

## PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DOTA-2024-20**  
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Palaiseau

Département/Dir./Serv. : DOTA

Tél. : 0180386384

Responsable(s) du stage : Cindy Bellanger

Email : [cindy.bellanger@onera.fr](mailto:cindy.bellanger@onera.fr)

### DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Lasers fibrés, lidars et imageurs 3D

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

**Intitulé : Développement d'un code de traitement optimal pour la valorisation d'un analyseur innovant dédié aux lasers intenses.**

Sujet :

Le projet ICAN (International Coherent Amplifying Network) a pour but de réaliser un laser ultra intense extrêmement puissant afin de pouvoir accélérer les particules étudiées en physique fondamentale. Celui-ci remplacerait les accélérateurs actuels par des systèmes plus compacts et moins gourmands en énergie, et permettrait ainsi d'obtenir les niveaux d'intensité requis pour accéder à une physique nouvelle, au-delà du modèle standard. Etant donné la forte puissance moyenne et crête imposée par cette application, l'utilisation d'un seul laser dans cette mission est parfaitement impossible, du fait des effets non linéaires. Ainsi, pour surpasser cette limitation, l'idée est d'utiliser plusieurs milliers de fibres lasers, amplifiées sous leur seuil de non linéarité, puis de combiner leurs faisceaux par interférences constructives en champ lointain. Toutefois, pour que ce système soit efficace, il faut que la phase et l'alignement de chaque fibre laser soient parfaitement connus et maîtrisés, en compatibilité avec les exigences de précision et cadence imposées par ce type de laser. Pour cela, il convient de mettre au point une technique collective adaptée à la mesure pour ces deux paramètres sur l'ensemble des fibres, en une seule mesure.

Le projet XCAN (X Coherent Amplifying Network) constitue un jalon à court terme pour ce type de laser et représente déjà une capacité à remplir des missions intéressantes l'industrie (photolithographie, prontosonothérapie, ...). En partenariat avec Thales et l'Ecole Polytechnique, il correspond au développement d'un prototype comportant 61 canaux amplifiés représentatifs du projet ICAN (impulsionnel court, haute énergie), réalisé à l'Ecole Polytechnique. Dès lors, une mesure précise des caractéristiques des faisceaux à cophaser (amplitude des défauts de phases typiques, cadences requises, ...) est nécessaire afin de pouvoir dimensionner correctement la contre-réaction à mettre en place pour faire fonctionner ce laser, puis de caractériser finement la qualité de faisceau obtenue.

De récentes études menées à l'ONERA sur l'analyse des surfaces d'ondes morcelées ont abouti à une nouvelle version d'interféromètre, dénommé interféromètre PISTIL, adapté à la mesure simultanée d'un grand nombre de lasers, et compatible de l'application. Elle consiste à comparer, en une seule mesure, chaque morceau de surface d'onde avec ses voisins directs pour en extraire les informations de piston et de tilt relatifs. Appliquée à la surface d'onde morcelée décrite par la juxtaposition des faisceaux des fibres laser en champ proche, cette technique permet de quantifier collectivement et de façon rapide, précise et robuste les relations de phase de chacune des fibres. Ce travail fait l'objet d'une collaboration avec l'Ecole Polytechnique depuis une quinzaine d'années.

Le niveau de maturité de l'analyseur atteint actuellement permet d'envisager une valorisation pour aller vers un prototype intégrable sur différents lasers opérationnels de ce type, dédiés aux applications industrielles. Cependant, les routines de traitement actuelles fonctionnent en temps différé, et sont inadaptées à une utilisation pratique en laboratoire lors des procédures de réglages et de vérification du bon fonctionnement du laser.

Pour résoudre ce problème, l'objectif de stage est donc de reprendre et d'améliorer les codes de traitement actuels en optimisant et en réorganisant les routines de existantes en les faisant évoluer vers le temps réel.

Dans un premier temps, le travail consiste à s'appropriier les briques de traitement développée lors de travaux de thèse précédents, puis d'en proposer une organisation optimale répondant à un maximum de besoins définis en concertation avec l'utilisateur final sur le laser XCAN.

Ce travail sera réalisé au sein de l'équipe des inventeurs et valorisateurs de la technique PISTIL.

A l'issue des travaux, le code sera implanté sur la chaîne opérationnelle XCAN pour une utilisation récurrente.

Ce travail est donc préparatoire à une action de valorisation de l'analyseur PISTIL à laquelle pourra être associé le stagiaire s'il souhaite poursuivre dans la voie de l'innovation.

Le langage de programmation préconisé est le langage python.

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

Possibilité de prolongation en thèse : **Oui**

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

Période souhaitée : 1er semestre 2024

**PROFIL DU STAGIAIRE**

Connaissances et niveau requis :  
M2 ou 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur.  
Spécialiste du traitement du signal physique  
Intérêt pour la programmation

Ecoles ou établissements souhaités :  
IOGS, Ecoles centrales, ENSATT, FIE IOGS ....