

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

Adresse e-mail à utiliser pour toute correspondance :

patrice.martinez@unice.fr

### **Titre de la thèse**

Contrôle et mise en forme du front d'onde pour le haut contraste à faible séparation angulaire avec un télescope segmenté.

### **Thesis Title**

Wavefront control and shaping for high-contrast imaging at small angular separation with segmented telescopes.

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

Nom : MARTINEZ

Prénom : Patrice

Téléphone : 0492076339

Courriel : patrice.martinez@unice.fr

### **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 détection et la caractérisation des planètes extrasolaires font parti des domaines de recherche les plus importants de l'astrophysique moderne. Parmi les différentes méthodes permettant la détection d'une exoplanète, l'imagerie directe est la technique la plus difficile mais également celle qui apporte le plus de retours scientifiques. Les coronographes sont utilisés pour permettre de rendre visible l'environnement proche d'une étoile pour détecter un compagnon, mais ils sont extrêmement sensibles aux aberrations optiques qui dégrade fortement l'obtention du haut contraste dans le champ d'observation. Pour résoudre ce problème, des miroirs déformables sont utilisés pour corriger le champ et obtenir une zone de très fort contraste communément appelée dark hole. Le contrôle et la mise en forme du front d'onde est devenu un domaine de recherche prédominant depuis plusieurs années pour obtenir du très haut contraste.

D'importants efforts de recherche visent à définir des algorithmes et des méthodes optimales de mesure du champ électrique sur l'image scientifique, ainsi que d'étendre l'applicabilité de ceux-ci sur de larges bandes spectrales (pour permettre la caractérisation spectrale d'une planète).

La prochaine génération de télescopes au sol (le futurs très grands télescopes, ELTs) actuellement en développement, va rajouter un certains nombre de contraintes (architecturales et de stabilité) additionnelles non favorables à la détection d'une exoplanète. Par exemple, la nature segmentée de leur miroir primaire et les larges structures mécaniques de support du miroir secondaire font obstruction à l'obtention du haut contraste.

La thèse proposée va se dérouler dans le cadre du projet SPEED (Segmented Pupil Experiment for Exoplanet Detection) qui vise à démontrer en conditions de laboratoire que du haut contraste dans un dark hole à très faible séparation angulaire est possible avec un télescope segmenté. Le banc SPEED propose un simulateur de télescope ELT avec un miroir déformable de 163 segments, une voie visible dédiée au cophasage du miroir primaire, et une voie infrarouge haut contraste combinant deux miroirs déformables à membrane continue et un coronographe PIAACMC. Le projet SPEED est financé grâce aux soutiens de l'Observatoire de la Côte d'Azur, le laboratoire Lagrange, l'UNS, le CNES, l'ESO, Airbus Defense & Space, et supports européens (FEDER). Le projet bénéficie également de collaborations avec des laboratoires Français (LESIA, LAM) et le télescope du Subaru.

Le doctorant sera amené à travailler activement à la fois dans la définition, le développement et la comparaison numérique d'algorithmes de "dark hole" ainsi que dans leurs implémentations et démonstrations en conditions réelles sur le banc SPEED.

## Description of the thesis

Detecting and characterizing extrasolar planets is one of the more relevant field in modern Astrophysics.

Among the various detection methods to achieve this, direct imaging of exoplanets is by far the most difficult and most rewarding approach.

Coronagraphs are used to image the area surrounding a star with sufficient contrast to detect orbiting planets, but they exhibit an extreme sensitivity to optical aberrations which causes starlight to leak into the search area. To solve this problem, deformable mirrors are used to correct the field, in order to recover a small search area of deep contrast (commonly referred to as a "dark hole"). Wavefront control and shaping techniques have

become a key field of research over the years to achieve the necessary contrast levels. Intensive efforts are made in the development of adequate correction algorithms and estimate of the electric field at the science camera, as well as adapting the correction method over as broad a bandwidth as possible (to spectrally characterize a planet). In this context, the next generation of ground-based observatories (ELTs) currently under construction, will add a multiple layers of additional complexity (architectural and stability) to detect exoplanets. For instance, the segmented nature of the primary mirror and the presence of large secondary supports is detrimental to high-contrast imaging. The thesis is proposed in the framework of the SPEED project (Segmented Pupil Experiment for Exoplanet Detection) which seek at demonstrating in laboratory conditions that a high-contrast dark-hole at small angular separations is feasible with segmented telescope. The SPEED testbed implements an ELT telescope simulator with a segmented deformable mirror controlling 163 segments, a visible optical path for cophasing the primary mirror, and a near-infrared path dedicated to high-contrast imaging combining two continuous sheet deformable mirrors and a PIAACMC coronagraph. The SPEED projet is founded by the OCA, Lagrange Laboratory, UNS, CNES, ESO, Airbus Defense & Space, and european supports (FEDER). The projet benefits from collaborations with national laboratories (LESIA, LAM) and the Subaru telescope. The thesis candidate will both work actively in the in the numerical development of dark-hole algorithms and their exploitation and demonstration in laboratory conditions with the SPEED facility.

### **Informations complémentaires**

Lien vers un papier de 2015 sur le projet SPEED:

<https://www.eso.org/sci/publications/messenger/archive/no.159-mar15/messenger-no159-19-22.pdf>