IRFU : Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'univers

Saclay

DAp/LDE3

Excitation stochastique des ondes gravito-inertielles dans les étoiles de masses intermédiaires et massives: effet de la sphéricité et de la modification de la convection par la rotation

Spécialité Astrophysique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Ingenieur/Master

Unité d'accueil DAp/LDE3

Candidature avant le 01/06/2022

Durée 4 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact MATHIS Stephane
+33 1 69 08 49 30
stephane.mathis@cea.fr

Résumé

L’astérosismologie a révolutionné notre connaissance des intérieurs stellaires et de leur dynamique interne. Dans ce cadre, les ondes gravito-inertielles ont émergé aux côtés des ondes acoustiques et des ondes de gravité comme une sonde puissante de la rotation stellaire interne. L'objectif de ce stage est de construire le premier modèle théorique pour leur excitation en géométrie sphérique prenant en compte la modification de la convection par la rotation de manière cohérente.

Sujet détaillé

L’astérosismologie a révolutionné notre connaissance des intérieurs stellaires et de leur dynamique interne. Dans ce cadre, les ondes gravito-inertielles ont émergé aux côtés des ondes acoustiques et des ondes de gravité comme une sonde puissante de la rotation stellaire interne (Ouazzani et al. 2020, Saio et al. 2021). La dynamique de ces ondes est conduite par l’accélération de Coriolis et la stratification et leur détection donne donc un accès direct à la rotation des régions où elles se propagent. Par exemple, la détection des ondes gravito-inertielles dans les étoiles gamma-doradus permet maintenant d’avoir une vision de la rotation de ces étoiles depuis leurs régions radiatives jusqu’à leur cœur convectif (Ouazzani et al. 2020, Saio et al. 2021).

Au delà de la compréhension de leur spectre fréquentiel, se pose maintenant la question de la prédiction/compréhension de leur amplitude et de leur amortissement. En particulier, leur excitation stochastique par la convection turbulente doit être comprise et quantifiée. Dans ce cadre, la prise en compte de la modification de la convection par la rotation doit être prise en compte (Vasil et al. 2021). Trois premiers pas ont été effectués récemment: en premier lieu, Neiner et al. (2020) ont évalué l’excitation stochastique des ondes gravito-inertielles dans les étoiles massives en géométrie sphérique mais en négligeant l’impact de la rotation sur la convection. En second lieu, Augustson, Mathis & Astoul (2020) ont évalué l’excitation stochastique des ondes gravito-inertielles avec prise en compte de la modification de la convection par la rotation mais en coordonnées cartésiennes. Enfin, Deckx Van Ruyskenvelde et al. (in prep.) ont étudié l’impact de la modification de la convection par la rotation sur l’excitation stochastique des ondes acoustiques pour les étoiles de type solaire. L’objectif de ce stage sera donc d’aller au delà de

ces preuves de concept et d'évaluer le taux d'injection d'énergie par la convection turbulente dans les ondes gravito-inertielles et de l'évaluer pour les étoiles de masses intermédiaires et massives. Nous prendrons en compte simultanément la modification de la convection par la rotation et la sphéricité du problème pour la première fois.

Augustson, Mathis & Astoul 2021, ApJ, 903, 90
Deckx Van Ruyskenvelde et al., en préparation pour Astronomy & Astrophysics
Neiner et al. 2020, A&A, 644, A9
Ouazzani et al. 2021, A&A, 640, A49
Saio et al. 2021, MNRAS, 502, 5856
Vasil et al. 2021, PNAS, 118, 2022518118

Mots clés

Mécanique des fluides, physique théorique et mathématique

Compétences

Physique théorique et mathématique Modélisation numérique

Logiciels

Summary

Full description

Keywords

Skills

Softwares