

Modes mixtes dans les étoiles de type delta Scuti et beta Cephei en rotation rapide

Spécialité Astrophysique

Niveau d'étude Bac+4/5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DAp / LDE3](#)

Candidature avant le 23/04/2020

Durée 4 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [Prat Vincent](#)

+33 1 69 08 50 25

vincent.prat@cea.fr

Résumé

Ce stage a pour but le calcul numérique de modes mixtes dans des étoiles en rotation rapide de type delta Scuti et beta Cephei.

En particulier, l'effet de la rotation et de l'âge de ces étoiles sur l'existence et les propriétés de ces modes sera étudié.

Sujet détaillé

L'héliosismologie et l'astérosismologie ont permis ces dernières années d'obtenir des contraintes inédites sur la structure interne du Soleil et des étoiles. Les deux principaux types d'oscillations dans les étoiles sont les modes acoustiques (ou modes p), dont la force de rappel est la pression, et les modes de gravité (ou modes g), dont la force de rappel est la force d'Archimède. Ces deux types d'ondes sondent généralement des régions différentes des étoiles et les ondes sonores ont souvent des fréquences bien plus élevées que les ondes de gravité. Cependant, dans certaines étoiles, il existe un régime de fréquence où les deux types de modes peuvent coexister. Si de plus leurs domaines de propagation sont suffisamment proches l'un de l'autre, les modes p et les modes g peuvent se coupler et donner naissance à des modes mixtes.

Dans le cas des sous-géantes et des géantes rouges, de tels modes mixtes sont observés et permettent notamment de sonder le profil de rotation de ces étoiles. D'après les modèles d'évolution stellaire 1D, d'autres étoiles, telles que les étoiles delta Scuti et beta Cephei, sont susceptibles de former des modes mixtes en vieillissant. Cela provient du fait que la fréquence des modes p diminue avec le temps, jusqu'à rejoindre la gamme de fréquence des modes g. Or, certaines de ces étoiles sont en rotation rapide, ce qui a pour effet d'élever la gamme de fréquence des modes g, permettant ainsi la formation de modes mixtes, y compris dans des étoiles jeunes.

Cet aspect, qui n'a jamais été étudié en détail, constitue le sujet de ce stage. Le but est d'étudier dans quel régime de rotation les modes mixtes peuvent être présents dans ce type d'étoiles et de déterminer leurs propriétés, afin de faciliter leur recherche et leur détection éventuelle dans les données des missions spatiales TESS et PLATO. Pour ce faire, l'étudiant utilisera le code d'oscillation 2D TOP permettant de calculer les modes d'oscillations en prenant en compte la rotation de manière complète.

Dans un premier temps, les modes seront calculés en utilisant des modèles polytropiques d'étoiles en rotation, simplifiés par rapport à la réalité, dans le but d'étudier l'effet de la rotation sur les modes mixtes. Dans un second temps, des modèles plus réalistes provenant du code d'évolution stellaire 1D MESA puis du code de structure 2D ESTER seront utilisés afin de déterminer comment les propriétés des modes mixtes changent avec l'âge de l'étoile.

Mots clés

Astérosismologie, évolution stellaire

Compétences

Simulation numérique, modélisation

Logiciels

TOP (oscillations stellaires) MESA (évolution stellaire 1D) ESTER (structure stellaire 2D) Python

Mixed modes in rapidly rotating delta Scuti and beta Cephei stars

Summary

Full description

Keywords

Skills

Softwares

TOP (oscillations stellaires) MESA (évolution stellaire 1D) ESTER (structure stellaire 2D) Python