

Sujet thèse / PhD subject 2026

Titre Thèse	Fabrication laser et sources à peigne de fréquences pour la photonique térahertz	
PhD Title	Laser fabrication and frequency-comb sources for THz photonics	
(Co)-Directeur	Ludovic Desplanque	E-mail : ludovic.desplanque@univ-lille.fr
(Co)-Directeur	Konstantinos Papatryfonos	E-mail : konstantinos.papatryfonos@iemn.fr
(Co)-Encadrant (s)	Emilien Peytavit	E-mail : emilien.peytavit@univ-lille.fr
Laboratoire	IEMN	Web : https://www.iemn.fr/
Groupe(s)	EPIPHY and PHOTONIQUE THz	Web : https://www.iemn.fr/en/la-recherche/les-groupes/epiphy#
Projet phare principal	Telecom UHD	
Financement acquis Oui ☐ Non ☐ Partiel ☒	Si acquis (total ou partiel), préciser : (contrat, organisme, Université étrangère...) : CPJ CNRS	
Financement demandé 50%	Contrat Doctoral Etablissement	ULille ☒ Centrale Lille ☐ JUNIA ☐
	Région ou Autre ☐ Préciser :	Co financement (Préciser l'origine, demande en cours, et si acquis ou pas) : CPJ CNRS

Résumé (français)

Titre : Fabrication laser et sources à peigne de fréquences pour la photonique térahertz

Les lasers à peigne de fréquences sont des sources lumineuses qui émettent simultanément de nombreuses fréquences optiques régulièrement espacées (« raies du peigne »), plutôt qu'une seule longueur d'onde. Dans le domaine temporel, cela correspond à un train d'impulsions ultracourtes très régulières (ou, de manière équivalente, à une émission multimode verrouillée en phase). Grâce à un espacement entre raies extrêmement stable et précisément défini, les peignes de fréquences constituent une « règle optique » reliant les fréquences optiques à des références radiofréquences (RF) avec une grande exactitude et une excellente cohérence.

Ils sont essentiels car ils permettent de nombreuses applications reposant sur une lumière multi-longueurs d'onde cohérente et stable en phase, notamment la spectroscopie et la métrologie de précision, les communications cohérentes, ainsi que la génération micro-onde à faible bruit. En photonique térahertz (THz) en particulier, les lasers à peigne sont très attractifs : lorsque deux (ou plusieurs) raies du peigne sont combinées sur une photodiode ultra-rapide, leur battement optique génère directement un signal THz dont la fréquence est fixée par l'espacement entre raies (ou par une différence de fréquences sélectionnée). Les lasers à peigne offrent ainsi une voie compacte, accordable et potentiellement intégrable pour produire un rayonnement THz cohérent, tout en fournissant des paramètres d'optimisation clairs—puissance par raie, cohérence, stabilité et large spectre—afin d'améliorer les performances THz obtenues.

Ce projet de thèse vise à développer des sources laser à base de semi-conducteurs III–V—en particulier des lasers à peigne de fréquences sur substrats InP—et à les exploiter pour la génération térahertz par battement optique (photomélangement). Le/la candidat(e) travaillera principalement en salle blanche à l'IEMN, en développant et en optimisant des filières de micro/nanofabrication pour la réalisation de dispositifs lasers. Un premier axe de recherche portera sur la croissance épitaxiale, la fabrication et la caractérisation de lasers à peigne à base de boîtes quantiques et de puits quantiques, en s'appuyant sur des milieux actifs développés à l'IEMN (groupe EPIPHY). Les travaux incluront le développement de process, l'amélioration du rendement et de la reproductibilité, ainsi qu'une analyse détaillée des performances optiques et électriques des composants.

Une fois optimisées, les sources laser seront intégrées avec une photodiode ultra-rapide (développée par le groupe Photonics-THz) afin de générer un rayonnement THz par photomélangement de raies du peigne. Cette étape permettra d'établir des liens clairs entre les caractéristiques du peigne laser (spectre, puissance, cohérence, stabilité) et les performances THz correspondantes.

Le/la doctorant(e) bénéficiera d'une formation complète aux moyens de salle blanche de l'IEMN. Les travaux s'appuieront sur des techniques de micro/nanofabrication incluant l'épitaxie par jets moléculaires (MBE), le dépôt de diélectriques, la lithographie optique, la gravure de diélectriques, le transfert de motifs dans des hétérostructures III–V par gravure sèche, ainsi que le dépôt métallique pour la réalisation des contacts électriques. Le/la candidat(e) utilisera également un large ensemble de techniques de caractérisation pour

évaluer la qualité des matériaux et les performances des dispositifs, notamment la microscopie optique, la photoluminescence, la microscopie électronique à balayage (MEB/SEM), la microscopie à force atomique (AFM), la diffraction des rayons X (DRX/XRD), complétées par la caractérisation optoélectronique des composants fabriqués. Plus globalement, ce projet s'inscrit dans les activités de recherche de l'IEMN sur les technologies d'émission lumineuse, avec des applications allant des sources laser pour les télécommunications/datacom jusqu'à la photonique THz basée sur des peignes de fréquences.

Les candidat(e)s doivent être titulaires d'un Master (ou équivalent) dans un domaine pertinent et disposer d'une expérience dans au moins l'un des domaines suivants : caractérisation optique, nanofabrication ou science des matériaux. Une bonne maîtrise de l'anglais écrit et oral est également requise.