

# Avis de Soutenance

**Monsieur Léo HETIER**

## Optique et Radiofréquences

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

*Laser Intégrés sur Verre pour la Génération de Fréquence THz*

dirigés par Monsieur Julien POETTE

Soutenance prévue le *mardi 07 mai 2024* à 9h30

Lieu : PHELMA MINATEC 3 Parv. Louis Néel, 38000 Grenoble, France

Salle : Z104

### Composition du jury proposé

M. Julien POETTE	Grenoble INP	Directeur de thèse
M. Guillaume DUCOURNAU	Université de Lille	Rapporteur
M. Olivier GAUTHIER-LAFAYE	CNRS DELEGATION OCCITANIE OUEST	Rapporteur
Mme Anne KAMINSKI-CACHOPO	Grenoble INP	Examinatrice
Mme Christelle MONAT	Ecole centrale de Lyon	Examinatrice
Mme Aurore ECARNOT	EXAIL	Examinatrice

Mots-clés : laser, optique Intégrée, Électromagnétisme,

### Résumé :

Plusieurs applications nécessitent l'emploi de signaux radiofréquences à très hautes fréquences et possédant de grandes qualités spectrales, telles que les systèmes des prochaines générations de communication sans fil, les spectroscopes, ainsi que les radars. La génération de ces signaux peut facilement être réalisée par des méthodes électriques tant que les fréquences sont inférieures aux fréquences millimétriques (30 GHz). De plus, les performances de ces systèmes électroniques se dégradent habituellement à mesure que la fréquence générée augmente. Les sources optiques constituent une alternative bien connue pour la génération de radiofréquences permettant l'accès à de très hautes fréquences, notamment jusqu'à la gamme TéraHertz (THz, > 300 GHz), en conservant leurs propriétés spectrales. Afin d'obtenir des signaux de grande pureté spectrale, les systèmes optiques reposent habituellement sur l'utilisation de boucles d'asservissement complexes, optiques ou optoélectroniques, qui limitent la fréquence maximale générée. Les travaux menés au sein du laboratoire de L'IMEP-LaHC ont permis de produire des lasers intégrés sur verre ayant des propriétés spectrales remarquables et adaptées à la génération de fréquences, ne nécessitant pas l'emploi de régulation. Ces performances ont pu être obtenues grâce à l'utilisation de la technologie d'échange d'ions développée au

laboratoire. Les travaux entrepris dans le cadre de cette thèse ont débuté par la conception et la réalisation de lasers DFB intégrés sur substrats en verre. L'objectif est d'améliorer et de standardiser leurs performances pour permettre la génération reproductible de fréquences térahertz (THz) potentiellement dans la plage de 0,3 à 1 THz. Par la suite, une campagne de mesures exhaustive a été entreprise pour évaluer les caractéristiques de ces lasers. Afin de mieux comprendre le comportement des lasers et d'évaluer performances des signaux radiofréquences générés, plusieurs expériences de caractérisation avancées ont été réalisées. Ces études se sont principalement concentrées sur l'analyse du bruit de phase et d'intensité présents dans les signaux laser optiques, ainsi que dans les signaux électriques produits. Ces derniers ont été examinés grâce à l'analyse des signaux RF (0,1-6 GHz) générés par le mélange hétérodyne de paires de lasers, ou transposé en fréquence à l'aide de mélangeur, en mettant particulièrement l'accent sur la stabilité des signaux laser émis et sur leur cohérence. Nous avons ainsi quantifié la largeur de raie du laser à des niveaux inférieurs au kilohertz. Grâce à une collaboration avec l'Institut d'Électronique du Sud (IES) de Montpellier, ces lasers ont été utilisés pour générer des fréquences térahertz à 280 GHz en espace libre. L'analyse des signaux mesurés a montré une largeur de raie de l'onde térahertz de 2,2 kHz, en parfait accord avec les mesures optique de cohérence des lasers. Enfin, des tests de communication ont été réalisés avec cette configuration expérimentale, aboutissant à la toute première démonstration de communication térahertz en espace libre issue du photomélange de lasers DFB intégrés sur des substrats en verre.