

# Instabilités Magnéto-Inertielles

Cebron D., Herreman W., Le Bars M., Le Dizès S., Le Gal P., & Maubert P.

IRPHE - UMR 6594 Technopôle de Château-Gombert 49, rue Joliot Curie - B.P. 146  
13384 Marseille Cedex 13, France  
cebron@irphe.univ-mrs.fr

L'instabilité elliptique (ou instabilité de marées) correspond à la déstabilisation 3D d'écoulements tournants 2D dont les lignes de courant sont elliptiques (cf. revue par Kerswell, 2002). C'est une instabilité générique qui intervient dans de nombreux systèmes naturels, dans lesquels l'ellipticité est générée soit par des interactions entre tourbillons soit par des effets de marées. Sa présence est ainsi suggérée dans les sillages d'avion (e.g. Leweke & Williamson, 1998), les tourbillons atmosphériques et océaniques (e.g. Afanasyev, 2002), les noyaux liquides des planètes (e.g. Kerswell & Malkus, 1998), les étoiles doubles et disques d'accrétion (e.g. Lubow & al., 1993), et plus généralement dans les écoulements turbulents présentant des structures cohérentes elliptiques (e.g. Pierrehumbert, 1986 ; Bayly, 1986).

Grâce à un montage expérimental inspiré de celui de Malkus (Malkus, 1989), un certain nombre de résultats ont déjà été obtenus au sein de l'équipe, et comparés avec succès aux calculs de stabilité (analyse de stabilité locale WKB, analyse globale). Afin d'étendre ces résultats aux instabilités Magnéto-Inertielles, un métal liquide, le Galinstan, est à présent utilisé. Ainsi, en imposant un champ magnétique extérieur axial grâce à deux bobines de Helmholtz, le relevé du champ magnétique radial induit permet d'étudier de façon quantitative les instabilités qui se développent. Il est notamment possible de calculer les taux de croissance avec plus de précision que par visualisation. L'effet de modération du champ magnétique extérieur sur le taux de croissance est également étudié et comparé favorablement à la théorie. De plus, les expériences, menées en géométrie sphérique comme en géométrie cylindrique, montrent notamment que l'interaction non-linéaire entre les ondes inertielles peut provoquer des renversements spontanés du champ magnétique induit conformément à des simulations numériques d'un modèle non-linéaire (Herreman, 2009).

Parallèlement à ce travail expérimental, l'aspect numérique, complémentaire, est également développé par la mise en œuvre d'un code DNS développé au laboratoire basé sur les approximations pseudospectrales de type collocation Chebyshev et Fourier associées à un schéma temporel du second ordre. Ce code, pour l'instant non-MHD, a été adapté au problème posé par une approche originale, premier pas vers des simulations numériques d'instabilités Magnéto-Inertielles.

Ainsi, nous présenterons nos derniers résultats analytiques, expérimentaux et numériques concernant l'interaction entre les ondes inertielles, leurs instabilités, en particulier l'instabilité elliptique, et les champs magnétiques. Des conclusions seront déduites de ces observations et extrapolées vers des applications géophysiques.

## Références

1. W. HERREMAN, Instabilités elliptiques sous champ magnétique & Dynamo d'ondes inertielles **PHD Thesis**, (2009).
2. R. KERSWELL, Elliptical Instability *Annual Review of Fluid Mechanics*, **Vol. 34** : 83-113, (2002).
3. W. V. R. MALKUS, An experimental study of global instabilities due to the tidal (elliptical) distortion of a rotating elastic cylinder *Geophysical & Astrophysical Fluid Dynamics*, **Vol. 48**, Issue 1 - 3 , (1989).