

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DOTA-2026-20**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : ONERA Châtillon

Département/Dir./Serv. : DOTA/HRA

Tél. : 01 46 73 47 82

Responsable(s) du stage :
Aurélie Montmerle Bonnefois

Email : Aurelie.bonnefois@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 : Vers la 2^e génération d'Optique Adaptative pour les télécommunications laser sol-satellite

Sujet :

Dans un contexte de télécommunications où le volume et le débit de données à échanger ne cesse de croître, où les constellations de satellites fleurissent, l'environnement électromagnétique est de plus en plus saturé (problème d'allocations de fréquences) et contesté (brouillage, écoutes). Face à ce défi, les besoins en communications à haut-débit sécurisées et robustes deviennent vitaux, autant dans le secteur civil que militaire. Les communications optiques en espace libre émergent comme une solution clé pour déployer des réseaux satellitaires ou des liaisons point à point intrinsèquement discrètes, à très haut débit et résistantes aux interférences.

Cependant, les liaisons optiques sont beaucoup plus impactées par le canal atmosphérique que les liaisons radiofréquences, notamment du point de vue des perturbations induites par la turbulence atmosphérique. Pour compenser cette dernière, l'**Optique Adaptative (OA)** est une technologie clef, sur laquelle l'ONERA est à la pointe de la recherche. On citera par exemple la mise en œuvre de la première génération d'OA avec la station-sol de l'ONERA, FEELINGS, en 2024, et à la réalisation de liens optiques bidirectionnels avec la charge utile GEO d'ADS, TELEO, avec un surcroît de 15 dB d'irradiance reçue à bord par rapport à l'état de l'art mondial [1].



Figure 1 : la station-sol de l'ONERA, FEELINGS (vue d'artiste, © M. Cherfi)

Le but de ce stage est de participer à la préparation à la mise en œuvre de la deuxième génération d'OA pour les télécommunications laser sol-satellite, à travers des expériences de laboratoire et des études prospectives approfondissant des méthodes dont l'intérêt a été mis en évidence dans des thèses de l'équipe [2-4].

En pratique, vous intégrerez une équipe thématique formée d'ingénieurs de recherche, de doctorants et post-doctorants et travaillerez sur deux sujets connexes liés à la gestion de scintillation turbulente :

- Vous optimiserez expérimentalement un système d'Optique Adaptative, LISA, pour le rendre plus **robuste à la scintillation** (émulée par le banc de simulation de turbulence PICOLO), en vous inspirant des résultats obtenus dans la thèse de Timothée Vène [4]. Vous participerez aussi à la mise en œuvre expérimentale de **lois de**

commande prédictives [2-3] sur ce même banc avec un doctorant, en vous focalisant sur les aspects calibration.

- Vous mettrez à profit ces expériences pour nourrir une réflexion plus globale sur l'apport potentiel de l'**intelligence artificielle** pour les méthodes d'étalonnages des instruments et l'identification de paramètre pour les lois de commandes prédictives, à travers une étude bibliographique et une pré-étude.

Votre profil est idéalement le suivant :

- Solides connaissances en optique et/ou en contrôle-commande/traitement du signal
- À l'aise avec la manipulation sur banc optique et l'expérimentation.
- Bonnes connaissances en Python et en IA si possible.
- Curieux(se), rigoureux(se), autonome et motivé(e) par les défis scientifiques et techniques

A noter qu'une poursuite de ces travaux à travers une thèse sur un sujet dans la continuité est possible.

Equipe encadrante :

- Aurélie Bonnefois, chargée de recherche et responsable de l'équipe DOTA/HRA, encadrante de la thèse de T. Vène sur l'OA en forte perturbation pour les télécoms.
- Cyril Petit, ingénieur de recherche spécialiste en optique adaptative et notamment en lois de commandes prédictives, encadrant de la thèse de Pablo Roblès
- Steve Tyler, ingénieur de recherche spécialisé en propagation optique, mathématiques appliquées et intelligence artificielle.

Références :

- [1] Communiqué de presse ONERA « Première mondiale : l'ONERA établit une liaison optique laser pré-compensée par optique adaptative à plus de 38 000 km » : <https://onera.fr/fr/presse/premiere-mondiale-lonera-etablit-une-liaison-optique-laser-pre-compensee-par-optique>.
- [2] Pablo Robles, « Predictive adaptive optics for satellite tracking applications », thèse de doctorat (2023).
- [3] Perrine Lognoné, « Optimisation des liens télécom sol-GEO haut débit à l'aide de stratégies optiques et numériques », thèse de doctorat (2023).
- [4] Timothée Vène, « Impact de la scintillation sur les performances et la robustesse d'un système télécom sol-satellite corrigé par optique adaptative », thèse de doctorat (soutenance prévue à l'automne 2025).

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

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-septembre 2026

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis : Optique, Contrôle, traitement du signal (niveau bac+5)	Ecoles ou établissements souhaités : Ecole d'ingénieur ou master 2 avec spécialisation en optique
---	--