



– Offre de stage au LAM –

Contrôle de front d'onde pour la détection et la caractérisation directe des exoplanètes

Lieu : Laboratoire d'Astrophysique de Marseille (LAM ; <https://www.lam.fr/>)
Durée : 4 à 6 mois
Début de stage : Mars-Avril 2018 (flexible)
Niveau : Master 2
Superviseur : Arthur Vigan (Chercheur CNRS/LAM ; arthur.vigan@lam.fr)

Contexte

La détection directe des exoplanètes, qui revient à [prendre des photos de mondes distants](#), nécessite de combiner de puissants instruments optiques et des méthodes d'analyse avancées. La nouvelle génération d'imageurs d'exoplanètes installé sur les grands télescopes, comme [SPHERE](#) sur le *Very Large Telescope* au Chili, a été développée dès le départ pour la détection de planètes géantes séparées de quelques centaines de millisecondes d'arc d'étoiles entre 10^5 to 10^7 fois plus lumineuses. Pour atteindre ce but, ces instruments sont équipés de [système d'optique adaptative](#) (AO) pour corriger la turbulence atmosphérique et de [coronagraphes](#) pour atténuer l'éclat de l'étoile.

Les images coronographiques fournies par SPHERE sont cependant limitées par les aberrations optiques internes à l'instrument, qui créent des *speckles* dans le plan focal. Pour réduire leur effet, il est possible d'utiliser le miroir déformable du système d'OA pour déformer le front d'onde et compenser les aberrations de l'instrument. En 2013, nous avons proposé [l'analyseur de surface d'onde ZELDA](#) pour mesurer les aberrations dans SPHERE, et en 2016 nous avons validé son utilisation pour améliorer les performances de l'instrument.

L'étape suivante consiste à utiliser l'information de ZELDA pour un contrôle avancé du front d'onde qui permettra de réduire les *speckles* dans une petite zone spécifique du plan focal où on sait qu'il existe une planète, afin d'en améliorer la mesure du signal.

Travail de stage

Le banc d'imagerie à haut-contraste du LAM, MITHIC, a été développé pour étudier les techniques de contrôle de front d'onde. Durant le stage, l'étudiant(e) travaillera sur MITHIC avec le but de compenser les aberrations optiques du banc et d'avancer progressivement vers des techniques plus avancées pour créer un *dark hole*, c'est-à-dire nettoyer une zone spécifique du plan focal pour y atteindre un plus grand contraste.

Le travail de stage se déroulera en plusieurs étapes :

- 1) Bibliographie sur la coronagraphie et le contrôle de front d'onde
- 2) Familiarisation avec le banc MITHIC et son fonctionnement
- 3) Amélioration des outils existants pour la mesure et la compensation des aberrations. Des versions préliminaires existent mais doivent évoluer pour atteindre de meilleures performances



- 4) Comparaison de la compensation des aberrations de manière directe ou en utilisant une matrice d'interaction
- 5) Estimation du contraste ultime accessible dans les images coronographiques, avec et sans compensation des aberrations

En fonction des progrès sur ces différents points durant le stage, l'étudiant(e) avancera progressivement vers des techniques plus complexes pour essayer de créer un *dark hole* dans l'image coronographique.

Durant le stage, l'étudiant(e) aura probablement l'opportunité d'effectuer un séjour de courte durée (6-10 jours) dans l'un des instituts américains avec lesquels le LAM collabore ([Caltech](#) à Pasadena ou le [STScI](#) à Baltimore) et qui disposent de bancs de recherche à très haute performance.

Niveau d'études et compétences

Ce stage s'adresse à des étudiants de Master 2 et/ou en dernière année d'école d'ingénieur, de préférence avec une spécialisation en physique, optique, instrumentation pour l'astronomie ou des sujets connexes.

Une expérience pratique en optique (alignement de bancs, mesures optiques, etc) est préférable mais pas obligatoire. Une expérience avec Python ou tout autre langage d'analyse de données est préférable.

Poursuite en thèse

Ce stage prépare à un projet de thèse déjà financé et proposé dans le cadre du projet [HiRISE](#) mené par le LAM. Une description complète du projet de thèse est disponible ici :

<http://astro.vigan.fr/docs/PhD1-LAM-ERC-HiRISE.pdf>

Les étudiant(e)s intéressé par la thèse sont fortement encouragés à candidater sur le stage.

Durée et gratification

Le stage peut durer entre 4 et 6 mois en fonction du cursus de l'étudiant(e). Une gratification mensuelle de ~550€ est prévue.

Candidature

Les candidats sont invités à envoyer par e-mail une lettre de motivation d'une page et un curriculum vitae à Arthur Vigan (arthur.vigan@lam.fr).

Bibliographie

- Oppenheimer & Hinkley, ARA&A, 47, 253 : <https://arxiv.org/abs/0903.4466>
- N'Diaye et al., 2013, A&A, 555, A94 : <https://arxiv.org/abs/1305.5143>
- N'Diaye et al., 2016, A&A, 592, A79 : <https://arxiv.org/abs/1606.01895>
- Mawet et al., 2017, ApJ, 838, 92 : <https://arxiv.org/abs/1703.00583>
- <http://astro.vigan.fr/zelda.html>