



Offre de thèse

Développement de lasers solides visibles originaux

Laboratoire CIMAP, Caen (Université de Caen/ CNRS/ Ensicaen/ CEA)

Mots clefs : Laser visibles, optique non linéaire, spectroscopie des ions terres rares, lasers impulsionsnels

Contexte et sujet de la thèse : L'équipe OML (Optique, matériaux, Laser) du Centre de recherche sur les ions, les Matériaux et la Photonique (CIMAP) effectue des recherches à l'interface des nouveaux matériaux et du développement laser. Outre l'environnement requis pour le développement de dispositifs lasers, l'équipe dispose également des équipements pour la croissance et les caractérisations spectroscopiques des matériaux dopés aux ions terres rares. Cette thèse s'inscrit également dans le cadre du lancement d'un laboratoire commun avec l'entreprise française Oxixus, spécialisée dans le développement de lasers solides visibles.

Le développement de lasers visibles et UV s'inscrit dans un contexte de forts besoins actuels de telles sources pour l'analyse par spectroscopie atomique (ex : diagnostics de combustion [1]), le micro-usinage [2], la biologie et la médecine (imagerie biologique [3], thérapies photodynamiques [4], micro-chirurgie [5]).

Deux axes seront explorés au cours de cette thèse. Le premier axe portera sur l'étude de lasers visibles basés sur des cristaux de fluorures dopés au praséodyme (transitions $^3P_0 \rightarrow ^3F_3$, $^3P_0 \rightarrow ^3F_2$, $^3P_0 \rightarrow ^3H_6$ et $^3P_0 \rightarrow ^3H_5$). Leur fonctionnement en régime déclenché actif sera étudié ainsi que la génération de rayonnement UV en une seule étape de doublage. Les mêmes transitions seront étudiées en régime impulsionsnel à haut taux de répétition grâce à des cavités basées sur des guides d'onde réalisés au laboratoire.

Le deuxième axe portera sur la génération directe de rayonnement bleu à partir de cristaux et de fibres fluorures dopés aux terres rares (transitions à faible défaut quantique $^3P_0 \rightarrow ^3H_4$ du praséodyme et $^1G_4 \rightarrow ^3H_6$ du thulium) via des schémas de pompage (pompage à upconversion, co-dopage avec d'autres ions) et de cavité originaux. Le fonctionnement en régime monomode longitudinal sera également étudié.

Le candidat devra avoir de solides bases en optique et en photonique et des connaissances en physique des lasers seront plus particulièrement appréciées. Un goût pour la recherche expérimentale et la confrontation modèle/expérience sont également souhaités. Le doctorant sera intégré dans l'équipe OML et aura une mobilité à travers les collaborations de l'équipe OML avec des laboratoires renommés en France et à l'étranger ainsi que par sa participation à des conférences internationales. Il sera également impliqué dans le laboratoire commun avec l'entreprise Oxixus.

Références :

- [1] Rothe, Erhard W., and Peter Andresen. "Application of tunable excimer lasers to combustion diagnostics: a review." *Applied Optics* 36.18 (1997): 3971-4033.
- [2] Sugioka, Koji, and Ya Cheng. "Ultrafast lasers—reliable tools for advanced materials processing." *Light: Science & Applications* 3.4 (2014): e149-e149.
- [3] White, Alexander G., et al. "Deep-red fluorescent imaging probe for bacteria." *Bioorganic & medicinal chemistry letters* 22.8 (2012): 2833-2836.
- [4] Trivedi, Sagar, et al. "Phototherapy: The novel emerging treatment for cancer." *Photophysics and Nanophysics in Therapeutics*. Elsevier, 2022. 31-50.
- [5] Jayasinghe, Aroshan K., Jason Rohner, and M. Shane Hutson. "Holographic UV laser microsurgery." *Biomedical optics express* 2.9 (2011): 2590-2599.

