

Sujet de thèse en optique ultra-brève/quantique/intégrée

“Astrophotonique pour l’interférométrie stellaire”

CONTEXTE

Au nombre des défis de l'astronomie moderne figure l'**interférométrie optique à très haute résolution angulaire** [1], une technique d'observation permettant - en principe - d'atteindre un niveau de détail suffisamment élevé pour résoudre la surface de certaines étoiles voire d'observer des transits de planètes extrasolaires [2]. Bien que l'interférométrie stellaire ait déjà prouvé son efficacité, elle fait face à des défis liés au transport et à la stabilisation des faisceaux ainsi qu'au déploiement à grande échelle des techniques interférométriques.

SUJET DE RECHERCHE - Afin de surmonter ces limitations, ce projet de thèse propose de revisiter le concept d'interférométrie optique en explorant deux directions de recherche complémentaires : l'intégration de **composants astrophotoniques** [3] et le recours à une détection hétérodyne optique via des **impulsions optiques ultra-brèves** (peignes de fréquence). L'astrophotonique est un domaine émergent dédié au développement de dispositifs et de systèmes photoniques innovants adaptés aux applications astronomiques. Au nombre des composants astrophotoniques étudiés figurent deux éléments clés : a) des lanternes photoniques « actives », pour coupler de faisceaux optiques turbulents dans une fibre optique monomode, b) les guides d'onde inscrits par lasers femtosecondes, pour manipuler, mélanger et rediriger les faisceaux couplés. La détection hétérodyne est une méthode de détection de signaux optiques faibles reposant sur un mélange avec un laser de référence stable et permettant de conserver l'information de phase [4] et d'accéder aux statistiques de photons [5].



Figure 1. Vision d'un transit d'exoplanètes hypothétiques devant le disque de Sirius. Diamètre apparent de Sirius : 6 mas. Diamètre apparent d'une planète de type Saturne : 350 μ s.

L'originalité du travail de recherche proposé consiste à utiliser, d'une part, un laser à impulsions ultra-brèves comme référence d'hétérodynage et, d'autre part, une détection à la fois rapide (multi-GHz) et résolue spectralement. Le recours à un train d'impulsions courtes offre de nouveaux degrés de libertés en interférométrie (large couverture grâce à l'exploitation d'effets non linéaires, transport optique minimal au niveau du télescope) mais aussi – et surtout – la possibilité d'appliquer ce schéma de détection à des télescopes très éloignés via un référencement du peigne de fréquence associé au train d'impulsions courtes. Après une phase de démonstration en laboratoire, l'objectif est de réaliser de réaliser une preuve de concept sur les télescopes jumeaux du centre C2PU de l'Observatoire de la Côte d'Azur.

ENVIRONNEMENT - La thèse est financée par une **bourse IdEX UCAJEDI**, avec un niveau de rémunération attractif. Le-la candidat-e retenu-e aura l'opportunité de travailler en étroite collaboration avec une équipe scientifique multidisciplinaire et des experts en instrumentation à l'**Institut de Physique de Nice** (Université Côte d'Azur, CNRS UNR 7010). Le projet présente des aspects théoriques, numériques et expérimentaux. Le-la doctorant-e bénéficiera d'un accès privilégié à des installations de laboratoire de pointe et aura l'opportunité de collaborer avec des institutions astronomiques internationales de premier plan, tout en développant des compétences et une expertise au sein d'un environnement de recherche stimulant et innovant.

PREREQUIS : Diplôme de Master avec expérience en optique ultrarapide, quantique, non linéaire ou intégrée.

CONTACT - Si votre profil correspond et que la proposition vous intéresse, nous nous réjouissons de recevoir votre candidature. Veuillez soumettre votre candidature par email à nicolas.forget@inphyni.cnrs.fr

BIBLIOGRAPHIE

- [1] A. Labeyrie, Astron. Astrophys. Suppl. Ser. **118**, 517–524 (1996).
- [2] Dainis Dravins, Tiphaine Lagadec and Paul D. Nuñez, Astronomy & Astrophysics **580** (2015).
- [3] S. Minardi, R. J. Harris, and L. Labadie, "Astrophotonics: astronomy and modern optics," Astron. Astrophys. Rev. **29**, 6 (2021).
- [4] D. D. S. Hale, M. Bester, W. C. Danchi, W. Fitelson, S. Hoss, E. A. Lipman, J. D. Monnier, P. G. Tuthill, and C. H. Townes, Astrophys. J. **537** (2000).
- [5] B. Qi, B. Qi, P. Lougovski, and B. P. Williams, Opt. Express **28**, 2276–2290 (2020).