

Instabilité de précession dans un ellipsoïde

Nobili¹, Meunier¹, Le Bars¹ & Favier¹

49, Rue F. Joliot-Curie 13384 Marseille

nobili@irphe.univ-mrs.fr

L'écoulement de précession constitue un mécanisme possible de forçage turbulent du noyau liquide de la Terre et donc une probable source d'énergie pour la génération de son champ magnétique. Le mouvement de précession correspond au mouvement d'un objet autour d'un axe qui est lui-même en rotation autour d'un autre axe incliné. Nous avons étudié expérimentalement cet écoulement dans un conteneur creux ellipsoïdal, au moyen de visualisations par des particules plates et au moyen de vélocimétrie par images de particules.

Poincaré [1] a d'abord obtenu la solution analytique du mouvement d'un fluide non visqueux dans un ellipsoïde en précession. Busse [2] a ensuite pris en compte les effets visqueux et montré que cette solution peut se dédoubler pour des viscosités suffisamment faibles, faisant apparaître une bifurcation sous-critique en fonction du rapport des fréquences. Nous avons validé cette théorie et mis en évidence expérimentalement pour la première fois le cycle d'hystérésis entre ces deux solutions.

Cependant, cette solution théorique laminaire peut devenir instable pour des viscosités suffisamment faibles ou des angles de précession suffisamment grands. Nous avons obtenu expérimentalement le diagramme de stabilité qui montre la présence de plusieurs instabilités de nature différentes.

Théoriquement, plusieurs mécanismes ont été proposés, basés sur des résonances triadiques entre deux modes inertiels libres et une petite perturbation de la rotation solide. Cette perturbation peut être soit un écoulement global de cisaillement [3] soit une éruption de couche limite [4,5]. La nature de ces instabilités reste encore à définir au moyen de mesures expérimentales plus précises et de simulations numériques.

Références

1. R. Poincaré (1910). Sur la précession des corps déformables, *Bull. Astronom.* **27**, 321-356
2. F. Busse (1968). Steady fluid flow in a precessing spheroidal shell, *J. Fluid Mech.* **33**, 739-751
3. F. Kerswell (1993). The instability of precessing flow, *Geophys. Astrophys. Fluid Dyn.* **72**, 107-144
4. S. Kida (2013). Instability by weak precession of the flow in a rotating sphere, *Procedia IUTAM* **7**, 183-192
5. Y. Lin (2015). Shear-driven parametric instability in a precessing sphere, *Phys. of Fluids* **27**, 046601