

Soutenance de thèse du Service d'Astrophysique



ETUDE DES OPACITES SPECTRALES DANS LES ZONES RADIATIVES DES INTERIEURS STELLAIRES

Maëlle LE PENNEC

SAP

Mardi 22 septembre 2015 – 14h30 – Amphi Bloch – bât 774

Les progrès de l'hélio- et de l'astérosismologie permettent aujourd'hui de sonder les étoiles avec une précision jusqu'à présent inégalée. Cependant, la comparaison de ces observations avec les prédictions des codes de structure stellaire fait apparaître des différences significatives, qui pourraient être liées à une mauvaise connaissance de la production et du transport du rayonnement dans les étoiles. Dans ma thèse, j'ai étudié deux cas particuliers où ce problème se pose : les Bêta-Cépheï et le Soleil.

L'étude des Bêta-Cépheï montre des difficultés à prédire leurs modes d'oscillation, générés par un pic d'opacité des éléments du groupe du fer (principalement chrome, fer et nickel) autour de $\log T = 5.3$ via le kappa-mécanisme. Au cours de ma thèse, j'ai montré que ce mécanisme dépendait fortement des paramètres de l'étoile (âge, masse & métallicité). J'ai aussi étudié le rôle des opacités des trois éléments précédemment cités. Les calculs d'opacité utilisés en astrophysique ont été confrontés à de nouveaux calculs d'opacité (ATOMIC, SCO-RCG). Cette confrontation a permis d'estimer quantitativement certaines des limites actuelles des calculs d'opacité utilisés en astrophysique dans ce domaine thermodynamique.

Dans le cas solaire, des écarts entre les prédictions des modèles et les observations héliosismiques sont également observés et conduisent à réexaminer les calculs de transfert de rayonnement dans la zone radiative solaire. Je me suis consacrée au cours de ma thèse à cet axe de recherche et aux difficultés expérimentales qui en découlent. J'ai ainsi proposé une nouvelle plateforme expérimentale dédiée à la mesure des opacités dans les conditions solaires. Parallèlement, j'ai démarré une étude théorique sur l'impact des calculs d'opacités OPAS sur le modèle solaire et sur des modèles d'étoiles de type solaire.

A l'issue de la soutenance, un cocktail sera proposé en salle Cassini (Bâtiment 709, RDC)

Helio- and asteroseismology allow a fine knowledge of the structure of stars. However, the comparison of these observations with the predictions of stellar structure codes show discrepancies, which could be linked to a bad knowledge of the production and transport of energy. During my PhD, I have focused on two particular cases: Beta-Cephei and the Sun.

The study of Beta-Cephei has shown some difficulties to predict their oscillation modes, which are directly linked to an opacity bump of the elements of the iron bump (mainly chromium, iron and nickel) around $\log T = 5.3$ through the kappa-mechanism. I've shown that this mechanism strongly depends on the parameters of the star (age, mass and metallicity) but also on the opacity of the three previous elements. I also studied the role of the opacities of these three elements. The opacity calculations used in astrophysics have been confronted to new opacity calculations (ATOMIC, SCO-RCG). This study has given good estimates of the present limitations of some opacity calculations used in astrophysics, in this thermodynamic domain.

In the solar case, discrepancies between models and helioseismic observations are also observed and encourage to look at the radiative transfer calculations in the solar radiative zone. I dedicated a large part of my PhD to this purpose, with the proposition of a new experimental platform for the measurement of opacities in the conditions of the radiative zone. In parallel, I started a theoretical study of the impact of the new opacity calculations OPAS on the solar model but also on solar-like stars models.

After the defence, a cocktail will be served in Cassini room (Building 709, ground floor).