

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DOTA-2026-29**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Centre de Salon de Provence /
Observatoire de Haute Provence (OHP)

Département/Dir./Serv. : DOTA/MOTA

Tél. : 06 62 48 48 36

Responsable(s) du stage :
Fusco Thierry (ONERA), Jouve Pierre (OHP)

Email. : thierry.fusco@onera.fr,
pierre.jouve@lam.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 : Intégration et tests du futur banc d'optique adaptative du Gemini North Telescope (Hawaï)

Sujet :

Contexte :

L'optique adaptative (OA), développée dans les années 1950 pour corriger les distorsions atmosphériques en astronomie, est devenue un outil essentiel pour atteindre une haute résolution angulaire depuis le sol. Dans sa version la plus basique, appelée Single Conjugate Adaptive Optics (SCAO), on utilise une partie de la lumière de l'étoile que l'on souhaite étudier pour en extraire l'information sur la turbulence atmosphérique grâce à des senseurs de front d'onde (Shack-Hartmann, Pyramide, Zernike, etc.). Ces informations sont ensuite transmises à un miroir déformable via un RTC (Real-Time Computer), qui ajuste sa surface pour compenser les distorsions mesurées et ainsi retrouver la forme originale du front d'onde et obtenir des images corrigées des défauts introduits par la turbulence atmosphérique et uniquement limitées par la diffraction du télescope.

Cette approche est particulièrement efficace lorsque la source étudiée est ponctuelle et brillante. Pour la plupart des objets astrophysiques d'intérêt, la magnitude de l'objet est trop faible pour servir de référence pour l'OA et il faut alors utiliser des étoiles guides artificielles générées par laser (Laser Guide Stars (LGS) en anglais), qui vont permettre de corriger le front d'onde turbulent sans prélever la lumière de la source scientifique. La multiplicité de ces sources permet également de réaliser une tomographie du volume turbulent, corrigeant ainsi le front d'onde sur un champ allant de quelques secondes à plus de deux minutes d'arc. On parle alors d'optique adaptative grand champ (Wide-Field Adaptive Optics¹ (WFAO) en anglais).

Dans ce contexte, le futur instrument AOB-WAN (AO Bench for Wide And Narrow field), destiné au télescope Gemini North à Hawaï, exploitera les dernières avancées de l'optique adaptative grand champ pour obtenir des résultats scientifiques à haute résolution angulaire. Cela ouvrira la voie à l'étude détaillée de phénomènes astrophysiques complexes, tels que les trous noirs au centre des amas globulaires (figure 1), ou la formation et la morphologie fine des galaxies lointaines. Dans le cadre d'un consortium international mené par MacQuary University (Sydney), l'ONERA, en collaboration avec le Laboratoire d'Astrophysique de Marseille (LAM) et l'Observatoire de Haute Provence (OHP), est en charge du dimensionnement, de la validation et des tests des différents modes d'OA de l'instrument AOB-WAN.

