

Oscillation quasi-biennale : expérience et modèle

Benoît Semin^{1,2}, François Pétrélis² & Stephan Fauve²

¹ laboratoire PMMH, ESPCI CNRS, 7 quai saint-Bernard, 75005 Paris

² LPENS, École Normale Supérieure, CNRS, 24 rue Lhomond, 75005 Paris, France

benoit.semin@espci.fr

L'oscillation quasi-biennale est le renversement périodique du vent dans la stratosphère équatoriale. La période de cette oscillation est de 28 mois en moyenne, et n'est pas liée à un forçage astrophysique. Ce vent est connu pour être engendré par des ondes atmosphériques, notamment des ondes internes de gravité.

Nous avons mis en place une expérience qui reproduit ce phénomène en laboratoire, inspirée de celle de Plumb et McEwan [1,2]. Un fluide stratifié (eau salée) est placé entre deux cylindres verticaux transparents. Des ondes internes sont engendrées à l'aide de 16 membranes situées au-dessus du fluide. Chaque membrane oscille sinusoidalement de manière verticale, en opposition de phase avec ses deux voisines : l'onde est stationnaire dans la direction azimutale. Quand l'amplitude de l'onde est suffisante, un écoulement moyen est engendré. Cet écoulement moyen oscille avec une période très supérieure à celle de l'onde (voir figure 1). Cette oscillation de l'écoulement moyen est similaire à celle observée dans l'atmosphère.

Nous avons également résolu analytiquement le modèle qui décrit cette expérience près du seuil de la bifurcation entre l'état sans écoulement moyen et celui où il est présent. Nous avons montré expérimentalement et théoriquement que la bifurcation est une bifurcation de Hopf qui est sous-critique ou supercritique, suivant la nature de la dissipation de l'écoulement moyen. Nous avons aussi montré expérimentalement et théoriquement que l'amplitude de l'écoulement moyen en fonction de la hauteur n'est pas une fonction monotone.

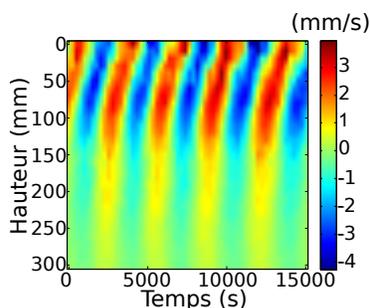


Figure 1. Diagramme spatio-temporel de l'écoulement moyen mesuré expérimentalement, pour une amplitude de forçage $M = 13,5$ mm, une période de forçage $T = 17$ s, une fréquence de Brunt-Väisälä $N = 1,5$ rad.s⁻¹. La période de l'écoulement moyen vaut $T_{QBO} = 3200$ s.

Références

1. R. PLUMB & A. MCEWAN, The instability of a forced standing wave in a viscous stratified fluid : A laboratory analogue of the quasi-biennial oscillation, *J. Atmos. Sci.*, **35**, 1827–1839 (1978).
2. B. SEMIN, G. FACCHINI, F. PÉTRÉLIS & S. FAUVE, Generation of a mean flow by an internal wave, *Phys. Fluids*, **28**, 096601 (2016).
3. B. SEMIN, N. GARROUM, F. PÉTRÉLIS & S. FAUVE, Nonlinear saturation of the large scale flow in a laboratory model of the quasibiennial oscillation, *Phys. Rev. Lett.*, **121**, 134502 (2018).