



Graduate  
Research School

université  
de BORDEAUX

Proposition de Thèse 2019

Collège des écoles doctorales

École doctorale Sciences Physiques et de l'Ingénieur

## Amplificateurs lasers innovants pour la postcompression à haute énergie

**Mots-clé :** lasers picosecondes et femtosecondes, amplificateurs lasers de puissance, mise en forme spatiale, optique nonlinéaire, compression optique

**Localisation :** Centre Lasers Intenses et Applications (CELIA), Talence, France, [www.celia.u-bordeaux1.fr](http://www.celia.u-bordeaux1.fr)

**Financement :** Ecole doctorale, 3 ans à compter du 1<sup>er</sup> octobre 2019

**Directeur de thèse :** Stéphane Petit ([stephane.petit@u-bordeaux.fr](mailto:stephane.petit@u-bordeaux.fr), tel +33 (0)5 40 00 37 49)

**Contexte :** Depuis 10 ans, la forte montée en puissance des systèmes lasers énergétiques picosecondes basés sur l'ion ytterbium a montré des puissances supérieures au kW issues de lasers à fibre ou solide [1]. Ce challenge technologique et scientifique ouvre la voie à des champs applicatifs tel que le domaine aérospatial, la médecine, la physique des plasmas à haute cadence, la filamentation longue distance dans l'atmosphère, etc. Par ailleurs, la post-compression non-linéaire de systèmes Yb de plusieurs centaines de watts avec des capillaires ou des cellules d'Herriot a démontré des taux de compression temporelle impressionnants [2] annonçant une rupture technologique des systèmes Ti :saphirs actuels à 1 kHz.

**Sujet de thèse :** Le projet LEAP-HORIZON du CELIA vise la production d'impulsions picosecondes de 1 Joule à la cadence de 1kHz (puissance moyenne 1 kW). Un amplificateur régénératif à base de disque mince de 200 mJ à 1 kHz à mode gaussien est en cours de réalisation mais ces pré-amplificateurs souffrent du mauvais recouvrement spatial entre les profils de pompes 'top hat' et le mode gaussien de cavité. Ceci affecte le rendement optique et nécessite l'utilisation de composants de grandes ouvertures. Une alternative consiste à concevoir des amplificateurs à mode plat [3] adaptés aux disques minces Yb :YAG. Par ailleurs raccourcir temporellement ces impulsions de la picoseconde à quelques dizaines de femtoseconde constitue un challenge technologique. La thèse se focalisera sur la conception et la réalisation d'amplificateurs « Thin disk » à modes plats pour la haute énergie et leur postcompression :

- Conception des architectures et de la mise en forme spatiale adaptées aux cavités à disque mince.
- Etude d'un amplificateur Yb :YAG à mode plat dans différents régimes (CW, ns, injecté ps) de haute puissance.
- Etude de la postcompression par automodulation de phase de faisceaux à mode plats dans des films minces [4] ou cellule d'Herriot.

Les aspects de la thèse abordent deux sujets d'actualité avec un fort potentiel de publication et d'intégration professionnelle assurant au doctorant une formation de pointe en physique des lasers, recherchée en R&D académique ou industrielle en lasers.

[1] Nubbemeyer et al. Opt. Lett. **42**, 1381(2017), [2] Kaumanns et al. Opt. Lett. **43**, 5877 (2018),

[3] Ribeyre et al ; Opt. Lett. 28,1374 (2008), [4] Mourou et al., Eur. Phys. J. Special Topics223, 1181(2014)

**Profils des candidats :** Nous recherchons pour ce projet innovant un(e) candidat(e) motivé(e) titulaire d'un diplôme donnant le grade de Master et il (elle) doit présenter de bonnes connaissances en optique, lasers, optique non linéaire. Une connaissance des impulsions laser ultrabrèves serait un plus. Des simulations sont prévues mais le travail est essentiellement expérimental.

**Candidature :** Le dossier doit être adressé directement au directeur de thèse et il doit comprendre un curriculum vitae avec les résultats académiques (2 pages maximum), une lettre de motivation, une ou deux lettres de recommandation pour tout étudiant extérieur à l'université de Bordeaux, une attestation du dernier diplôme obtenu et un relevé de notes des Masters 1ère et 2ème année.

**Date limite de candidature : 30 mai 2019:**



Graduate  
Research School

université  
de BORDEAUX

Call for PhD position

Collège des écoles doctorales

École doctorale Sciences Physiques et de l'Ingénieur

## High power laser amplifiers for high energy postcompression

**Keywords :** picosecond and femtosecond lasers, power laser amplifiers, spatial beam shaping, nonlinear optics, pulse compression

**Location :** Centre Lasers Intenses et Applications (CELIA), Bordeaux, France ([www.celia.u-bordeaux1.fr](http://www.celia.u-bordeaux1.fr))

**Funding :** full 3-years, starting on october 1st 2019

**PhD supervisor :** Dr Stéphane Petit ([stephane.petit@u-bordeaux.fr](mailto:stephane.petit@u-bordeaux.fr), tel +33 (0)5 40 00 37 49)

**Context :** The last ten years have seen the strong rise of high energy picosecond laser systems based on ytterbium ion with average powers higher than 1 kW from fiber or solid-state lasers [1]. This technological and scientific challenge opens the way to many application fields such as aerospace, medicine, plasma physics at a high repetition rate, long distance filamentation. Moreover, nonlinear post-compression of ytterbium systems at several hundred watts with capillaries or Herriot cells has shown a wide interest by demonstrating impressive time compression ratios [2] announcing an imminent technological break with current Ti: sapphire systems at 1 kHz.

**PhD subject:** LEAP-HORIZON project aims to produce picosecond pulses of 1 Joule at the rate of 1 kHz (average power 1 kW). A Gaussian-mode 200W 1kHz thin disk-based regenerative amplifier is in development but these pre-amplifiers suffer from a poor spatial overlap between top-hat pump profiles and Gaussian cavity mode affecting the optical performance and requiring the use of large aperture components. An alternative way is the design of flat mode amplifiers [3]) but adapted to the case of Yb: YAG thin discs. This spatial beam shaping will enable a new post-compression scheme based on self-phase modulation of flats beams in thin films [4] or Herriot cells. The PhD work will consist in combining flat-mode thin-disk regenerative amplifier development and the postcompression :

- Design and realization of beam shaping adapted to thin-disk amplifiers.
- Realization of high-power flat-mode thin-disk Yb :YAG amplifier in different regimes (CW, ns, ps),
- Post compression by self-phase modulation in thin films or Herriot cell.

This subject has a high potential for publication in high-ranked international journals and international conference meeting insuring a high-level training in laser physics for industrial or academic R&D.

[1] Nubbemeyer et al. Opt. Lett. **42**, 1381(2017), [2] Kaumanns et al. Opt. Lett. **43**, 5877 (2018),

[3] Ribeyre et al ; Opt. Lett. 28,1374 (2008), [4] Mourou et al., Eur. Phys. J. Special Topics223, 1181(2014)

**Profile:** For this innovative project, we are seeking a motivated candidate with a Master's degree and a good knowledge of optics, lasers and nonlinear optics. An experience in ultrafast pulses optics would be a benefit. Simulations and design will be performed but the work will be mainly experimental.

**Applications:** Application must be sent directly to the PhD supervisor. It includes a CV with academic results (2 pages max), one letter of motivation, one or two letters of recommendation for external student of University of Bordeaux, a copy or certification of the last degree, transcripts from Master 1 and 2 (or equivalent).

**Deadline of application:** May 30<sup>th</sup> 2019