



## Laboratoire commun X-LAS CILAS (Compagnie Industrielle des LASers) - XLIM

### STAGE industriel en laboratoire

5 à 6 mois - Ingénieur ou Master 2

#### SUJET DU STAGE

Pour répondre aux demandes de sources lasers de très hautes puissances, il apparaît aujourd'hui incontournable de devoir combiner les rayonnements d'un **réseau de lasers**. CILAS et XLIM sont engagés depuis plusieurs années sur ces approches qui utilisent une **boucle d'asservissement opto-numérique**. Celle-ci vise à maîtriser les phases relatives des faisceaux émis, d'une part pour compenser les perturbations environnementales qui impactent le système et d'autre part pour piloter le diagramme de rayonnement du réseau d'émetteurs lasers. Un schéma de phasage actif a été imaginé pour gérer un grand nombre de lasers. Il est basé sur un système diffractif (ou diffusif) qui, intégré à une boucle d'asservissement, permet de converger par itération opto-numérique vers n'importe quel jeu de phases cibles arbitrairement choisi. Cette propriété permet de contrôler ainsi, sans pièce mobile, la directivité des faisceaux combinés. Cette commande agile est indispensable dans de nombreuses applications. A cette propriété, il est parfois important d'ajouter la mesure et la maîtrise de la directivité (tip/tilt) de chacun des faisceaux élémentaires constituant le rayonnement combiné.

Aussi, l'objectif du stage est de faire évoluer le dispositif actuel pour qu'il puisse contrôler à la fois les phases relatives et l'inclinaison des faisceaux élémentaires par rapport à une direction moyenne de propagation. Cette évolution en profondeur du système nécessite une **nouvelle approche algorithmique et physique de la boucle opto-numérique**. Le stagiaire devra participer à la conception de cette nouvelle approche, la valider numériquement et la mettre en œuvre sur un banc modèle intégrant un réseau de faisceaux lasers et des modulateurs spatiaux de lumière. Le stagiaire devra également optimiser les multiples paramètres du système développé et le caractériser. Le prototype réalisé pendant le stage, devra démontrer dans une expérience finale sa capacité à focaliser les faisceaux combinés à travers un milieu fortement aberrant. Enfin, le stagiaire devra rédiger des comptes rendus réguliers sur les différentes phases de développement du projet, ainsi qu'un rapport final notamment sur les potentialités et les limites du système étudié.

#### LABORATOIRE COMMUN X-LAS

Forts d'une collaboration démarrée il y a plus de dix ans dans le domaine des lasers pour des applications spatiales, l'Institut de Recherche XLIM et la Société CILAS (Compagnie Industrielle des Lasers), filiale d'Ariane group, ont créé le laboratoire commun X-LAS, en janvier 2016. Il s'inscrit dans le domaine de l'optique photonique. X-LAS vient renforcer une coopération technique déjà productive, à l'origine de plusieurs dépôts de brevets et publications scientifiques, et de la formation de docteurs en physique. Ce laboratoire commun a pour objectif de réaliser des lasers d'architecture innovante, de haute puissance ou à base de matériaux céramiques, pour des applications militaires, ou civiles. X-LAS vient ainsi répondre aux besoins toujours croissants en termes de puissance, de compacité, de rendement et de robustesse des lasers.

#### DIMENSION DU POSTE

Rattaché au service DEIO (Département Etudes et Industrialisation Optroniques) de la société CILAS, le stagiaire sera immergé dans les projets du laboratoire commun X-LAS que partage CILAS avec le



laboratoire de recherche XLIM. C'est l'opportunité pour le stagiaire d'être formé aux systèmes lasers par une équipe associant des chercheurs du monde académique et des ingénieurs du monde industriel. A l'issue du stage, il est envisagé une **poursuite en thèse (financement CIFRE)** sur le même périmètre d'étude, étendue à d'autres problématiques des réseaux de lasers et avec les mêmes acteurs académiques et industriels.

### MISSIONS PRINCIPALES CONFIEES AU STAGIAIRE

Conception, réalisation et caractérisation d'une boucle opto-numérique, dédiée au phasage et au contrôle de l'inclinaison des faisceaux élémentaires de réseaux de lasers, intégrant un système de cartographie de phase par élément diffractif/diffusif.

- Modélisation d'un système optique diffractif/diffusif et de sa matrice de transmission
- Codage et essais d'algorithmes d'optimisation (boucle opto-numérique)
- Mise en œuvre et caractérisation d'un banc modèle expérimental utilisant un réseau de faisceaux lasers, des modulateurs spatiaux de lumière (LCOS-SLM) et des caméras (optique expérimentale et interfaçage d'instruments)
- Implémentation et expérimentation sur ce banc modèle des différentes approches d'optimisation retenues
- Démonstration des capacités du système développé à focaliser les faisceaux combinés à travers un milieu fortement aberrant
- Rédaction de comptes-rendus techniques d'avancement du projet

### COMPETENCES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

- Optique expérimentale
- Photonique (instrumentation et modélisation)
- Codage sous MATLAB
- Interfaçage d'instrument sous MATLAB
- Techniques d'optimisation

### QUALIFICATIONS

Elève en dernière année d'école d'ingénieur ou master 2  
Autonomie, réactivité, rigueur, analyse, esprit d'équipe et écoute  
Maîtrise de l'Anglais technique

**Mots clés :** Lasers, réseau de lasers, systèmes optiques, cohérence spatiale et temporelle, asservissement, méthodes d'optimisation

**Lieu de travail :** XLIM, 123 Av Albert Thomas, 87060 Limoges

### Contacts :

- XLIM

Vincent KERMENE - [vincent.kermene@xlim.fr](mailto:vincent.kermene@xlim.fr)

Agnès DESFARGES-BERTHELEMOT - [agnes.desfarges-berthelemot@xlim.fr](mailto:agnes.desfarges-berthelemot@xlim.fr)

- CILAS Julien LEVAL - [leval@cilas.fr](mailto:leval@cilas.fr)

