



DEPARTEMENT PHYSIQUE INSTRUMENTATION ENVIRONNEMENT ESPACE (DPHY)

Nouveaux concepts de sources lasers et paramétriques pour lidar à absorption différentielle

Soutenance de thèse - Thomas HAMOUDI

Jeudi 17 décembre 2020 - 14h00

Visio Conférence*

La surveillance et le contrôle des émanations de gaz à effet de serre sur les sites industriels est une thématique majeure pour accompagner la transition écologique. Pour répondre à cette problématique, une approche est de sonder la concentration en gaz des panaches émis par les usines. Une solution d'avenir repose sur le développement d'une instrumentation de mesure lidar par absorption différentielle (DIAL) permettant d'analyser la concentration et de localiser les émanations. Dans ce contexte, l'ONERA s'est engagé dans le développement de sources paramétriques de type NesCOPO énergétiques et accordables dans des bandes spectrales identifiées. La démocratisation d'une telle technologie nécessite le développement d'un instrument polyvalent, robuste et très compact. Pour atteindre ces objectifs, le projet mettra l'accent sur les points suivants : polyvalence et robustesse. Dans un premier temps, une étude du contrôle de la longueur d'onde du NesCOPO a été effectuée. Le but étant de choisir la longueur d'onde d'émission de l'onde complémentaire de l'OPO (autour de 3,3 μm) et de la stabiliser par l'intermédiaire de la fréquence du laser de pompe. C'est le mélange de cette onde complémentaire et d'un autre laser de pompe dans des étages d'amplification paramétrique optique (OPA) qui a permis de générer une onde autour de 1,5 μm . L'accord en longueur d'onde du signal à 1,5 μm s'effectue par l'accord en longueur d'onde du laser de pompe de l'OPA. Ce laser de pompe doit donc présenter certaines spécificités en terme d'accordabilité et d'énergie. Pour cela, nous avons choisi une architecture MOPA avec un laser à fibre accordable comme source d'injection. Une architecture d'amplification hybride à base de fibre puis de cristaux dopés ytterbium a permis d'obtenir des énergies de plusieurs mJ. Les étages à fibre optique déterminent les caractéristiques temporelles de la source (15 ns à 5 kHz). Limité par la diffusion Brillouin stimulée dans les fibres, la montée en énergie est assurée par les étages d'amplifications à base de cristaux massifs. Suite à cela, des étages d'OPA ont été mis en place pompés par le laser de pompe accordable et injectés par l'onde complémentaire de l'OPO. Cette onde signal issue du 1er étage d'OPA a ensuite été amplifiée dans plusieurs cristaux non-linéaires positionnés en cascades, délivrant au final des impulsions de l'ordre de la centaine de μJ vers 1,5 μm . L'accord en longueur d'onde de l'onde signal par le laser de pompe a été caractérisée directement puis dans le cadre d'une expérience de spectroscopie d'absorption dans l'acétylène.

Mots clés : optique non-linéaire, laser, lidar, rayonnement infrarouge.

Composition du jury :

Fabien BRETENAKER (Directeur de recherche, LuMIn, Université Paris-Saclay) : Président du jury

Cyril DRAG (Chargé de recherche, LPP, Université Paris-Saclay) : Examineur

Patricia SEGONDS (Professeure, Institut Néel) : Rapporteur

Eric FREYSZ (Directeur de recherche, LOMA, CNRS, Université Bordeaux) : Rapporteur

Patrick GEORGES (Directeur de recherche, LCF) : Directeur de thèse

Myriam RAYBAUT (Ingénieur de recherche, DPHY/ONERA, Université Paris-Saclay) : Invitée

Xavier DELEN (Maître de conférences, LCF) : Invité

*contacts lien soutenance : thomas.hamoudi@onera.fr ou marie-line.pacou@onera.fr