

Mieux prédire l'évolution des étoiles massives: impact du traitement de l'atmosphère

Les étoiles massives sont définies comme celles ayant une masse supérieure à 10 Msun. Elles sont singulières à plus d'un titre. D'une part elles sont responsables de la production des éléments chimiques entre l'oxygène et le fer, de part leur nucléosynthèse. D'autre part elles émettent des vents puissants qui leur font perdre de la masse rapidement, et qui injectent beaucoup d'énergie mécanique dans le milieu interstellaire, en plus des éléments qu'elles synthétisent. Elles émettent également en grande quantité des photons capables d'ioniser l'hydrogène. Tout cela est notamment responsable de la création des régions HII. Par ailleurs, les étoiles massives terminent leur vie en supernovae, parfois associées à un sursaut gamma. Lorsqu'elles possèdent un compagnon stellaire, elles peuvent être à l'origine de l'émission d'ondes gravitationnelles lors de la fusion d'objets compacts.

L'évolution des étoiles massives est étudiée depuis des décennies. Toutefois leur apparence, notamment spectrale, au cours de cette évolution est bien moins maîtrisée. Pour pallier à cela, nous développons depuis quelques années au LUPM une approche appelée "évolution spectroscopique" dans laquelle nous prédisons l'apparence spectroscopique des étoiles massives le long de leurs tracés évolutifs (Martins & Palacios 2017, 2021, 2022). Nous avons néanmoins dû nous limiter aux stades précoces de l'évolution, sur et proche de la séquence principale, car au-delà le traitement de l'atmosphère dans les modèles d'évolution est trop approximatif.

L'objectif de ce stage est de surmonter cette limitation en incluant des atmosphères réalistes dans le calcul de l'évolution des étoiles massives, au-delà de la séquence principale. Nous anticipons que cela aura des conséquences qualitatives et quantitatives sur les tracés évolutifs et sur l'apparence spectroscopique de ces étoiles. Le stage permettra de mesurer ces effets sur un cas exploratoire qui pourra, le cas échéant, être étendu lors d'une thèse à toute une gamme d'étoiles. Parmi les questions scientifiques qui seront abordées, on peut citer le problème de la luminosité mal reproduite des étoiles Wolf-Rayet (Sander et al. 2019, Hamann et al. 2019) ou encore l'impact de ces prédictions sur les populations d'étoiles jeunes dans les galaxies à formation d'étoiles (Leitherer et al. 2020).

Le stage sera essentiellement numérique. Le code d'évolution stellaire STAREVOL sera utilisé. Des modèles d'atmosphères adaptés seront mis à disposition.

Nature du travail: Simulation numérique, modélisation

Prérequis: Connaissances en physique stellaire et en programmation recommandées (code en fortran)

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 mois

Nom du co-encadrant : Fabrice Martins

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

Gratification du stage: non acquise