



Observatoire  
de la CÔTE d'AZUR

UNIVERSITÉ  
CÔTE D'AZUR



– Offre de stage M2 au laboratoire Lagrange –

## Etude et validation expérimentale d'analyseurs de front d'onde plan focal pour la détection d'exoplanètes

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

**Durée :** 4 à 6 mois

**Début du stage :** mars/avril 2022

**Superviseurs :** Patrice Martinez (maitre de conférences, HDR)

### 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 (ELT) actuellement en développement atteindra une résolution très favorable à la détection d'exoplanètes mais atteint un niveau de complexité extrême compte tenu des contraintes architecturales et de stabilité additionnelles nouvelles qui font obstruction à l'obtention du haut contraste. La nature segmentée du miroir primaire impose en particulier de développer et d'exploiter des systèmes d'**optique de cophasage** pour garantir l'alignement des segments du miroir du télescope.

Par ailleurs, les aberrations optiques quasi-statiques (évoluant lentement lors d'une observation) génèrent quant à elles de forts résidus lumineux appelés *speckles* (tavelures) 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.

L'optique de cophasage et l'optique active sont devenus des domaines de recherche incontournables depuis plusieurs années et partagent le besoin d'accéder à l'amplitude complexe du champ électromagnétique pour mesurer, contrôler et mettre en forme le front d'onde. Les analyseurs de front d'onde plan focal ont l'avantage de permettre d'exploiter directement l'image enregistrée par le détecteur au moment de l'observation scientifique.

### Description du travail de stage

Le banc **SPEED**<sup>1</sup> vise à l'étude des méthodes d'observation en imagerie très haute dynamique avec un télescope segmenté orienté vers les très faibles séparations angulaires. Dans le cadre de ce projet, un analyseur de front d'onde plan focal appelé **SCC** (**S**elf-**C**oherent **C**amera, e.g., [Galicher et al. 2010](#)), est utilisé en voie visible pour de l'optique de cophasage (pour l'alignement des 163 segments du simulateur ELT du banc, [Janin-Potiron et al. 2016](#)) et sera utilisé en voie proche infra-

---

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



Observatoire  
de la CÔTE d'AZUR

UNIVERSITÉ  
CÔTE D'AZUR



rouge pour de l'optique active (haut-contraste, couplé avec le coronographe du banc). Une solution alternative au design originel de la SCC a été proposée (**Fast-Modulated Self-Coherent Camera, FM-SCC**, [Martinez 2019](#)) pour résoudre plusieurs limitations et contraintes du concept SCC. Durant le stage, l'étudiant(e) travaillera sur le banc SPEED avec le but de valider expérimentalement le concept de la FM-SCC (pour de l'optique de cophasage) et de mener une étude comparative en condition de laboratoire avec une SCC conventionnelle. Une comparaison élargie avec une autre méthode déjà implémentée sur le banc (fonction de transfert optique différentielle – dOTF – Codona et al. 2013) est envisageable également.

Le travail de stage se déroulera en plusieurs étapes : (1) une étude de bibliographie sur le contrôle et mise en forme du front d'onde, la SCC et la FM-SCC, (2) l'intégration et alignement d'une FM-SCC sur la voie visible du banc SPEED et obtention de résultats expérimentaux, (3) étude comparative avec une SCC conventionnelle, (4) une comparaison élargie à la dOTF.

En fonction de l'envie et des affinités du stagiaire, l'étudiant(e) pourra s'orienter également sur une étude de sensibilité de la FM-SCC à diverses sources d'erreurs par voie de modélisation numérique, couvrant alors un large panel de compétences numériques et expérimentales. Durant le stage, l'étudiant(e) évoluera dans une équipe de plusieurs personnes (ingénieurs et chercheurs) et pourra suivre les activités sur le banc SPEED dans leur ensemble.

### **Profil du candidat**

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

### **Poursuite en thèse**

Envisageable suivant la qualité et la motivation du candidat(e) ainsi que le déroulé du stage. Si envisagé, financement par bourse de l'école doctorale (sur dossier et entretien).

### **Durée et gratification**

Le stage peut durer de 4 à 5 mois avec une gratification mensuelle de ~550 euros.

### **Lieu du stage**

Laboratoire Lagrange, campus universitaire Valrose, bâtiment FIZEAU, centre ville de 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](mailto:patrice.martinez@oca.eu)).

### **Information complémentaire**

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

Publication FM-SCC: <https://www.aanda.org/articles/aa/pdf/2019/09/aa36496-19.pdf>