

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DOTA-2026-30**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Châtillon

Département/Dir./Serv. : DOTA-HRA

Tél. : 01 46 73 47 57

Responsable(s) du stage :
Nicolas Védrenne, Steve Tyler, Axel Vincent

Email. : nicolas.vedrenne@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Maîtrise de la surface d'onde et Optique adaptative

Type de stage : ☒ Fin d'études bac+5 ☒ Master 2 ☐ Bac+2 à bac+4 ☐ Autres

Intitulé : Mise en œuvre expérimentale d'un analyseur de front d'onde par diversité de phase sur la station sol FEELINGS

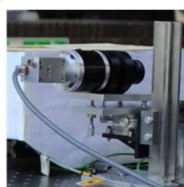
Sujet :

La propagation d'une onde optique à travers l'atmosphère est soumise à la turbulence optique qui dégrade sa cohérence spatiale et empêche une focalisation à la limite de diffraction. L'utilisation d'analyseurs de front d'onde permet d'évaluer l'impact de ces aberrations sur la phase de l'onde optique. Toutefois, en présence de perturbations d'amplitude, les analyseurs de front d'onde communément utilisés qui reposent sur une hypothèse de continuité de la phase atteignent leurs limites du fait de la présence de variations importantes de l'amplitude. Des méthodes dites de diversité de phase exploitant des mesures au voisinage du plan focal, intrinsèquement sensibles aux perturbations de l'amplitude, ont démontré leur pertinence en présence de fortes perturbations de l'amplitude. Parmi celles-ci la méthode CAMELOT, développée à l'ONERA, repose sur une inversion du modèle de formation d'images défocalisées au foyer d'un imageur pour estimer le champ dans la pupille de l'instrument [Védrenne-14]. La méthode exploite un dispositif expérimental particulièrement simple, une lame à faces parallèles traitée semi-réfléchissante, qui crée sur le capteur plusieurs images focales affectées d'aberrations calibrées [Védrenne-15]. Le dispositif expérimental existant, baptisé IPADS pour *Integrated Phase and Amplitude Diversity Sensor* est illustré à gauche de la Figure 1. La résolution du problème inverse, qui relie les images mesurées au champ en entrée du dispositif de mesure par une minimisation numérique à l'aide d'un code spécifique existant, permet d'estimer l'amplitude complexe dans la pupille. Cette méthode n'a à ce jour jamais été appliquée à la caractérisation d'aberrations en présence de turbulence atmosphérique, à plus forte raison en présence de perturbations fortes.

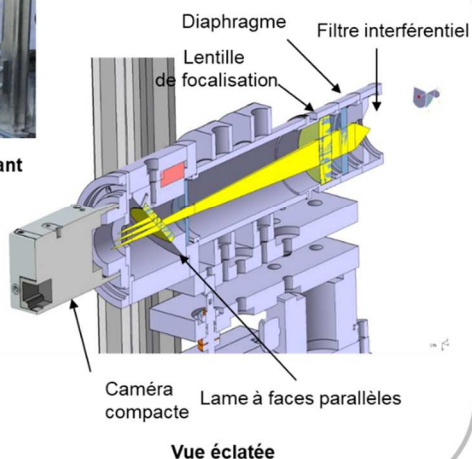
Dans le but d'étudier les phénomènes qui compromettent la propagation d'onde optique à travers l'atmosphère l'ONERA a développé la station sol FEELINGS (<https://www.onera.fr/feelings>). Ce moyen, unique en son genre par l'instrumentation qu'il regroupe, constitue une plateforme de tests en conditions réelles de dispositifs de mesure innovants. Le foyer Nasmyth du télescope de la station sol FEELINGS est représenté à droite de la Figure 1.

L'objectif du stage porte sur la mise en œuvre du dispositif expérimental existant de mesure de champ complexe par diversité de phase au foyer Nasmyth de la station sol FEELINGS pour mener une caractérisation des aberrations statiques du télescope.

