

## Soutenance de thèse de Abhishek SURESHKUMAR

Le vendredi 13 Novembre 2026 à 14h00

020G - ENSSAT, Lannion

**Titre: Sources cohérentes de lumière visible basées sur des résonateurs à modes de galerie**

**Mots clés:** Modes de galerie; Microrésonateurs optiques; Microsphère; Dysprosium; Microlaser visible; Source de photons uniques; Ions terres rares; Fibre optique

**Résumé:** Les sources cohérentes de lumière visibles sont nécessaires pour un nombre croissant d'applications, comme les technologies quantiques, les horloges optiques et les capteurs atomiques, la biophotonique et les communications sous-marines ou en espace libre. Le déploiement de ces applications requiert des sources compactes, à faible largeur de raie, émettant à des longueurs d'onde visibles spécifiques. Cette thèse porte sur le développement de ces sources à partir de l'ion dysprosium trivalent ( $Dy^{3+}$ ), pompé directement par une diode laser bleue GaN, associé à deux structures photoniques qui confinent la lumière à des échelles différentes : une microsphère à modes de galerie (WGM) comme microstructure et une fibre optique effilée comme nanostructure. Une étude multi-échelle par microscopie à force atomique de microsphères de silice passives permet d'abord d'identifier leur rugosité de surface comme des ondes capillaires thermiques figées, ce qui fixe une limite fondamentale au facteur de qualité aux courtes longueurs d'onde. Avec une microsphère en verre fluoré dopée  $Dy^{3+}$ , nous démontrons ensuite l'émission jaune d'un microlaser WGM fibré et pompé directement, et nous montrons que son signal peut être amplifié dans une fibre dopée  $Dy^{3+}$ . Le même type d'ion et le même schéma de pompage sont enfin transposés à une fibre effilée dopée  $Dy^{3+}$ , comme voie vers une source de photons uniques fibrée, ressource essentielle pour les communications quantiques, dans le domaine du visible où l'efficacité des détecteurs silicium est maximale. Dans ce but, un banc optique multifonctionnel associant imagerie, spectroscopie et mesures de corrélation de photons est développé, et les premières images et études spectroscopiques de fibres effilées dopées  $Dy^{3+}$  révèlent que ces dernières présentent des résonances de WGM, susceptibles d'accroître l'émission collectée d'un ion unique.

**Rapporteurs avant soutenance:**

**Sîle NIC CHORMAIC** - Professeure, OIST, Okinawa, Japon

**Sébastien CHENAIS** - Professeur, LPL, Université Sorbonne Paris Nord, France

**Composition du Jury:**

Examineurs : **Sylvie LEBRUN** - Professeure, IOGS, Paris-Saclay, France

**Alban FERRIER** - Maître de conférences, Sorbonne Université, Paris, France

Dir. de thèse : **Yannick DUMEIGE** - Professeur, Institut FOTON, Université de Rennes, France

Encadrants : **Stéphane TREBAOL** - Maître de conférences HDR, Institut FOTON, Université de Rennes, France

**Hélène OLLIVIER** - Maîtresse de conférences, Institut FOTON, Université de Rennes, France

Invité : **Thierry ROBIN** - Exail, Lannion, France

---

**Title: Coherent visible light sources based on whispering gallery mode resonators**

**Keywords:** Whispering gallery modes; Optical microresonators; Microsphere; Dysprosium; Visible microlaser; Single-photon source; Rare-earth ions; Optical fibre

**Abstract:** Coherent light sources in the visible are required by a growing number of applications, including quantum technologies, optical clocks and atomic sensors, biophotonics and underwater or free-space communication. The development of these applications requires compact, narrow-linewidth sources at specific visible wavelengths. This thesis addresses the development of light sources using the trivalent dysprosium ion ( $Dy^{3+}$ ), directly pumped by a blue GaN laser diode, combined with two photonic structures that confine light at different scales: a whispering gallery mode (WGM) microsphere as the microstructure and a tapered optical fibre as the nanostructure. A multi-scale atomic force microscopy study of passive silica microspheres first allows us to identify their surface roughness as frozen thermal capillary waves, which sets a fundamental limit on the quality factor at short wavelengths. Using a  $Dy^{3+}$ -doped fluoride glass microsphere, we then demonstrate yellow emission from a fibre-coupled, directly pumped WGM microlaser, and we show that its output can be amplified in a  $Dy^{3+}$ -doped fibre. The same type of ion and pumping scheme are finally transferred to a  $Dy^{3+}$ -doped fibre taper as a route towards a fibre-coupled single-photon source, a key resource for quantum communication, in the visible domain where the efficiency of silicon

detector is maximum. For this purpose, a multi-functional optical bench combining imaging, spectroscopy and photon-correlation measurements is developed, and the first imaging and spectroscopy of  $\text{Dy}^{3+}$ -doped tapers reveal that the taper supports its WGM resonances, which could enhance the emission collected from a single ion.