

Proposition de Sujet de Thèse pour Contrat Doctoral UCA

Adresse e-mail à utiliser pour toute correspondance :

ocreevey@oca.eu

Titre de la thèse

Caractérisation des différentes époques de formation de la Galaxie par détermination des âges stellaires : grands relevés astérosismiques et Gaia.

Thesis Title

Unravelling the epochs of our Galaxy by determining stellar ages using data from large surveys: asteroseismology and Gaia

Directeur de Thèse (HDR ou assimilé)

Nom : Creevey

Prénom : Orlagh

Téléphone : 0492076574

Courriel : ocreevey@oca.eu

Laboratoire d'accueil

LAGRANGE

Co-directeur

Nom :

Prénom :

HDR : Oui

Unité de recherche :

Téléphone :

Courriel :

Domaine Scientifique

DS3 - Sciences de la Terre et de l'Univers, Espace

Description du sujet

Des âges précis d'étoiles apportent une part fondamentale à la caractérisation des différentes époques de la formation de la Galaxie, dans lesquelles de façon concomitante il est important d'étudier des systèmes planétaires qui peuvent s'y former et y évoluer. Mais obtenir ces âges stellaires précis est un défi qui relève de notre connaissance de la physique stellaire et en particulier l'évolution des étoiles. En utilisant des contraintes classiques de paramètres fondamentaux comme les températures de surface, les métallicités, les luminosités combinés aux tracés évolutifs stellaires on arrive de façon standard à déterminer des âges avec une précision maximum de l'ordre de 25 à 30 percent. De plus ces modélisations standards sont en défaut pour reproduire les caractéristiques d'étoiles très pauvres en métaux (très vieilles étoiles), ces étoiles étant fondamentales pour la compréhension des premières époques de notre Galaxie. Un des moyens de contourner cette difficulté d'imprécision des âges pour les études galactiques est d'introduire de nouvelles observables : les fréquences astérosismiques, ces informations supplémentaires contraignant mieux les âges avec des erreurs typiques de 10 pourcent.

Ce projet de thèse a pour but d'analyser et d'interpréter un ensemble de données astérosismiques, spectrométriques, photométriques et leurs produits comme : Teff, logg, métallicités, fréquences astérosismiques, luminosités, pour un ensemble d'étoiles plutôt vieilles de champs galactiques et aussi membres d'amas globulaires. Le but absolu de la thèse est de produire les meilleures estimations des âges, des masses stellaires, des rayons, et de les confronter aux modèles de populations stellaires synthétiques.

Ce travail de thèse permettra à l'étudiant d'apprendre des techniques d'analyses de données astérosismiques en maîtrisant les outils développés comme par exemple les méthodes bayésiennes. Le candidat apprendra aussi à utiliser les codes de structures internes et évolution (CESAM, MESA) et de pulsation pour interpréter les résultats sismiques. Ce travail exploitera aussi les parallaxes (distances), mouvements propres, et la photométrie des Gaia Data Release 1 (septembre 2015) et 2 (avril 2018) conjointement avec les données des missions spatiales CoRoT (CNES), Kepler, K2, et TESS (NASA) pour les meilleurs diagnostics d'âges et les confronter aux modèles synthétiques de populations stellaires. Des relevés spectrographiques sol existent et seront utilisés directement, ou bien indirectement dans leurs produits publics dérivés (Teff, abondances, ...) comme les relevés APOGEE, Gaia-ESO Survey, GALAH. L'étudiant participera également comme produit de cet investissement global à la préparation de PLATO qui devrait partir en 2025 ; le succès de cette mission d'études d'astérosismologie et d'exoplanètes repose principalement sur la détermination précise des âges et donc place ce travail de thèse comme au centre de la problématique traitement des données de PLATO. Durant le parcours de thèse l'étudiant sera aussi intégré à l'activité du groupe de travail FLAME/Gaia (dont le directeur de cette thèse est « leader ») et qui doit délivrer les masses stellaires et les âges de près d'un milliard d'étoiles. Des outils statistiques d'analyses pourront être développés dans le parcours de thèse ainsi que de la modélisation stellaire à partir des codes existants.

A la fin de la thèse l'étudiant sera en position forte avec ces outils et ces données pour répondre à un ensemble de questions de la physique stellaire, de la planétologie, et de la structure de la Galaxie et de son histoire.

Description of the thesis

The true ages of stars provide key input for unravelling the history of different epochs of our Galaxy along with decoding the formation and evolution of planetary systems. However knowing the true ages of stars relies heavily on our knowledge of stellar physics and in particular the evolution of stars. Using classical constraints such as temperatures, metallicities and luminosities allows one to determine at best a relative age precision on the order of 25-30 percent using publicly available standard evolution tracks. However, these standard tracks fail to reproduce the observed characteristics of some of the more metal-poor (older) stars in our own Galaxy, and these stars hold the key to understanding the early epochs of our Galaxy. One way to overcome this obstacle is to use data that probes the inner regions of stars, stellar oscillation frequencies (asteroseismology), and these data provide the most stringent constraints on stellar models while allowing a determination of ages to 10 percent.

This thesis project aims to analyse and interpret asteroseismic, Gaia, spectroscopic and photometric data for a set of old galactic field stars and members of globular clusters. The aim is to provide constraints on the age of structures in our Galaxy, as well as providing stellar masses and radii to confront with stellar population synthesis models.

This thesis project will train the candidate in the analysis of asteroseismic data using different signal analysis tools based on state-of-the-art analysis methods (e.g. Bayesian methods). The candidate will also learn to use stellar evolution and pulsation codes (CESAM, MESA) to interpret their results. This thesis will also exploit the parallaxes (distances), proper motions, and photometry from Gaia Data Releases 1 (Sept 2015) and 2 (April 2018) along with data from the CoRoT (CNES), Kepler, K2 and TESS (NASA) missions to determine the masses and ages of these stars, and to confront them with population synthesis models. Existing public ground-based spectroscopic data or derived stellar properties from international surveys (e.g. APOGEE, Gaia-ESO Survey, GALAH) will also be exploited. The student will also participate actively in the preparation of the PLATO mission due to launch in 2025, the success of which relies on determining the ages of planet-host stars through asteroseismology, which places this thesis work at the center of the PLATO data analysis challenges. The student will also participate in the workpackage FLAME/Gaia (of which the thesis director is leader) which will deliver a catalogue of stellar masses and ages for almost a billion stars. Statistical tools can be developed during this thesis work along with stellar modeling using existing stellar codes.

By the end of their PhD the student will be in a strong position to apply the learned methodologies to answer many different questions relevant to stellar physics, planetology and the structure and evolution of the Galaxy.

Informations complémentaires

Dr Orlagh Creevey s'engage de soutenir son HDR.