

STARLAB

Etoiles évoluées et leur enveloppe: Laboratoires de physique stellaire

DUREE
15/12/2014 – 15/03/2019

BUDGET
653.266 €

DESCRIPTION DU PROJET

Contexte

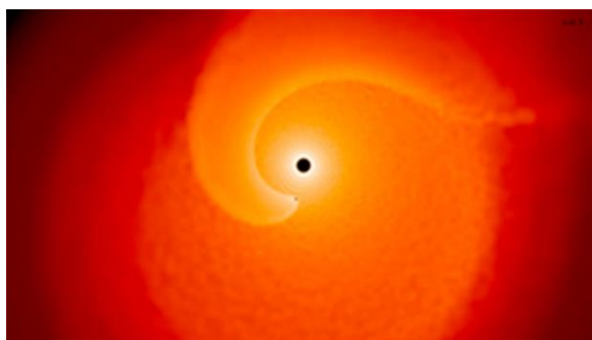
La plupart des étoiles de notre Galaxie ont des masses relativement modestes (inférieures à 8 fois la masse du Soleil; elles sont appelées « étoiles de masse faible et intermédiaire » -- MFI). Malgré leur masse modeste, elles jouent un rôle fondamental pour la production d'éléments chimiques (la « nucléosynthèse ») plus lourds que le fer (les éléments « lourds »). Cette nucléosynthèse a lieu dans les intérieurs stellaires. Des processus de mélange convectif amènent à la surface de l'atmosphère les éléments lourds produits dans les couches internes, et un vent stellaire les expulse ensuite vers le milieu interstellaire. Ces étoiles MFI participent donc activement à l'enrichissement chimique de la Galaxie, qui à son tour, influence le processus de formation des étoiles -- et de leur cortège de planètes.

Objectifs

L'objectif du projet STARLAB est de mieux comprendre les processus physiques et chimiques qui jouent un rôle important dans l'évolution des étoiles MFI, comme par exemple les processus de mélange, les effets de marée (dans le cas d'un système binaire), ou le mécanisme de perte de masse. Ces processus ont des conséquences observables sur trois plans différents : les abondances de surface des étoiles MFI (enrichissement en carbone et éléments lourds), les propriétés orbitales des systèmes binaires contenant des étoiles MFI, les caractéristiques de la perte de masse des étoiles MFI. Des données seront collectées concernant ces trois aspects, et leur confrontation aux prédictions de modèles permettront de valider ces modèles et leurs ingrédients (soit la description des processus physiques et chimiques sous-jacents).

Méthodologie

Les trois aspects évoqués ci-dessus feront chacun l'objet d'une analyse détaillée, qui met en commun les expertises complémentaires et les codes de modélisation mis au point par chacune des trois équipes impliquées (ULB : déterminations d'abondances, nucléosynthèse et évolution des étoiles simples et binaires ; KULeuven : déterminations d'abondances, modélisation des environnements circumstellaires d'étoiles simples et binaires, caractérisation de la perte de masse ; Observatoire d'Uccle : modélisation des coquilles de poussières entourant les étoiles MFI). Les données nécessaires à cette analyse émanent des instruments au sol (VLT, radiotélescope ALMA installé dans le désert d'Atacama, dans la cordillère des Andes chilienne, ou spectrographe HERMES équipant le télescope Mercator, géré par l'équipe KULeuven) ou dans l'espace (instruments PACS /SPIRES à bord du satellite Herschel).



STARLAB

Plus spécifiquement, les trois projets suivants seront traités :

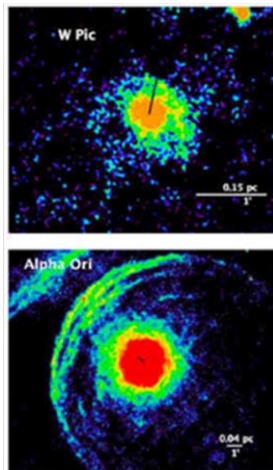
1) Détermination d'abondances à la surface d'étoiles MFI sur la branche asymptotique des géantes (étoiles AGB) et au-delà de la branche asymptotique (étoiles post-AGB), et comparaison aux prédictions des modèles de nucléosynthèse et de structure stellaire. Les étoiles qui seront étudiées sont situées dans les Nuages de Magellan (deux petites galaxies satellites de la nôtre bien visibles depuis l'hémisphère sud) ou dans le bulbe galactique, la région centrale de notre Galaxie. De ce fait, la distance de ces étoiles est connue, et elles peuvent dès lors être aisément localisées dans le diagramme de Hertzsprung-Russell (un diagramme fondamental en astrophysique, portant la luminosité de l'étoile en fonction de sa température effective) et la comparaison avec les modèles d'évolution stellaire en est ainsi grandement facilitée.

D'autre part, les rapports isotopiques de certains éléments pourront être déterminés grâce à l'utilisation de données issues du radiotélescope ALMA. Ces rapports isotopiques apportent des contraintes encore plus fines sur la nucléosynthèse que les simples rapports d'abondances d'éléments chimiques.

2) Exploration des canaux évolutifs impliquant les étoiles MFI au sein de systèmes binaires. De nombreuses étoiles (plus de 50%) sont formées dans des systèmes doubles (ou multiples), et l'interaction entre les composantes lors de l'évolution de ces couples d'étoiles conduit à des familles particulières d'objets (par exemple étoiles dites "à baryum", ou étoiles post-AGB très déficientes en métaux). Des diagnostics précieux permettant de sonder l'évolution des systèmes binaires sont les distributions d'excentricités et de périodes orbitales de ces systèmes. Au final, cet aspect du projet devrait établir une image globale des liens existant entre diverses familles de systèmes binaires impliquant des étoiles MFI, et caractérisées par des abondances de surface distinctes ou situées à des étapes différentes de leur évolution.

3) Etude des couches externes des étoiles MFI à différentes échelles spatiales afin d'élucider les mécanismes physiques responsables de l'éjection de matière dans le milieu interstellaire. Des progrès sont attendus par suite de l'utilisation de données récentes en provenance d'interféromètres infrarouges (VLTI) et radio (ALMA), ainsi que d'images et de spectres recueillis par le satellite Herschel (ESA). L'étude d'étoiles appartenant au voisinage solaire ou aux Nuages de Magellan permettra en particulier d'établir la relation entre le taux de perte de masse et le contenu en métaux de l'atmosphère.

En conclusion, le projet STARLAB aborde l'étude des objets MFI sous plusieurs angles susceptibles de mener à des progrès rapides dans les toutes prochaines années, grâce à l'accès à des observations récentes ainsi qu'à des expertises confirmées en modélisation stellaire.



COORDONNEES

Coordinateur

Alain JORISSEN

Université libre de Bruxelles (ULB)
Institut d'Astronomie et d'Astrophysique
alain.jorissen@ulb.ac.be

Partenaires

Martin GROENEWEGEN

Observatoire Royal de Belgique (ORB)
Astronomie & Astrofysica
martin.groenewegen@oma.be

Christoffel WAELKENS

Katholieke Universiteit Leuven (KULeuven)
Instituut voor Sterrenkunde
christoffel.waelkens@ster.kuleuven.be

LIENS

<http://www.astro.ulb.ac.be/pmwiki/BRAIN/People>