

## PROPOSITION DE SUJET DE THÈSE

### **Titre de la thèse :**

Traitement optique avancé des faisceaux de lumière structurée ultrarapides.

### **Département / Équipe :**

Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne / Département Photonique / Equipe :  
Processus Femtosecondes et Laser intense

### **Direction et co-direction éventuelle de la thèse :**

Edouard HERTZ & P. Béjot

E-mail: edouard.hertz@ube.fr

### **Contexte - Description du sujet – Objectifs (1 page max)**

La thèse portera sur la manipulation de champs *ultrarapides* structurés portant un moment angulaire orbital (OAM) et sur son interaction avec la matière. Il est connu depuis longtemps que la lumière peut transporter un moment angulaire de spin (SAM) associé à une polarisation circulaire, toutefois, les preuves expérimentales montrant que la lumière peut également transporter un OAM sont apparues beaucoup plus tard. En 1992, il a été rapporté que des faisceaux lumineux présentant des fronts d'onde hélicoïdaux portent un moment angulaire orbital bien défini. Depuis lors, les propriétés uniques des champs OAM ont suscité un intérêt considérable, tant pour leur importance fondamentale que pour la grande variété de leurs applications potentielles. Dans ce contexte, notre groupe a reporté différents travaux [1-3] sur l'utilisation de molécules en phase gazeuse comme interface lumière-matière pour le stockage et le traitement optique de faisceaux OAM ultracourts (femtosecondes). En exploitant un mécanisme de stockage basé sur une structuration spatiale de l'échantillon moléculaire, des moments angulaires orbitaux purs [1,3] ainsi que des qubits photoniques d'OAM [2] ont été encodés dans les cohérences rotationnelles de molécules linéaires, puis restaurés ultérieurement, avec la possibilité d'une lecture à la demande [3]. Dans la continuité de ces travaux, le travail de thèse portera sur plusieurs développements de traitement optique de faisceaux porteurs d'OAM en exploitant des systèmes moléculaires et des plasmas en phase gazeuse [4]. Ces deux plateformes offrent des avantages significatifs en termes de polyvalence, de reconfigurabilité, de seuil de dommage et de capacité multimodales, particulièrement utiles dans le contexte d'impulsions ultracourtes à large bande spectrale.

Le doctorant ou la doctorante sera chargé(e) de développer les dispositifs expérimentaux pour la génération de champs porteurs d'OAM à l'aide de  $q$ -plates et de façonneurs spatiaux d'impulsions (à mettre en place), ainsi que pour leur détection. Il ou elle mènera des campagnes de mesures expérimentales et analysera les résultats appuyés par des simulations numériques. En outre, l'étudiant(e) étudiera les limitations fondamentales et techniques associées aux différentes conceptions expérimentales.

[1] “*Quantum interface for storing and manipulating ultrashort optical vortex*”, F. Trawi, F. Billard, O. Faucher, P. Béjot and E. Hertz, *Laser Photonics Rev.*, 17, 2200525 (2023)

[2] “*Holographic Storage of Ultrafast Photonic Qubit in Molecules*” A. Voisine, F. Billard, O. Faucher, P. Béjot and E. Hertz. *Adv. Photonics Res.*, 5, 2400008 (2024)

[3] “*Molecular alignment echo for controlling the readout time of vortex beams*”, A. Voisine, P. Béjot, F. Billard, O. Faucher, and E. Hertz, *Phys. Rev. Lett.* **136**, 023202 (2026)

[4] “*Explicit symmetry breaking of generalized angular momentum by second-harmonic generation in underdense plasmas*”, A. Voisine, P. Béjot, F. Billard, H. Marroux, O. Faucher and E. Hertz, *Laser Photonics Rev* 2025, 2401180

#### Environnement :

L'étudiant bénéficiera des installations du laboratoire d'accueil, notamment de deux chaînes laser femtoseconde de longueurs d'ondes ajustables, de divers dispositifs de détection et de façonneurs temporels ou spatiaux nécessaires au projet.

Mots clés : Lasers femtosecondes, moment angulaire orbital, optique non-linéaire, optique ultra-rapide

#### Profil recherché :

Diplôme de master en physique ou équivalent. Une bonne formation en physique et un intérêt pour le travail expérimental sont requis. Les candidats ayant une formation avancée en optique ultrarapide seront privilégiés.

Bonnes compétences en communication écrite et orale en anglais.