

## **Proposition de Sujet de Thèse pour Contrat Doctoral UCA**

Adresse e-mail à utiliser pour toute correspondance :

elagadec@oca.eu

### **Titre de la thèse**

La mort des étoiles dans des systèmes binaires vue par SPHERE/VLT

### **Thesis Title**

Stellar death in binary systems as seen by SPHERE/VLT

### **Directeur de Thèse (HDR ou assimilé)**

Nom : Lagadec

Prénom : Eric

Téléphone : 0492001979

Courriel : elagadec@oca.eu

### **Laboratoire d'accueil**

LAGRANGE

### **Co-directeur**

Nom :

Prénom :

HDR :

Unité de recherche :

Téléphone :

Courriel :

### **Domaine Scientifique**

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

## Description du sujet

La mort des étoiles dans des systèmes binaires vue par SPHERE/VLT

Durant les stades avancés de l'évolution stellaire, les étoiles de faibles masses éjectent le produit de leur nucléosynthèse dans le milieu interstellaire. C'est la source principale d'enrichissement des galaxies en poussière et en éléments tels que le carbone par exemple.

La plupart des étoiles se trouvent dans des systèmes binaires, mais l'impact d'un compagnon sur l'évolution stellaire est encore très mal connu. Les observations d'étoiles évoluées montrent qu'elles ont des formes très variées. Des observations que nous avons effectuées ont montré que les morphologies complexes observées étaient dues à la présence de disques équatoriaux (Lagadec et al., 2006, 2011, 2014; Chesneau et al., 2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2012, 2014), formés pendant une phase d'évolution commune d'enveloppes.

Des disques et des compagnons sont observés après cette phase d'évolution commune des enveloppes (Lagadec & Chesneau, 2014), mais aucun compagnon n'a encore été détecté durant cette phase. Des observations à haute résolution angulaire et haut contraste sont cruciales pour détecter ces compagnons et étudier leur impact sur la formation, la composition et l'éjection du gaz et de la poussière. A long terme, cela nous permettra d'étudier quantitativement l'effet de la binarité sur les stades évolués de l'évolution de ces étoiles et l'enrichissement chimique des galaxies.

Le laboratoire Lagrange est membre du consortium SPHERE/VLT, un nouvel instrument installé sur le Very Large Telescope au Chili, avec une optique adaptative extrême. L'installation de l'instrument au Chili cette année nous permet maintenant d'obtenir des images limitées par la diffraction et des cartes de polarisation dans le visible avec la résolution angulaire impressionnante de 15 milliarcsec. Une grande quantité de données est en passe d'être collectée dans le cadre du temps garanti "Other Science", dont nous sommes responsables. Les premières données ont déjà conduit à la détection d'un compagnon d'une étoile AGB, et les observations à suivre vont nous permettre de faire un énorme bon en avant vers la compréhension de l'effet de la binarité sur l'évolution des étoiles de faibles masses.

Le but de cette thèse est de maximiser le retour scientifique de l'instrument SPHERE/VLT et de former un étudiant aux techniques les plus avancées d'observations à haute résolution angulaire, au transfert radiatif et à une compréhension de la physique des étoiles évoluées.

Cela se fera tout d'abord en réduisant et analysant les données (déjà obtenues ou programmées) avec SPHERE/VLT ou d'autres instruments tel que par exemple VISIR/VLT. Nous sommes responsables de la réduction de toutes les données SPHERE au sein du consortium et apporterons cette expérience à l'étudiant. Pour modéliser ces données, nous utiliserons notre code de transfert radiatif 3D (Niccolini et al., 2003), qui sera adapté par l'étudiant afin de permettre la création de cartes de polarisation, qui sont nécessaire pour l'analyse des données SPHERE et à la compréhension de la formation de disques par des systèmes binaires.

Cette thèse permettra donc de former un étudiant afin qu'il devienne un spécialiste de la

---

physique des étoiles évoluées mais aussi de le préparer pour la prochaine génération d'instruments à haute résolution angulaire avec par exemple l'e-ELT.

## **Description of the thesis**

During the late stage of their evolution, low and intermediate mass stars expel the product of their nucleosynthesis to the interstellar medium. This is the main source of enrichment of the galaxies in dust and elements such as carbon. More than half of the stars are in binary systems, and yet very little is known about the impact of binarity on the evolution of stars. Observations during the ultimate phases of the evolution of these stars reveal a wide variety of non-spherical shapes. During the last years, more and more evidences have been gathered that this departure from sphericity was linked to the influence of a binary companion.

Observations we performed have shown that the observed morphologies were due to the presence of equatorial discs (Lagadec et al., 2006, 2011, 2014; Chesneau et al., 2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2012, 2014), formed during a common envelope phase of evolution.

While discs and even binaries can be seen after the common envelope phase (Lagadec & Chesneau, 2014), binaries are yet to be found during the interacting phase. High angular resolution and high contrast observations are crucial to detect these binaries and see how they impact the dust and gas formation, composition and ejection. On the long term, this will enable us to quantitatively understand how binaries affect the late stages of stellar evolution and the chemical enrichment of galaxies.

The Lagrange laboratory is a CoI of SPHERE, a new extreme adaptive optics instruments installed on the Very Large Telescope in Chile. The successful commissioning of the instrument earlier this year enables us to obtain diffraction-limited images and polarisation maps in the optical with an impressive angular resolution down to 15 milliarcsec. A rather large amount of data are being gathered as part of the « Other Science » guaranteed time, for which we are responsible. The very first set of data already lead to the detection of an interacting binary in an AGB star and the forthcoming observations are expected to bring a giant leap forward for the understanding of the effect of binaries on the evolution of low and intermediate mass stars.

The aim of this thesis is to optimise the scientific return of SPHERE/VLT and train the student to master the use of state-of-the-art high angular resolution observations, radiative transfer modelling and physical understanding of the late stages of the evolution of low and intermediate mass star. This will be done by reducing and analysing the data (already taken or scheduled) with SPHERE/VLT and other instruments such as e.g. VISIR/VLT. We are responsible for reducing most of the SPHERE/VLT data and will train the student. To model the data, we will make use of our 3D radiative transfer code (Niccolini et al., 2003), which will be adapted by the student to enable the creation of polarisation maps, which are a key to interpret the SPHERE data and study the discs formed by the binary systems.

With this thesis, we want to train a student to become an expert on the physics of evolved star and be ready for the next generation of high angular resolution instruments on e.g. the e-ELT.

---

**Informations complémentaires**