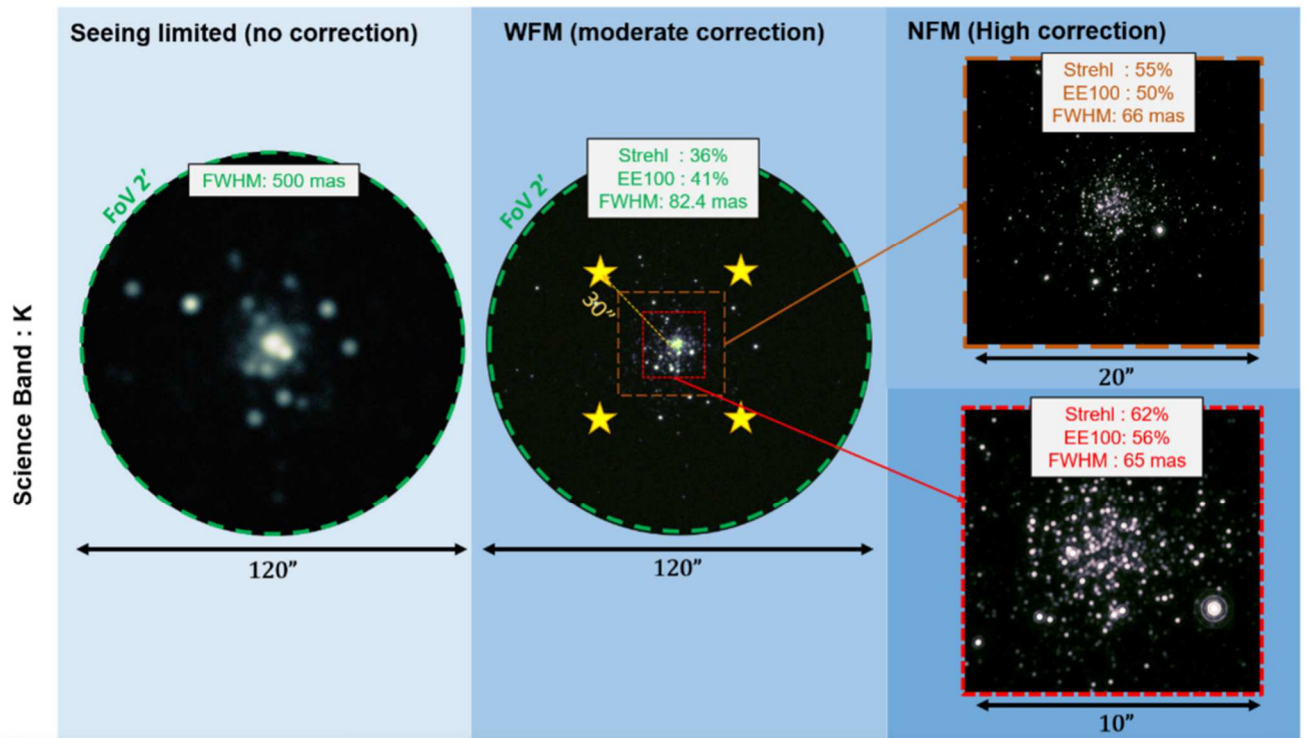


Figure 1: Simulation E2E des capacités de l'instrument AOB-WAN. A gauche : sans correction, au centre correction GLAO pour le grand champ, à droite : LTAO pour la très haute résolution sur un champ restreint.

Objectifs du stage :

L'objectif de ce stage est de participer à l'intégration et aux tests du prototype d'Optique Adaptative de l'instrument AOB-WAN qui démarreront au début de l'année 2026 pour durer une année entière. Pour cela, nous utiliserons un simulateur de télescope qui reproduira les conditions d'observation du Mauna Kea dans le but de tester l'ensemble des fonctionnalités et des performances d'AOB-WAN. Vous serez au cœur de l'expérimentation et contribuerez directement à la validation des concepts qui permettront de réaliser de la science de pointe dans les décennies à venir. En particulier, les activités du stage se focaliseront sur 2 aspects :

- 1) La mise en œuvre du simulateur de télescope qui comprend :
 - a. Les sources représentant les différents types d'étoiles que l'on aura sur ciel : 4 étoiles laser, de 1 à 3 étoiles naturelles et la source scientifique.
 - b. 3 écrans de phase conjugués optiquement à différentes altitudes et leur moteur pour entraîner leur rotation. Ces écrans de phase sont calibrés pour représenter les valeurs typiques de r_0 et θ_0 au Mauna Kea.

L'objectif sera de mettre en œuvre du simulateur et de le caractériser (mesure de grandeurs typiques telles que : r_0 , θ_0 , vitesse de rotation et donc vent équivalent).

- 2) La caractérisation des différents composants d'OA:
 - a. Le capteur de front d'onde dédié aux étoiles laser (LGSWFS),
 - b. Les capteurs de front d'onde dédiés aux étoiles naturelles (NGSWFS).
 - c. La voie Science composée d'une lentille qui reproduira l'image de la source sur une caméra infrarouge.

Pour les capteurs de front d'onde, les principaux tests à mener iront de la caractérisation des détecteurs jusqu'au processus complet de mesure. Une comparaison des résultats obtenus (courbes de linéarité, propagation de bruit ...) avec les formules théoriques présentes dans la littérature et les simulations numériques effectuées durant les phases de dimensionnement sera effectuée.

Pour la voie scientifique, l'implémentation d'un algorithme de mesure de Strehl ratio et FWHM.

Enfin, en fonction de l'avancement du stage, une première validation de la boucle d'optique adaptative pourra être envisagée.

Profil recherché :

- Solides connaissances en optique.
- À l'aise avec la manipulation sur banc optique et l'expérimentation.
- Bonnes connaissances en Python.
- Curieux(se), rigoureux(se), autonome et motivé(e) par les défis scientifiques et techniques.

Le stage se déroulera l'Observatoire de Haute-Provence (OHP), un lieu historique de l'astronomie, en collaboration avec le Laboratoire d'Astrophysique de Marseille, l'université de Porto, l'université de McQuary (Sydney) et l'industriel BERTIN-ALPAO (en charge de la fourniture des composants individuels)

Le banc sera situé dans une salle blanche au cœur de l'OHP. Vous serez entourés d'une équipe de spécialistes de l'optique adaptative, d'ingénieurs mécanique et optique qui aiderons à la réalisation et l'exploitation du banc. Cette expérience vous permettra d'allier pratique expérimentale, innovation scientifique et réseau professionnel dans un cadre exceptionnel.

<https://www.onera.fr/fr/dota-unites-de-recherche#hra>

<https://www.lam.fr/recherche/equipe/groupe-rd-optique-instrumentation/presentation/>

<https://www.alpao.com/>

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 : 5 mois Maximum : 5 mois (6 mois sur dérogation uniquement)

Période souhaitée : Mars 2026 - Aout 2026 (ajustable en fonction des contraintes)

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis : Niveau master 2 en physique / optique / traitement du signal. Appétences pour l'instrumentation et le travail expérimental. Bonne connaissance en programmation (Python). Bonne maîtrise de l'anglais scientifique.	Ecoles ou établissements souhaités : Master 2 en Astronomie, Instrumentation, optique, traitement du signal et des images. Ecoles d'ingénieurs généralistes.
--	---