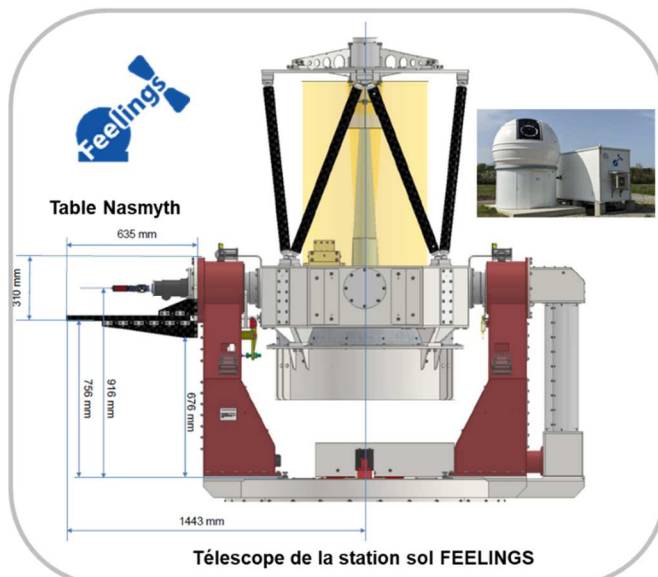
Les travaux menés par l'étudiant consisteront, dans une première phase, à vérifier le fonctionnement du dispositif de mesure en laboratoire, en présence d'aberrations calibrées sur un montage existant. Il s'agira de réaliser le montage de laboratoire, d'acquérir les données et de les traiter en présence d'aberrations calibrées grâce au logiciel existant. Une étude de sensibilité de la mesure sera menée par modélisation numérique pour évaluer la précision attendue du dispositif utilisé sur le flux d'une étoile brillante. L'étudiant analysera l'influence de la gamme spectrale de fonctionnement et établira le compromis largeur de bande spectrale/bilan radiométrique permettant de disposer de la meilleure sensibilité compte tenu des étoiles disponibles. Parallèlement l'étudiant définira les interfaces mécaniques nécessaires à l'installation du dispositif sur la table d'instrumentation de la station sol. Une fois le comportement du dispositif validé en laboratoire et si le temps le permet l'étudiant participera à l'installation du dispositif au foyer Nasmyth de la station sol FEELINGS (région toulousaine) pour acquérir les données nécessaires à l'évaluation des aberrations statiques du télescope. L'essentiel des travaux effectués pendant le stage s'effectueront à Châtillon (92). En fonction de l'avancement des travaux l'étudiant aura l'opportunité d'intervenir sur la station sol FEELINGS pour tester le dispositif sur ciel.



Dispositif existant



Vue éclatée



Télescope de la station sol FEELINGS

Figure 1 : A gauche dispositif expérimental de mesure de champ complexe (dispositif IPADS : Integrated Phase and Amplitude Diversity Sensor). A droite : télescope de la station sol ONERA FEELINGS installée sur le site du Fauga-Mauzac, en périphérie de Toulouse.

[Védrenne-14] N. Védrenne, L. M. Mugnier, V. Michau, M.-T. Velluet, et R. Bierent, « Laser beam complex amplitude measurement by phase diversity », Opt. Express, vol. 22, no 4, Art. no 4, févr. 2014, doi: 10.1364/OE.22.004575.

[Védrenne-15] N. Védrenne et al., « Design and performance of an integrated phase and amplitude diversity sensor », in CLEO: 2015 (2015), paper STu2N.2, mai 2015, p. STu2N.2. doi: 10.1364/CLEO_SI.2015.STu2N.2.

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? Non

Méthodes à mettre en oeuvre :

- | | |
|---|---|
| ☐ Recherche théorique | ☐ Travail de synthèse |
| ☒ Recherche appliquée | ☐ Travail de documentation |
| ☒ Recherche expérimentale | ☒ Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : Oui

Durée du stage : Minimum : 4 mois Maximum : 5 mois (6 mois sur dérogation uniquement)

Période souhaitée : Mars - Août 2026

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :
Master recherche instrumentation
Ecole d'ingénieur en optique / sciences physiques
Un goût pour l'expérimentation, le traitement de données et/ou la résolution de problèmes inverses sera un plus

Ecoles ou établissements souhaités :
Formation universitaire ou école d'ingénieur