

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DOTA-2025-43**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Palaiseau

Département/Dir./Serv. : DOTA

Tél. : 01 80 38 63 50

Responsable(s) du stage : K. Caillault, A. Bedoya

Email. : Karine.caillault@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Liens optiques satellite-sol, communication optiques, télédétection, modélisation

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

Intitulé : Disponibilité d'un lien optique satellite-sol par exploitation combinée de mesures et de modélisation

Sujet :

La demande croissante de transfert de données entre l'espace et le sol, que ce soit pour le rapatriement des données engrangées par les capteurs embarqués (télémétrie) sur des satellites en orbite basse ou pour le développement de l'internet globalisé en exploitant les satellites géostationnaires comme relais, induit un risque de saturation du spectre des radiofréquences, vecteur habituel de transmission des données. Les liens optiques atmosphériques sont une alternative plus que prometteuse pour le futur des communications satellite-sol. Le défi principal est aujourd'hui de démontrer que la disponibilité requise pour des services de communication fiables sera au rendez-vous malgré les effets de la traversée de l'atmosphère sur la propagation du signal : nuages occultant la ligne de visée, aérosols, turbulence, vent qui affectent en temps réel le débit en dégradant le bilan de la liaison. Etablir et maîtriser la corrélation entre paramètres atmosphériques et performance du lien optique constitue un enjeu essentiel à la garantie de disponibilité des futurs liens optiques.

Dans ce stage, nous nous intéresserons à la possibilité d'évaluer cette disponibilité, c'est-à-dire d'évaluer l'atténuation du signal optique au cours du temps, en combinant mesures locales au sol des paramètres atmosphériques (lidar et spectroradiomètre) et modèle de propagation atmosphérique. Ces deux approches sont complémentaires : les instruments fournissent les mesures localement, avec une résolution temporelle de l'ordre de quelques minutes, mais à la verticale et à la longueur d'onde des instruments ; la modélisation permet de considérer n'importe quelle longueur d'onde et élévation du lien optique mais nécessite des données atmosphériques en entrée. Cependant, les paramètres fournis par les instruments de mesure (coefficients d'extinction, épaisseur optique aérosols, types des aérosols) ne sont pas toujours directement exploitables en tant que données d'entrée du modèle. Il faut donc les "traduire" en paramètres d'entrée du modèle. Dans un premier temps, il s'agira de développer des outils permettant de faire ce lien entre mesures et données d'entrée, en particulier pour les nuages et les aérosols. Ces outils s'appuieront sur (1) l'exploitation de mesures de lidar, de sunphotomètre ou de radiomètre déployés sur le site de la station sol Feelings développée à l'ONERA pour la transmission de données optiques entre le sol et les satellites, (2) sur des modélisations simplifiées et (3) sur le modèle de propagation atmosphérique MATISSE-v3.6 développé à l'ONERA [Labarre-2016]. Une fois ces outils mis au point, il sera possible de réaliser des séries temporelles d'atténuation du signal et de calculer la disponibilité du lien optique quelle que soit la configuration de ce lien.

Ainsi dans un deuxième temps, la disponibilité sera évaluée dans différentes configurations : au zénith, en configuration oblique, à la longueur d'onde des instruments et à celle du lien optique. On comparera les résultats obtenus par l'approche combinée mesure-modèle développée dans le stage à :

- la disponibilité directement déduite des mesures (dans les configurations compatibles),
- une approche tout numérique où les données d'entrée du code MATISSE-v3.6 sont des prévisions météorologiques fournies par Météo-France, disponibles à l'ONERA et directement intégrables dans MATISSE-v3.6. L'inconvénient de ces données réside dans leur résolution spatiale (2.5 km) et temporelle (1h) qui peuvent être insuffisantes pour caractériser finement la qualité du lien optique. On cherchera donc à quantifier l'apport de l'alimentation du modèle par des mesures locales vis-à-vis d'une approche tout numérique.

A l'issue du stage, les outils mis au point seront déployés sur la station sol Feelings et permettront ainsi une évaluation locale de l'atténuation du lien optique à la longueur d'onde d'intérêt pour la station. Le stage sera co-encadré par Karine Caillault pour le volet numérique et Andrés Bedoya pour l'exploitation des mesures.

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

Méthodes à mettre en oeuvre :

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Recherche théorique | <input type="checkbox"/> Travail de synthèse |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée | <input type="checkbox"/> Travail de documentation |
| <input type="checkbox"/> Recherche expérimentale | <input type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : Non

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

Période souhaitée : 1^{er} semestre 2025

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis : Téledétection, physique de l'atmosphère, programmation informatique	Ecoles ou établissements souhaités : Master 2 recherche, école d'ingénieur généraliste
--	---