous trouvons un motif de bandes pour $1550 \geq Re \geq 850$. Le motif se propage plus lentement que le flux moyen lorsque $Re > 1400$, c'est-à-dire vers la gauche dans le repère défini par (1), et plus rapidement lorsque $Re < 1400$. Pour $Re \geq 1100$, deux bandes sont présentes, donnant une longueur d'onde de 20, tandis qu'une bande est présente pour $Re \leq 1050$. A $Re = 1400$, le motif est stationnaire et deux rangées de structures sont superposées sur l'intervalle $-1 \leq y \leq 1$, avec une rangée correspondant à un signe de cisaillement.

Références

1. Coles D., *J. Fluid Mech.* **21**, 385 (1965); Andereck C.D., Liu S. Swinney, H.L., *J. Fluid Mech.* **164**, 155 (1986).
2. Meseguer A., Mellibovsky F., Avila M., Marques, F., *Phys. Rev. E* **80**, 046315 (2009); Dong S., *Phys. Rev. E* **80**, 067301 (2009).
3. Prigent A., Grégoire G., Chaté H., Dauchot O., van Saarloos W., *Phys. Rev. Lett.* **89**, 014501 (2002); Prigent A., Grégoire G., Chaté H., Dauchot O., *Physica D* **174**, 100 (2003)
4. Barkley D., Tuckerman L.S., *Phys. Rev. Lett.* **94**, 014502 (2005); Barkley D., Tuckerman L.S., *J. Fluid Mech.* **576**, 109 (2007); Tuckerman L.S., Barkley D., *Phys. Fluids* **23**, 041301 (2011).
5. Rolland J.,Manneville P., *J. Stat. Phys.* **142**, 577 (2009); Duguet Y., Schlatter P., Henningson D.S., *J. Fluid Mech.* **650**, 119 (2010); Duguet Y., Schlatter P. *Phys. Rev. Lett.* **110**, 034502 (2010).
6. Tsukahara T., Seki Y., Kawamura H., Tochio, D., in Proc. 4th Int. Symp. on Turbulence and Shear Flow Phen., pp. 935–940 (2005); Tsukahara T., Iwamoto K., Kawamura H., Takeda T, in Turbulence, Heat and Mass Transfer 5, ed. Hanjalic K., Jakirlic S. (2006).
7. Henderson R.D., Karniadakis G.E., *J. Comput. Phys.* **122**, 191 (1995).