

Sujet de stage M1/M2 – English version below

Laboratoire: LP3, Campus de Luminy, Marseille 13009, France

Encadrement: Alexandros Mouskeftaras - Chargé de Recherche CNRS

Email: alexandros.mouskeftaras@cnrs.fr

Titre: Etude de contraintes mécaniques induites par laser ultracourt à l'intérieur des matériaux diélectriques

Mots clé: ultrasonique laser, physique ultrarapide, impulsion laser ultracourte

Rémunération: ~600 €/mois

Description: Aujourd'hui, le laser fait partie des méthodes industrielles de traitement de matériaux offrant de nombreux avantages comme la résolution micrométrique, la possibilité d'usiner différents types de matériaux et de minimiser les effets collatéraux qui limitent la qualité d'usinage. Cependant, il existe une zone autour du volume d'interaction avec le laser dans laquelle les propriétés mécaniques du matériau se trouvent modifiées et qui ont comme résultat la fragilisation du matériau. Une caractérisation mécanique *post mortem* et durant l'usinage permettrait d'optimiser les paramètres d'usinage laser en entrée afin d'obtenir le résultat final désiré.

Dans ce stage, on se propose d'étudier l'état de contraintes des matériaux transparents (verres et/ou cristaux) au cours de l'interaction avec un laser à impulsions ultrabrèves (femtoseconde-picoseconde). Pour cela, un dispositif expérimental de type microscope-polariscope résolu en temps a déjà été développé au laboratoire LP3. Ce dispositif, basé sur la mesure de biréfringence induite par contrainte donne accès à l'amplitude et la direction des contraintes résiduelles. Le but de ce stage est double. D'une part, participer aux campagnes expérimentales exploitant le dispositif actuel pour les études des contraintes induites par laser et d'autre part optimiser les prises de mesures:

- En améliorant le schéma expérimental
- En définissant le meilleur choix d'algorithme pour le calcul de la biréfringence
- En appliquant un traitement d'images afin d'améliorer le signal-sur-bruit

Il s'agit d'une excellente opportunité pour développer des compétences dans un domaine fortement interdisciplinaire de la Physique (Physique des Plasmas, Lasers, Thermodynamique, Mécanique etc.) et de l'ingénierie. L'étudiant.e intéressé.e devra avoir de solides connaissances en Optique et/ou en Science des matériaux. Un goût pour la physique expérimentale est nécessaire.

Sélection de publications:

- Koritsoglou, O., Loison, D., Uteza, O. and Mouskeftaras, A. (2022). Characteristics of femtosecond laser-induced shockwaves in air. *Optics Express*, 30(21), pp.37407-37415.
- Mouskeftaras, A., & Bellouard, Y. (2018). Effect of the Combination of Femtosecond Laser Pulses Exposure on the Etching Rate of Fused Silica in Hydrofluoric Acid. *Journal of Laser Micro/Nanoengineering*, 13(1).
- Mouskeftaras, A., Guizard, S., Fedorov, N., & Klimentov, S. (2013). Mechanisms of femtosecond laser ablation of dielectrics revealed by double pump-probe experiment. *Applied Physics A*, 110(3), 709-715.

Master Internship

Laboratory: LP3, Campus de Luminy, Marseille 13009, France

Advisor: Alexandros Mouskeftaras – CNRS researcher

Email: alexandros.mouskeftaras@cnrs.fr

Title: Study of ultrashort laser-induced mechanical stresses inside dielectric solids

Keywords: laser ultrasonics, ultrafast physics, ultrashort pulse laser

Remuneration: ~600 €/mois

Description: Today, lasers are part of industrial methods in material processing presenting many advantages such as micrometric resolution, the possibility of machining different types of materials and minimization of collateral effects that limit the quality of machining. However, there is a zone around the laser interaction volume inside which the mechanical properties of the material are modified, resulting in material weakening. A *post mortem* mechanical characterization and also during machining would allow to optimize the input laser machining parameters in order to obtain the desired final result.

In this internship, we propose to study the stress state of transparent materials (glasses and/or crystals) during the interaction with an ultrashort pulsed laser (femtosecond-picosecond). For this purpose, an instrument of time-resolved microscope-polariscope type has already been developed in the LP3 laboratory. This instrument, based on the measurement of stress-induced birefringence, gives access to the amplitude and direction of the residual stresses. The aim of this internship is twofold. On one hand, to participate in the experimental campaigns using the instrument for the study of laser-induced stresses and on the other hand to optimize the data acquisition:

-By improving the experimental scheme

-By defining the best choice of algorithm for the calculation of birefringence

-By applying image processing to improve the signal-to-noise ratio

This is an excellent opportunity to develop skills in a highly interdisciplinary field of Physics (Plasma Physics, Lasers, Thermodynamics, Mechanics etc.) and engineering. The interested student should have a strong background in Optics and/or Materials Science. A taste for experimental physics is necessary.

Publications selection:

- Koritsoglou, O., Loison, D., Uteza, O. and Mouskeftaras, A. (2022). Characteristics of femtosecond laser-induced shockwaves in air. *Optics Express*, 30(21), pp.37407-37415.
- Mouskeftaras, A., & Bellouard, Y. (2018). Effect of the Combination of Femtosecond Laser Pulses Exposure on the Etching Rate of Fused Silica in Hydrofluoric Acid. *Journal of Laser Micro/Nanoengineering*, 13(1).
- Mouskeftaras, A., Guizard, S., Fedorov, N., & Klimentov, S. (2013). Mechanisms of femtosecond laser ablation of dielectrics revealed by double pump–probe experiment. *Applied Physics A*, 110(3), 709-715.