

# PhD subject - Sujet de thèse (2023-26)

## Title: Digital laser beam shaping

PhD supervisor(s)/ directeur de thèse : Prof. Sylvain LECLER [sylvain.lecler@insa-strasbourg.fr](mailto:sylvain.lecler@insa-strasbourg.fr)

Host Unit/ Unité d'accueil : ICube Laboratory  
IPP team (Photonics Instrumentation and Processes)

Affiliate institution: INSA of Strasbourg

Collaboration(s): Company QiOVA, Sébastien LANDON (CTO)

Attachment to a program: ANRT CIFRE

### Résumé: (English bellow)

**Les procédés laser font partie des Green-techs** dans la mesure où ils permettent de déposer l'énergie nécessaire à l'emplacement voulu. Les puissances disponibles ne cessent d'augmenter que ce soit sous forme de **lasers continus ou pulsés, voire ultrabrefs** avec des impulsions pouvant avoir des durées inférieures à 100 femtosecondes. **La mise en forme spatiale de ces lasers est un enjeu clé** pour leur application dans le renouveau industriel en cours. C'est le domaine d'expertise de la société QiOVA qui conçoit et fournit des solutions laser innovantes pour permettre aux industriels de produire toujours mieux. Ces solutions brevetées utilisent des hologrammes numériques qui permettent par exemple de gérer dynamiquement des centaines de faisceaux à partir d'une source laser unique.

A l'interface entre le monde académique et de l'entreprise, la thèse vise à développer et transférer de nouvelles solutions de mise en forme spatiale de lumière pour développer les outils industriels de l'industrie du futur. Cela concerne la forme des spots laser ou des **motifs**, la **nature des faisceaux** comme l'obtention de faisceaux non-diffractants, et le nombre et la position de ces spots. Le calcul de ces hologrammes numériques sera basé sur de **nouvelles approches**, comme le deep-learning, **tenant compte de la réalité du montage** -nature de la source, des optiques, etc. afin d'en corriger les possibles imperfections. Le fait de pouvoir **asservir cette mise en forme sur la qualité du procédé laser** lui-même sera également considéré. Des **tests expérimentaux** sur la tête laser VULQ1 de QiOVA à ICube permettront de valider de nouveaux algorithmes développés pour le calcul des cartes de phase. Le développement de ces outils est une condition nécessaire à la démocratisation de ces nouveaux procédés de fabrication, à la fois créateurs de valeur et plus respectueux de l'environnement.

La personne recrutée développera une expertise en optique physique, IA et procédés laser, très recherchée actuellement.

### **References:**

- [1] S. Landon, Micro- et nano-usinage par laser à impulsions ultracourtes : amélioration de procédés par des méthodes tout optique, thèse, Université de St-Etienne, (2011). <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00719223/>
- [2] D. Mikhaylov Baifan. Zhou, T. Kiedrowski, R. Mikut, A-F. Lasagni, High accuracy beam splitting using spatial light modulator combined with machine learning algorithms, Optics and Lasers in Engineering 121, p. 227-235 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2019.04.010>
- [3] A. Erik G. Madsen, R. L. Eriksen, J. Glückstad, omparison of state-of-the-art Computer Generated Holography algorithms and a machine learning approach, Optics Communications, Volume 505, (2022).

**Summary:**

Laser processes can contribute to Green-techs as they allow the deposition of just the necessary energy at the desired location. The available laser power is constantly increasing, both for continuous or pulsed lasers, and also for ultrafast lasers having pulse durations of less than 100 femtoseconds. The spatial shaping of these lasers is a key issue for their application in the industrial renewal. This is the field of expertise of QiOVA, which designs and supplies innovative industrial solutions for a better manufacturing. Those patented solutions are based on digital holograms that allow, for example, the dynamic management of hundreds of beams from a single laser source.

At the interface between the academic and business worlds, the thesis aims to develop and transfer new solutions for spatial light shaping to empower the industrial tools of the industry of the future. This concerns the shape of the laser spots or patterns, the nature of the beams such as obtaining non-diffracting beams, and the number and position of the laser spots. The calculation of these digital holograms will be based on new approaches, such as deep-learning, taking into account the reality of the assembly - nature of the source, optics, etc. - in order to correct possible imperfections. The fact of being able to control this shaping on the quality of the laser process itself will also be considered. Experimental tests on the VULQ1 laser head of QiOVA at ICube will allow new algorithms developed for the calculation of phase maps to be validated. The development of these tools is a necessary condition for the democratization of these new manufacturing processes being both high added value and environment friendly.

The person recruited will develop an expertise in physical optics, AI and laser processes, which is currently highly sought after.

