

L'approximation des isopycnes ellipsoïdales pour un fluide auto-gravitant

Clément Staelen, Jean-Marc Huré
Laboratoire d'Astrophysique de Bordeaux

Déterminer la structure interne des fluides auto-gravitants en rotation est un problème de longue date en astrophysique, qui concerne aussi bien les planètes, les astéroïdes et les étoiles que les galaxies. La difficulté majeure réside dans le calcul du potentiel gravitationnel, qui n'est connu analytiquement avec une forme fermée que dans de rares cas. C'est le cas, en particulier, de l'ellipsoïde de révolution homogène. Cette figure est particulièrement intéressante, car elle correspond à un équilibre exact pour un fluide en rotation.

En revanche, ce n'est pas si simple dans le cas où le fluide est hétérogène. En effet, les expériences numériques montrent que les surfaces à masse volumique constante, ou surfaces isopycnes, ne sont pas exactement des ellipsoïdes, mais en sont généralement proches. Ainsi, la théorie des sphéroïdes imbriquées (Huré 2022a,b ; Basillais & Huré 2023) qui étudie les configurations d'équilibre d'un fluide auto-gravitant, composé de couches ellipsoïdales homogènes en rotation rigide, offre des résultats approchés qui se comparent très bien avec les expériences numériques.

Nous discuterons en particulier la limite où le nombre de couches est infini, ce qui modélise un objet totalement hétérogène, intéressant pour la description des intérieurs planétaires ou stellaires (Staelen & Huré 2024). Nous verrons que la masse volumique et le profil d'excentricité des ellipsoïdes sont reliés par une équation intégrodifférentielle, qui réduit le problème 3D à deux problèmes 1D. Nous montrerons que les solutions (pour le moment numériques) obtenues par cette approximation sont très proches des solutions numériques obtenues en résolvant le problème exact.