

Master

Proposition de stage / Internship proposal

Date de la proposition : 14 / 11 / 2024

Responsable du stage / internship supervisor:	
Nom / name: MEIGNIEN	Prénom/ first name : Loïc
Tél : 01 69 33 53 29	Courriel / mail: loic.meignien@polytechnique.edu
Nom du Laboratoire / laboratory name: LULI	
Etablissement / institution : CNRS / l'École Polytechnique	Code d'identification : UMR 7605
Site Internet / web site: https://luli.ip-paris.fr/	
Adresse / address: LULI, Ecole Polytechnique, 91128 Palaiseau cedex	
Lieu du stage / internship place: Laboratoire LULI (Ecole Polytechnique)	

Titre du stage / internship title: Démonstration d'une source d'étalonnage de diagnostics plasma implantable sur le Laser MégaJoule (LMJ) / Demonstration of a Plasma Diagnostic Calibration Source for Integration into the Laser MégaJoule (LMJ)

Résumé :

Le Laser MégaJoule (LMJ), conçu et exploité par le CEA-DAM depuis plus de 25 ans, est un instrument de recherche majeur pour la physique des plasmas. Ce laser permet d'obtenir des plasmas chauds et denses, qui peuvent être étudiés grâce à divers diagnostics spécifiques du plasma, d'une grande complexité. L'étude proposée concerne le développement d'un banc d'étalonnage pour ces diagnostics, directement implantable à proximité des expériences plasma.

Dans ce contexte, le LULI (Laboratoire pour l'Utilisation des Lasers Intenses), un laboratoire de physique des plasmas opérant des lasers de très haute intensité (LULI2000 et Apollon, respectivement de classe kilojoule et Pétawatts), collabore avec le Laboratoire de Développement des Diagnostics Plasma (LDDP) du Service Conception des Expériences Plasma (SCEP) du CEA/centre DAM Île-de-France (CEA/DIF) et l'IOGS (groupe Lasers du laboratoire Charles Fabry), pour étudier des solutions innovantes de sources d'étalonnage pour les diagnostics plasma. Ces sources utilisent des concentrateurs optiques luminescents (Ce:YAG ou Ce:LuAG) pour générer une radiation large bande de référence à haute luminance ($> \text{kW}/\text{cm}^2/\text{sr}$). Cette source permettra d'étalonner divers diagnostics pyrométriques du LMJ à proximité de la chambre d'expérience sur une large bande spectrale (490-750 nm).

Le stage consistera à développer une source laser en espace libre, pompée par diode (Nd :YAG > 200 mJ), avec un profilage temporel à l'aide d'injecteurs laser fibrés. Ces injecteurs utiliseront des composants photoniques provenant des télécommunications (EOM, AOM, SOA). Une étude sera réalisée sur un schéma de triplement de fréquence d'impulsions longues (10-100 ns) et son transport via fibre optique à très grand cœur (> 1 mm) pour alimenter les concentrateurs luminescents. Des études seront menées pour caractériser les meilleures fibres optiques et concevoir un dispositif original permettant de limiter les effets délétères de la rétrodiffusion Brillouin. La source d'étalonnage prototype sera testée sur l'installation kilojoule LULI2000 lors d'une campagne d'expériences. Au vu des résultats, cette étude sera utilisée pour faire une proposition de source adaptée au LMJ pour son intégration et sa mise en exploitation..

Le ou la stagiaire sera intégré(e) à l'équipe R&D du LULI, composée de chercheurs, d'ingénieurs de recherche, de post-doctorants, de doctorants et d'apprentis du laboratoire, dans deux salles de développement dédiées (> 100 m²) et sur les installations laser du LULI. Des réunions et des expériences seront à prévoir à l'IOGS ainsi qu'au CEA-DAM.

Summary :

The Laser MégaJoule (LMJ), designed and operated by CEA-DAM for over 25 years, is a major research instrument for plasma physics. This laser generates hot and dense plasmas that can be studied through various

high-complexity plasma-specific diagnostics. The proposed study focuses on developing a calibration setup for these diagnostics, which will be directly integrated near the plasma experiment.

In this context, the LULI (Laboratory for the Use of Intense Lasers), a plasma physics laboratory operating very high-intensity lasers (LULI2000 and Apollon, with kilojoule and petawatt capabilities, respectively), collaborates with the Plasma Diagnostic Development Laboratory (LDDP) of the Plasma Experiment Design Service (SCEP) of CEA/centre DAM Île-de-France (CEA/DIF) and IOGS (the Lasers group at the Charles Fabry laboratory) to explore innovative calibration source solutions for plasma diagnostics. These sources use luminescent optical concentrators (Ce:YAG ou Ce:LuAG) to produce a high-luminance broadband reference radiation ($> \text{kW}/\text{cm}^2/\text{sr}$). This source will be used to calibrate various pyrometric diagnostics of the LMJ near the experimental chamber over a wide spectral range (490-750 nm).

The internship will involve developing a free-space diode-pumped laser source (Nd:YAG > 200 mJ) temporally shaped with fiber-coupled laser injectors using telecommunication photonic components (EOM, AOM, SOA). The project will study a frequency-tripling scheme of long-pulse (10-100 ns) light and its transport via large-core (> 1 mm) optical fibers to feed the luminescent concentrator. Studies will also be carried out to characterize the best optical fibers and design an original system to mitigate the detrimental effects of Brillouin backscattering. The prototype calibration source will be tested on the LULI2000 kilojoule installation during an experimental campaign. Based on the results, this study will propose a source adapted for the LMJ, aimed at its integration and operational deployment.

The intern will be integrated into the LULI R&D team, which includes researchers, research engineers, post-doctoral researchers, PhD students, and apprentices in dedicated development spaces (> 100 m²) and on the LULI laser facilities. Meetings and experiments will also take place at IOGS and CEA-DAM.

Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : Yes

Si oui, financement de thèse envisagé ou acquis / financial support for the PhD ?

Financement acquis / <i>Secured funding</i>	Yes	Nature du financement / <i>Type of funding</i>	CEA/LULI/ IOGS
Financement demandé / <i>Requested funding</i>	No	Nature du financement / <i>Type of funding</i>	