

Caractérisation des naines brunes révélées par Gaia

Contexte

Communément appelée étoiles ratées, les naines brunes sont cependant des astres fascinants qui ont encore de nombreux secrets à nous révéler. L'existence de ces corps de masse trop faible pour maintenir la combustion de l'hydrogène est prédite dès les années 1960 (Kumar 1963). Cependant elles fêtent seulement les 25 ans de leurs premières découvertes (Teide 1, Gliese 929B), tout comme les exoplanètes.

Elles font le lien entre les étoiles et les planètes. Privées de source d'énergie importante en leur cœur, elles refroidissent peu à peu. Contrairement aux étoiles de la séquence principale, leur position sur le diagramme Hertzsprung-Russell n'est pas seulement fonction de leur masse, mais aussi de leur âge. Bien que ces astres soient présents en très grand nombre dans la Voie Lactée, leur faible luminosité rend leur observation plus difficile. Ainsi leurs propriétés telles que leur densité et leur fonction de luminosité sont mal connues. De plus, la détermination de leur fonction de masses devient un défi face à la dégénérescence existante entre la luminosité, l'âge et la masse de ces objets. Enfin, leur atmosphère ultra-froide est le siège d'une physique complexe, avec notamment la formation et sédimentation de poussières, dont la modélisation reste un challenge.

Objectif et méthode

Grâce aux données sans précédent du satellite Gaia, nous avons montré que Gaia DR2 contenait plusieurs milliers de ces astres (Reylé 2018). Une collaboration internationale entre chercheurs du domaine s'est mise en place pour se coordonner dans leur suivi spectroscopique avec des instruments de moyenne résolution spectrale sur des télescopes de la classe de 4 à 10 m. Une cinquantaine de spectres ont été obtenus à ce jour et d'autres seront obtenus avec SOFI au NTT en décembre 2020. Ce sont les candidats les plus proches (< 30 pc) et des candidats « outliers » dans le diagramme HR potentiellement de faible métallicité ou très jeunes.

Il s'agira d'analyser (et pour cela de développer des codes d'analyse) les spectres déjà obtenus. Leur type spectral sera déterminé à l'aide des classifications basées sur les intensités de bandes moléculaires (CaH, H₂O, CH₄), (Geballe et al 2002). Il s'agira également de comparer les spectres avec les spectres synthétiques calculés à partir de modèles récents de naines froides (modèles BTSettl, Baraffe et al 2015; Allard et al 2013). Cela permettra de déterminer les propriétés de surface de ces étoiles (gravité, température, métallicité).

Résultats attendus

Ce travail permettra de caractériser l'échantillon des naines brunes les plus proches trouvées dans Gaia DR2. Il permettra également de mettre en évidence d'éventuelles naines brunes jeunes via leur faible gravité de surface, ou de faible métallicité appartenant aux populations stellaires anciennes de la Galaxie. L'outil d'analyse développé pendant le stage permettra de caractériser tous les spectres qui seront obtenus par la suite (si le suivi spectroscopique avance bien, environ 300 spectres sont attendus).