

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DOTA-2023-23**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Palaiseau

Département/Dir./Serv. : DOTA

Tél. : 0180386350

Responsable(s) du stage : Karine Caillault

Email. : karine.caillault@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Liens optiques satellite-sol, communication optiques, machine learning

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

Intitulé : Prédiction de l'atténuation atmosphérique pour évaluer la disponibilité d'un lien optique satellite-sol par machine learning

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 (télémesure) sur des satellites LEO ou pour le développement de l'internet globalisé et de l'internet des objets (IOT) en exploitant les satellites GEO comme relais, induit un risque de saturation du spectre des radiofréquences, vecteur usuel 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 du canal de propagation induits par l'environnement: nuages occultant la ligne de visée, aérosols, turbulence, vent qui affectent en temps réel le débit en dégradant le bilan d'une liaison corrigée par optique adaptative. Etablir et maîtriser la corrélation entre paramètres atmosphériques et performance de 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 et d'anticiper cette disponibilité, d'une part à l'aide de méthodes issues du machine learning (type modèles auto-régressifs [Li2022]) ou du Deep Learning (avec des architectures utilisant des mécanismes d'attention [Moreno2021][Wu2021]) et d'autre part à partir de données atmosphériques (mesures issues d'instruments dédiés, données issues de modèles de prévisions météorologiques). On cherchera à comprendre finement les inter-corrélations entre les paramètres atmosphériques macroscopiques, les grandeurs mesurées par les instruments de mesures existants et les critères de performances des liens optiques.

On s'intéressera plus particulièrement à la possibilité de prédire les variations d'atténuation atmosphérique. Dans un premier temps, on cherchera à établir une relation paramétrique entre l'atténuation atmosphérique et des paramètres météorologiques mesurés localement. On combinera pour cela l'utilisation du modèle de propagation atmosphérique MATISSE-v3.6 [Labarre2016], l'exploitation de sorties de modèles météorologiques (Weather Research and Forecasting Model ou les réanalyses ERA5) et de mesures locales des paramètres météorologiques. Dans un deuxième temps, les méthodes de machine learning et de Deep Learning les mieux adaptés à notre problématique seront sélectionnées. A partir de séries temporelles des paramètres atmosphériques, issues des modèles ou de mesures, on évaluera la capacité à prédire l'atténuation à plus ou moins longue échéance.

[Li2022] Y. Li et al, Atmospheric turbulence forecasting using two-stage variational mode decomposition and autoregression towards free-space optical data-transmission link, 2022,

[Moreno2021] F. Moreno-Pino et al, Deep Autoregressive Models with Spectral Attention, arXiv , 2107.05984, 2021.

[Wu2021] H. Wu et al, Autoformer: Decomposition Transformers with Auto-Correlation for Long-Term Series Forecasting, arXiv 2106.13008, 2021.

[Matisse2016] L. Labarre et al, MATISSE-v3.0 : overview and future developments, 11th International IR Target & Background Modelling Workshop, Carcassones, June 2016

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

Méthodes à mettre en oeuvre :

- | | |
|---|--|
| <input checked="" 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)

Période souhaitée : 1^{er} semestre 2023

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :

Machine et Deep learning, Physique de l'atmosphère, Python

Ecoles ou établissements souhaités :

Master 2 Recherche, Ecole d'ingénieur généraliste