

# Soutenance de thèse

**Lundi 20 juin 2016 à 10h00**  
**Bâtiment 209D - Salle 110 (1<sup>er</sup> étage)**



**Daniel CHASTANET- Photonique**

**Nouvelles sources compactes dans le moyen-infrarouge :  
Lasers à cascade quantique (LCQ) au-delà de 16 microns et LED électroluminescentes  
en régime de couplage fort.**

## **Membres du jury :**

Directeur de thèse	M. COLOMBELLI, Raffaele	IEF
Rapporteur	M. GAUTHIER-LAFAYE, Olivier M. TIGNON, Jérôme	LAAS LPA
Co-encadrant de thèse	M. BOUSSEKSOUA Adel	IEF
Examinatrice	Mme SAGNES Isabelle M. TEISSIER, Roland	LPN IES
Invité	M. BRUEL Laurent	CEA

Le lointain infrarouge ( $16 \mu\text{m} < \lambda < 30 \mu\text{m}$ ) est un domaine important pour des applications telles que la détection de large molécules organiques (dont les empreintes d'absorption tombent dans cette gamme de longueur d'onde) et pour la radio-astronomie (oscillateurs locaux pour la détection hétérodyne). Malheureusement, cette fenêtre de transparence atmosphérique, communément appelée la 4<sup>ème</sup> fenêtre de transparence, est un domaine quasi inexploré.

Les lasers à cascade quantique (LCQ) sont des sources de lumière cohérente, couvrant une gamme allant du moyen infrarouge jusqu'au THz, basées sur l'ingénierie de structures de bandes de matériaux semi-conducteurs. Ils démontrent d'excellentes performances dans le domaine du moyen infrarouge mais leur efficacité diminue dans la 4<sup>ème</sup> fenêtre et au-delà. Le lointain infrarouge ( $16 \mu\text{m} < \lambda < 30 \mu\text{m}$ ) est un domaine important pour des applications telles que la détection de large molécules organiques (dont les empreintes d'absorption tombent dans cette gamme de longueur d'onde) et pour la radio-astronomie (oscillateurs locaux pour la détection hétérodyne). Malheureusement, cette fenêtre de transparence atmosphérique, communément appelée la 4<sup>ème</sup> fenêtre de transparence, est un domaine quasi inexploré.

Les lasers à cascade quantique (LCQ) sont des sources de lumière cohérente, couvrant une gamme allant du moyen infrarouge jusqu'au THz, basées sur l'ingénierie de structures de bandes de matériaux semi-conducteurs. Ils démontrent d'excellentes performances dans le domaine du moyen infrarouge mais leur efficacité diminue dans la 4<sup>ème</sup> fenêtre et au-delà.

L'un des buts de cette thèse est le développement d'une nouvelle génération de LCQ capables de couvrir cette zone spectral avec de bonnes performances, notamment en termes de puissance de sortie du dispositif et de température maximale d'opération. Un point clé dans cette optique est l'utilisation d'un nouveau système de matériaux pour ces longueurs d'onde : l'InAs/AlSb. L'avantage de cette solution réside dans sa très faible masse effective : 0,023  $m_0$  (comparée à 0,043  $m_0$  dans les puits d'InGaAs), qui permet d'obtenir un gain plus élevé, résultant dans l'amélioration significative des performances.

Une autre approche fondamentalement différente réside dans le régime de couplage fort. L'utilisation d'un temps caractéristique ultra-rapide, associé aux oscillations de Rabi, peut permettre dans un premier temps de réaliser des sources électroluminescentes avec un meilleur rendement quantique (comparé à une transition inter-sous-bandes nue). Les pseudos particules qui découlent du régime de couplage fort dans les transitions inter-sous-bandes (appelés polaritons inter-sous-bandes) peuvent sous certaines limites se comporter comme des bosons. On entrevoit alors la possibilité de réaliser des sources cohérentes basées sur la relaxation d'un condensat polaritonique

**Mots clés :** Transitions inter-sous-bandes, semi-conducteurs, lasers à cascade quantique, polaritons inter-sous-bandes