Laboratoire d'accueil : Centre de Recherche sur les Ions, les Matériaux et la Photonique (CIMAP), UMR6252

Adresse : 6 Boulevard Maréchal Juin, 14050 Caen

Encadrement : Lauren Guillemot, Maître de conférences, et Patrice Camy, Professeur des universités

Contact : lauren.guillemot@ensicaen.fr .

Début de la thèse : Octobre 2024



PhD offer

New visible and UV lasers

CIMAP Laboratory, Caen (University of Caen/ CNRS/ Ensicaen/ CEA)

Keywords: Visible lasers, frequency doubling

Context and subject: The OML (Optics, Materials, Laser) team of the Center for Research on Ions, Materials and Photonics (CIMAP) carries out research at the interface of new materials and laser development. In addition to the environment required for the development of laser devices, the team also has equipment for the growth and spectroscopic characterization of rare earth doped materials. Furthermore, the team has a joint laboratory with the French company Oxixus, specializing in the development of visible solid-state lasers.

There is currently a high demand of new visible and UV lasers sources, for various applications such as atomic spectroscopy (e.g.: combustion diagnostics [1]), micro-engineering [2], biology and medicine (biological imaging [3], photodynamic therapies [4], microsurgery [5]).

Two axes will be explored in the course of this thesis. The first one will focus on the study of visible lasers based on praseodymium-doped fluoride crystals ($^3P_0 \rightarrow ^3F_3$, $^3P_0 \rightarrow ^3F_2$, $^3P_0 \rightarrow ^3H_6$ and $^3P_0 \rightarrow ^3H_5$ transitions). Their operation in active Q-switching regime will be studied, as well as UV generation in a single-stage frequency doubling operation. The same transitions will be studied in high repetition rate pulsed regime using in-house fabricated waveguides.

The second axis will focus on direct generation of blue radiation from rare-earth-doped fluoride crystals and fibers (low quantum defect transitions $^3P_0 \rightarrow ^3H_4$ of praseodymium and $^1G_4 \rightarrow ^3H_6$ of thulium) via original pumping (upconversion pumping, co-doping with other ions) and cavity schemes. Single longitudinal mode operation will also be studied.

The candidate should have a strong background in optics and photonics, and knowledge in laser physics will be particularly appreciated. A taste for experimental research and model/experiment confrontation are also desirable. The PhD student will be part of the OML team, and will have mobility through the OML team's collaborations with renowned laboratories in France and abroad, as well as through participation in international conferences. He/she will also be involved in the joint laboratory with the Oxixus company.

References:

- [1] Rothe, Erhard W., and Peter Andresen. "Application of tunable excimer lasers to combustion diagnostics: a review." *Applied Optics* 36.18 (1997): 3971-4033.
- [2] Sugioka, Koji, and Ya Cheng. "Ultrafast lasers—reliable tools for advanced materials processing." *Light: Science & Applications* 3.4 (2014): e149-e149.
- [3] White, Alexander G., et al. "Deep-red fluorescent imaging probe for bacteria." *Bioorganic & medicinal chemistry letters* 22.8 (2012): 2833-2836.
- [4] Trivedi, Sagar, et al. "Phototherapy: The novel emerging treatment for cancer." *Photophysics and Nanophysics in Therapeutics*. Elsevier, 2022. 31-50.

[5] Jayasinghe, Aroshan K., Jason Rohner, and M. Shane Hutson. "Holographic UV laser microsurgery." Biomedical optics express 2.9 (2011): 2590-2599.

Host laboratory: Center for Research on Ions, Materials and Photonics (CIMAP), UMR6252

Address: 6 Boulevard Maréchal Juin, 14050 Caen, France

Supervision : Lauren Guillemot, Assistant professor, and Patrice Camy, Full professor.

Contact : lauren.guillemot@ensicaen.fr .

Starting date: October 2024

Requirements: We are looking for a physicist with a solid base in optics, lasers, and photonics. Good communication skills, autonomy and a taste for experimental work are desired.

Techniques or methods covered: Frequency doubling, active and passive Q-switching, visible lasers, rare-earth ion spectroscopy, nonlinear optics.