

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Utilisation des propriétés statistiques du speckle issu d'une illumination par combinaison cohérente de sources laser fibrées

Référence : **PHY-DOTA-2025-07**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : Octobre 2025

Date limite de candidature : Avril 2025

Mots clés :

Combinaison cohérente ; Propagation laser dans l'atmosphère ; Mise en phase ; Diffusion ; Speckle

Profil et compétences recherchées :

Niveau Master 2 Recherche (Université, Ecole d'ingénieur ou Ecole Normale), avec une majeure en optique (laser, propagation), et une connaissance solide en traitement du signal et programmation

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif :

La combinaison cohérente de sources laser fibrées se présente comme une solution technologique potentielle pour réaliser de nouveaux émetteurs laser fonctionnant à haute puissance. Cet ensemble de techniques promet de s'affranchir des effets non-linéaires dans les fibres optiques qui entraînent une détérioration rapide de la qualité du faisceau, pouvant aller jusqu'à l'endommagement d'optiques ou même des sources fibrées. Pour fonctionner, la combinaison cohérente repose simplement sur le principe de l'interférence entre 2 ou plusieurs faisceaux laser amplifiés issus de la même source. Pour maximiser la puissance disponible, l'interférence doit être maintenue constructive, ce qui nécessite d'asservir les faisceaux de manière à minimiser leurs différences de phase. Cet asservissement est souvent dénommé mise en phase. De nombreuses stratégies de contrôle-commande de la phase existent lorsque l'environnement du laser est stable (laboratoire), mais ces stratégies sont mises à l'épreuve, voire mise en défaut, lorsqu'il s'agit de maintenir l'interférence constructive sur une cible distante de plusieurs dizaines de mètres du système émetteur. En effet, les paramètres de la cible et l'atmosphère turbulente vont dégrader la relation de phase entre les différents faisceaux.

Il est donc nécessaire de développer et d'appliquer de nouvelles techniques de mise en phase utilisant un nouveau vecteur d'information : la lumière laser rétrodiffusée par l'objet cible illuminé. Cette lumière possède une nature complexe car constituée de plusieurs éléments déphasés, elle interfère sur un écran d'observation en générant des tavelures (souvent nommées par le nom anglais de *speckle*). Dans cette thèse, nous proposons d'explorer des techniques de mise en phase dites « avec cible étendue dans la boucle » qui permettra de maintenir l'interférence constructive au niveau de l'objet.

La thèse sera abordée en trois volets complémentaires. Le/la doctorant(e) commencera par s'approprier les principes de base de la combinaison cohérente (bibliographie et expérimentation sur un banc laser), en cherchant en parallèle à cerner les spécificités liées à la mise en phase sur une cible de grande dimension, distante de l'émetteur. Un travail de modélisation théorique et numérique approfondi sera ensuite mené, qui visera à évaluer les performances d'une nouvelle stratégie de contrôle-commande selon des critères multiples qu'il sera nécessaire d'établir. Enfin, le troisième volet expérimental visera d'une part à confronter les performances obtenues avec les attendus, dans une démarche de validation des modèles, et d'autre part à expérimenter la réaction du système à des variations de l'objet ciblé (cible non coopérative). L'origine des dégradations de la performance de la liaison optique sera analysée à posteriori afin de proposer des voies d'amélioration futures.

Le/la doctorant(e) sera intégré(e) et encadré(e) dans une équipe spécialiste de la combinaison cohérente de sources laser. Il/Elle disposera d'un banc d'étude de combinaison cohérente ou d'un démonstrateur complexe, dédié aux travaux de la thèse. Son travail sera jalonné par des publications marquantes sur cette thématique de mise en phase sur cible, ainsi que des participations à des conférences.

Collaborations envisagées :

Laboratoire d'accueil à l'ONERA : Département : Optique et Techniques Associées Lieu (centre ONERA) : Palaiseau et Toulouse Contact : Bastien Rouzé (DOTA, SLS) Tél. : 0180386322 Email : bastien.rouze@onera.fr	Directeur de thèse : Nom : Xavier Orlik Laboratoire : DOTA, IODI Tél. : 0562252618 Email : xavier.orlik@onera.fr
---	--

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>