



Observatoire
de la CÔTE d'AZUR



UNIVERSITÉ
CÔTE D'AZUR

– Offre de stage M2 au laboratoire Lagrange –

Suppression de la diffraction d'un télescope segmenté pour la détection directe des exoplanètes

Lieu du stage : Laboratoire Lagrange <https://www.oca.eu/fr/accueil-lagrange>

Durée : 4 à 6 mois

Début du stage : mars/avril 2019

Superviseurs :

Patrice Martinez (maitre de conférences, patrice.martinez@oca.eu)

Mathilde Beaulieu (ingénieur de recherche, mathilde.beaulieu@oca.eu)

Contexte

La détection et la caractérisation des planètes extrasolaires font partie des domaines de recherche les plus importants de l'astrophysique moderne. Il s'agit d'un défi majeur à la fois scientifique et technologique où les photons émis par les exoplanètes nous renseignent sur les éléments chimiques constituant leur atmosphère -- avec en toile de fond la quête de biomarqueurs -- mais sont extrêmement difficiles à détecter, et ce d'autant plus que la planète est proche de son étoile. Les coronographes sont utilisés pour permettre de rendre visible l'environnement proche d'une étoile pour détecter un compagnon, mais ils sont extrêmement sensibles à : (1) l'architecture du télescope et (2) aux aberrations optiques qui dégradent fortement l'obtention du haut contraste dans le champ d'observation. La prochaine génération de télescopes au sol actuellement en développement atteindra une résolution favorable à la détection d'exoplanètes mais va rajouter des contraintes architecturales et de stabilité additionnelles nouvelles défavorables à ces détections comme par exemple la nature segmentée de leur miroir primaire et les larges structures mécaniques de support du miroir secondaire qui font obstruction à l'obtention du haut contraste. Par ailleurs, les aberrations optiques quasi-statiques (évoluant lentement lors d'une observation) génèrent quant à elles de forts résidus lumineux appelés *speckles* dans le plan focal qui présentent des caractéristiques similaires au signal d'une planète et risquent ainsi de compromettre leur détection. Pour résoudre ce problème, des miroirs déformables (système dit d'optique active) sont utilisés pour corriger le champ d'observation et obtenir une zone de très fort contraste communément appelée *dark hole* en mesurant et corrigeant en temps réel l'évolution de ces aberrations.

La coronagraphie et l'optique active sont devenus des domaines de recherche incontournables depuis plusieurs années.

Description du travail de stage

Le banc SPEED¹ vise à l'étude des méthodes d'observation en imagerie très haute dynamique avec un télescope segmenté orienté vers les très faibles séparations angulaires. Durant le stage, l'étudiant(e) travaillera sur SPEED avec le but de valider expérimentalement l'intégration et les tests préliminaires de performance du PIAACMC², le coronographe du banc. Le PIAACMC (Guyon et al. 2014) est un coronographe qui permet d'approcher les limites théoriques de détection et qui

¹ Segmented Pupil Experiment for Exoplanet Detection : <https://lagrange.oca.eu/fr/accueil-speed>

² Phase Induced Amplitude Apodization Complex Mask Coronagraph



Observatoire
de la CÔTE d'AZUR



UNIVERSITÉ
CÔTE D'AZUR

peut s'accommoder d'une pupille complexe (télescope sur axe, obstruction centrale, segmentation du miroir primaire, etc.). Il supprime les forts effets de diffraction introduits par la segmentation du miroir primaire, la diffraction de l'obstruction centrale et les « araignées » (supports mécaniques du miroir secondaire) et réduit de manière significative le flux stellaire sur l'image scientifique. Le PIAACMC associe deux composants fondamentaux : (1) une paire d'optiques asphériques dont la forme en surface est localement modifiée pour redistribuer géométriquement les faisceaux optiques et créer une modification de la transmission de la pupille sans perte de photons, (2) un masque focal complexe à modulation de phase qui combiné aux miroirs permet d'obtenir du très haut contraste à très faible séparation angulaire avec une pupille à géométrie complexe. Ce coronographe est très largement soutenu aux USA par des développements financés par la NASA, et plus récemment en France avec le soutien du CNES. Un premier prototype pour le banc SPEED a été réalisé par SILIOS Technologies. Il sera couplé à un système d'optique active sur le banc. Le travail de stage se déroulera en plusieurs étapes : (1) une étude de bibliographie sur la coronographie et le PIAACMC, ainsi que sur le contrôle et mise en forme du front d'onde, (2) suivi des activités sur le banc SPEED pour se familiariser avec celui-ci, (3) alignement et intégration du PIAACMC sur le banc SPEED et traitement des premiers résultats expérimentaux.

En fonction de l'avancement du stage, l'étudiant(e) pourra progressivement s'orienter sur une prise en main de l'optique active pour obtenir une zone de fort contraste dans l'image coronographique. Durant le stage, l'étudiant(e) évoluera dans une équipe d'une dizaine de personnes (ingénieurs et chercheurs).

Profil du candidat

Ecole d'ingénieur physique ou optique ou signal, Master 2 traitement du signal ou optique ou astronomie/astrophysique. Connaissances en optique. Une expérience pratique en optique (alignement, mesures optiques) est un plus.

Poursuite en thèse

Le stage prépare à un projet de thèse dans le cadre du projet SPEED. Le sujet de thèse est disponible ici :

https://www.dropbox.com/s/f50kxgysa7nqj0k/Sujet_these_Lagrange_SPEED.pdf?dl=0

Durée et gratification

Le stage peut durer de 4 à 6 mois avec une gratification mensuelle de ~550 euros.

Lieu du stage

Laboratoire Lagrange, campus universitaire Valrose, bâtiment FIZEAU, Nice.

Candidature

Les candidats sont invités à envoyer par e-mail une lettre de motivation et un CV à Patrice Martinez (patrice.martinez@oca.eu).

Information complémentaire

Site web du projet SPEED : <https://lagrange.oca.eu/fr/accueil-speed>