

Sujet de thèse CIFRE (2024-27)

Etude expérimentale et instrumentation de procédés laser femtoseconde de forte puissance à haute cadence

Entreprise et lieu de la thèse CIFRE :	IREPA LASER / INSTITUT CARNOT MICA
Laboratoire académique associé :	IPP team (Photonics Instrumentation and Processes) INSA Strasbourg
Encadrants industriels :	F. Mermet, J.M. Romano, rh@irepa-laser.com
Directeur de thèse :	Prof. S. Lecler sylvain.lecler@insa-strasbourg.fr
Co-superviseur :	Ass Prof. T. Engel, Ass Prof. G. Chabrol
Programme rattaché :	Labcom LaserSurf

Contexte:

Une fabrication durable et intelligente est indispensable aux enjeux environnementaux et sociétaux actuels. Le micro-usinage laser est une solution à fort potentiel qui répond à des besoins industriels concrets, en évitant le recours à des produits chimiques de synthèse, tout en dépassant les capacités des procédés conventionnels : meilleure résolution et polyvalence, traitement de divers matériaux sans usure d'outils.

Ces dernières décennies, les lasers femtosecondes ont constitué une innovation majeure : les puissances pics générées permettent un enlèvement de matière, de manière sélective, avec une résolution micrométrique, en ne créant pas ou peu d'effets néfastes sur la santé matière. Toutefois, ces technologies restent encore limitées à des cadences extrêmement lentes.

L'enjeu des prochaines années est d'augmenter leurs rendements et de rendre ces technologies viables industriellement. La forte puissance récemment disponible sur les sources lasers femtosecondes semble être la clé, car elle permet d'envisager des procédés parallélisés à très haute cadence. Pour cela, il faudra dépasser les connaissances physiques actuelles d'enlèvement de matière par laser femtoseconde.

Sujet de thèse:

Une station laser équipée des dernières technologies est mise à disposition et devra être instrumentée pour collecter des données in-situ lors d'essais laser femtoseconde forte puissance sur différents matériaux.

Les travaux de recherche devront apporter une meilleure compréhension des capacités d'usinage femtoseconde à très haute cadence. Et ce, sur deux aspects clés:

- les phénomènes d'ablation et de couverture plasma lors de mise en œuvre de rafales d'impulsions,
- la caractérisation d'usinage et d'échauffement thermiques, lors d'utilisation de solutions de mise en forme de faisceau et de parallélisation de procédés.

Les développements seront dirigés par des cas d'applications provenant de l'industrie aéronautique, avec des objectifs de grande productivité et de contrôle qualité en ligne. L'objectif final est d'atteindre un processus de prise de décision permettant de choisir la meilleure stratégie d'usinage pour assurer la qualité et améliorer le rendement.

Ces travaux s'inscrivent dans *LaserSurf*, le laboratoire commun entre l'entreprise IREPA LASER et le laboratoire iCube. Dans ce cadre, des synergies avec des activités en cours sur des aspects technologiques, procédé, simulation, acquisition et robotiques sont attendus.

Profil recherché :

Expérimentaliste avec compétences en photoniques, procédés laser et matériaux.

Références bibliographiques :

- [1] C. Hairaye, F. Mermet, T. Engel, et al. Journal of Physics: [Conference Series, 558, p. 012063, 2014.](#)
- [2] R. Elleb, T. Engel, F. Antoni, J. Fontaine, F. Mermet et al., [J. of Mat. Sc. 56, p.20169–180, 2021.](#)
- [3] J.-M. Romano, et al., [J. of Micro and Nano Manuf. 7\(2\), 024504, 2019.](#)
- [4] R. Pierron, P. Pfeiffer, G. Chabrol, S. Lecler, , [Appl. Phys. A, 123, 686, 2017.](#)

