

Oscillation à basse fréquence derrière une sphère et un cube

Benoît Semin¹, Guy-Jean Michon², José Eduardo Wesfreid¹

¹ Laboratoire PMMH, CNRS, ESPCI, Sorbone Université, Université Paris Cité, 7 quai saint-Bernard, 75005 Paris

² Institut Jean-le Rond d'Alembert, CNRS, Sorbonne Université, 4 Place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05
benoit.semin@espci.fr

La transition à la turbulence derrière un objet 3D comme une sphère ou un cube est liée à plusieurs instabilités. Nous étudions expérimentalement la seconde instabilité oscillante.

Nous considérons l'écoulement derrière une sphère ou un cube, de dimension typique $D = 24$ mm, placé dans un canal hydraulique de côté $h = 100$ mm (voir figure a). En amont de l'objet, la vitesse U est uniforme et stationnaire. Le nombre de Reynolds est $Re = DU/\nu$, où ν est la viscosité cinématique.

Derrière une sphère, deux tourbillons longitudinaux contrarotatifs se forment à un nombre de Reynolds d'environ 210. La première instabilité oscillante consiste en l'oscillation et l'émission de ces tourbillons, et elle commence à un nombre de Reynolds d'environ 270 [1]. Une instabilité similaire existe derrière un cube, à un nombre de Reynolds de 284 [2].

Nous étudions la seconde instabilité oscillante, qui est caractérisée par une fréquence plus basse que la fréquence liée à la première instabilité. Cette seconde instabilité a été étudiée numériquement [3,4], mais peu expérimentalement. Nous mesurons le champ de vitesse par vélocimétrie par images de particules (PIV) dans un plan yz situé à une distance x du centre de l'objet. Pour mesurer la basse fréquence, nous effectuons des acquisitions longues. La puissance associée à la basse fréquence est obtenue en calculant un périodogramme dans chaque fenêtre d'interrogation.

Nous avons montré que la bifurcation associée à la basse fréquence est supercritique (voir figure b). Nous avons aussi montré que les deux fréquences sont en général incommensurables, mais qu'il existe une plage où les 2 fréquences sont commensurables derrière un cube.

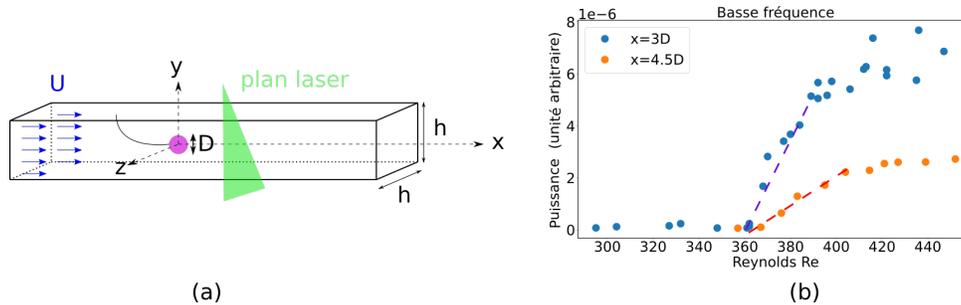


Figure 1. (a) : schéma du dispositif expérimental. (b) : puissance spectrale associée à la basse fréquence en fonction du nombre de Reynolds, dans le cas de la sphère, pour 2 positions de mesure.

Références

1. K. GUMOWSKI, J. MIEDZIK, S. GOUJON-DURAND, P. JENFFER & J. E. WESFREID, Transition to a time-dependent state of fluid flow in the wake of a sphere, *Phys. Rev. E*, **77**, 055308(R) (2008).
2. L. KLOTZ, S. GOUJON-DURAND, J. ROKICKI & J. E. WESFREID, Experimental investigation of flow behind a cube for moderate Reynolds numbers, *J. Fluid Mech.*, **750**, 73–98 (2014).
3. Q. MENG, H. AN, L. CHENG & M. KIMIAEI, Wake transitions behind a cube at low and moderate Reynolds numbers, *J. Fluid Mech.*, **919**, A44 (2021).
4. R. SCHUH FRANTZ, Instabilities and transition to turbulence in periodic flows, *PhD Hesam* (2022).