

CDD (H/F) 7 mois : Modélisation physique des télécommunications optiques en espace libre à travers une atmosphère diffusante dans la gamme MWIR

Apr. 2025 version

Laboratoire:

Institut Fresnel, UMR 7249 CNRS/Centrale Méditerranée/Aix-Marseille Univ

Contact : Julien Fade, MCF HDR, ECM, Equipe DiMABio

Email : julien.fade@fresnel.fr

Tel : +33 (0)4 13 95 54 94

Website: <https://www.fresnel.fr>

Description du poste :

Dans le contexte applicatif des télécommunications optiques en espace libre (FSOT) (voir le résumé du projet ci-dessous), le CDD recruté sera impliqué dans la modélisation physique et numérique de la propagation des ondes optiques à travers une atmosphère complexe et turbide, et dans l'évaluation de la performance des approches de filtrage des photons ballistiques dans les gammes de longueurs d'onde SWIR et MWIR. En utilisant des scénarios applicatifs réalistes, et les caractéristiques du milieu (distribution de taille des diffuseurs, type de diffuseurs, propriétés spectroscopiques, propriétés dynamiques...), les propriétés d'absorption, de diffusion et de dépolarisation du milieu seront simulées, en s'appuyant sur des modèles analytiques et validés par des simulations numériques (équation de transfert radiatif vectoriel résolue avec des simulations de Monte-Carlo). L'impact de la propagation de la lumière à travers une atmosphère turbide sur les formes d'onde de modulation temporelle (classique ou basée sur le chaos) encodées sur le faisceau lumineux sera également analysé avec des outils de modélisation similaires, en tenant compte des caractéristiques géométriques du système de télécommunication (par exemple, l'ouverture du dispositif de détection) : cette étude devrait fournir une estimation de la portée et de la largeur de bande maximales de la FSOT en fonction des propriétés du brouillard.

Ensuite, le CDD sera en charge d'une évaluation théorique et numérique des bénéfices des approches de filtrage de photons balistiques/serpentiles (basées sur la polarisation ou la modulation temporelle) sur la qualité de la FSOT dans le SWIR/MWIR. En s'appuyant sur les modules de simulation mis en place, il simulera l'implémentation d'une telle technique de filtrage de photons serpentile/balistique par modulation temporelle de l'intensité et/ou de la polarisation, et analysera le gain potentiel en performance de télécommunication. Dans la mesure du possible, ces approches numériques seront étayées par des études analytiques des gains de performance possibles dans la discrimination des signaux modulés, en utilisant les outils de la théorie statistique de l'information. Enfin, il prendra en

charge la définition des spécifications technologiques pour la conception de dispositifs de modulation de phase/polarisation optiques appropriés dans les gammes SWIR/MWIR pour mettre en œuvre le filtrage des photons balistiques pour FSOT et augmenter la portée et le débit des systèmes de télécommunications optiques en espace libre en présence de brouillard.

Résumé public du projet collaboratif :

Les télécommunications optiques en espace libre (FSOT) dans l'infrarouge représentent une alternative de plus en plus attrayante à la saturation progressive des canaux dédiés aux technologies sans fil et aux exigences croissantes en matière de largeur de bande. Toutefois, cette technologie prometteuse et rapidement déployable est vulnérable aux conditions météorologiques telles que le brouillard. En effet, lorsque le faisceau optique se propage dans un milieu diffusant, il subit des phénomènes d'absorption et de diffusion qui atténuent le signal optique et, à des débits de données élevés, provoquent un allongement du temps des signaux de modulation. Plus la distance de transmission est grande, plus ces effets sont importants, ce qui nuit à la fiabilité de la communication ou à la largeur de bande. En outre, la diffusion multiple du faisceau signifie que le signal peut être intercepté par une partie adverse à une distance appropriée. La sécurisation des données transmises et l'augmentation de la portée des systèmes de télécommunication cryptés à travers des environnements turbides tels que le brouillard constituent donc un défi fondamental pour applications FSOT.

L'objectif de ce projet collaboratif est de proposer de nouvelles stratégies de télécommunication pour augmenter de manière significative la portée et le débit des systèmes de télécommunication optique en espace libre en présence de brouillard. La sécurité des données sera assurée par une méthode cryptographique qui exploite le chaos temporel des sources laser à cascade quantique. La stratégie proposée implique la combinaison de trois approches innovantes : (i) codage cryptographique basé sur le chaos ; (ii) filtrage des photons balistiques/serpentiles ; (iii) correction du front d'onde par des techniques d'optique adaptative pour corriger les effets de la diffusion. L'un des objectifs du projet sera également de comparer les performances des télécommunications à différentes longueurs d'onde, du proche infrarouge (SWIR) à l'infrarouge moyen (MWIR, LWIR), tout en couvrant les principales conditions de brouillard (advectionnel et radiatif).

Date prise de fonctions : 15 mai 2025