

Stage M2 LUPM

Catégories: Formation, structure et évolution des étoiles

Sujet de stage: Contraindre la convection à la surface des étoiles F avec l'astérosismologie

Description (2500 caractères, espaces inclus):

L'étude des oscillations de type solaire permet de sonder les intérieurs stellaires et de contraindre la physique des modèles de structure interne. Les fréquences des modes propres d'oscillation des étoiles sont sensibles aux conditions physiques des zones dans lesquelles ces modes se propagent. Certaines combinaisons de fréquences de ces modes propres d'oscillation donnent des informations sur des régions internes spécifiques des étoiles tout en s'affranchissant de la contribution de la surface qui est actuellement mal modélisée. C'est le cas pour les combinaisons de fréquences utilisées dans les rapports r_{01} et r_{10} qui sont un outil puissant pour contraindre l'extension des coeurs stellaires (e.g. Deheuvels et al. 2016). Ces rapports sont aussi sensibles à la variation de structure présente à la base de l'enveloppe convective (glitch) ce qui induit une composante oscillatoire au signal (e.g. Roxburgh 2009).

Dans les codes d'évolution stellaire (qui permettent de prédire l'évolution de la structure interne et des propriétés de surface au cours du temps), la convection est actuellement modélisée par la théorie de la longueur de mélange (MLT). La base de l'enveloppe est alors définie à l'endroit où l'accélération des cellules convectives est nulle, mais sous l'effet de l'inertie ces cellules peuvent pénétrer dans la zone radiative. Ce phénomène est appelé overshooting ou pénétration convective (en fonction des variations des quantités thermodynamiques). Ces processus étendent donc la zone convective au-delà de la limite de Schwarzschild ce qui a un impact sur la structure interne et le mélange des éléments chimiques.

La contrainte de la position du glitch à la base de l'enveloppe convective (à l'aide des rapports r_{01} et r_{10}) permet donc de contraindre l'extension des zones d'overshoot/de pénétration convective. Cependant ces extensions dépendent beaucoup de la taille initiale de l'enveloppe convective prédite par les modèles d'évolution stellaire, et donc de la physique utilisée dans les modèles.

Ce stage portera sur la modélisation et l'analyse des rapports r_{01} et r_{10} de l'étoile KIC10162436, une étoile de type F observée par Kepler. L'étudiant(e) devra déterminer l'impact de différentes modélisations physiques (atmosphère, overshoot du cœur, rotation, ...) sur les propriétés de l'étoile et sur les rapports et ainsi mieux caractériser les processus physiques à l'œuvre dans cette étoile. Ce stage nécessitera l'utilisation de l'un des codes d'évolution stellaire développés par les chercheurs de l'équipe, d'un code permettant le calcul des fréquences d'oscillation, ainsi que d'un code de minimisation (recherche du modèle correspondant le mieux aux contraintes observationnelles dans une grille de modèle). Les résultats de ce stage pourront donner lieu à une publication.

Nature du travail: Simulation numérique, modélisation

Prérequis: Connaissances en physique stellaire et astérosismologie recommandées.

Lieu du stage: Laboratoire Univers et Particules de Montpellier (LUPM), Université de Montpellier

Informations complémentaires (Déplacement prévu en conférence ou dans d'autres laboratoires, stage en co-direction, etc.):

Date indicative de début: 01/03/2023

Durée du stage: 4/5 mois

Nom du co-encadrant : Ana Palacios / Olivier Richard

Email du co-encadrant : ana.palacios@umontpellier.fr / olivier.richard@umontpellier.fr

Gratification du stage: Acquise