

Spécialité de Master « Optique, Matière, Paris »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars)

Proposition de stage (ne pas dépasser 1 page)

Date de la proposition : 13 Octobre 2017

Responsable du stage / internship supervisor:	
Nom / name: Delga	Prénom/ first name : Alexandre
Tél : 01 73 23 08 04 / 06 75 37 95 32	Fax :
Courriel / mail: alexandre.delga@3-5lab.fr	
Nom du Laboratoire / laboratory name: III-V Lab	
Code d'identification :	Organisme : Thales R&T
Site Internet / web site: www.3-5lab.fr	
Adresse / address: 1 av. Augustin Fresnel, F-91767 Palaiseau Cedex	
Lieu du stage / internship place: Palaiseau	

Titre du stage / internship title:

Transport électronique en régime de couplage fort lumière-matière pour les dispositifs quantiques moyen-infrarouge.

Les dispositifs optoélectroniques fonctionnent habituellement en régime de couplage faible, où les quanta de lumière et de matière sont les électrons et photons. Néanmoins, dans les systèmes quantiques en couplage fort, l'interaction lumière-matière devient si forte que de nouvelles quasi-particules, les polaritons apparaissent. Ces particules hybrides mi-matière mi-lumière, initialement découvertes dans les systèmes semiconducteurs excitoniques en 1992 [1], ont depuis été largement étudiées et démontrées dans d'autres domaines, en particulier les polaritons inter-sousbandes [2].

Malgré de nombreuses propriétés quantiques uniques (émission stimulée, condensation de Bose-Einstein...), il n'existe aujourd'hui que très peu de dispositifs applicatifs fondés sur les polaritons. En effet, l'injection électrique de ce genre de systèmes demeure un problème irrésolu : en substance, on ne comprend pas comment passer d'un hamiltonien d'états électroniques « nus » à celui d'états « habillés » par la lumière, pour reprendre la célèbre terminologie de Cohen-Tannoudji. Et par conséquent on ne sait pas concevoir des dispositifs utilisant ce phénomène. Tel est le sujet de la thèse dont ce stage sera la première partie.

Le système considéré sera celui des détecteurs à cascade quantique (QCDs)[3], qui sont un système modèle pour lequel le transport électronique en couplage faible est très bien compris, et dont le III-V Lab est un des spécialistes mondiaux, notamment grâce à son outil METIS, un logiciel unique de simulation du transport dans les hétérostructures semiconductrices. Afin d'approprier cet outil de conception écrit en c++, le stage sera consacré dans un premier temps à implémenter le régime de couplage faible lumière-matière dans des structures interbandes, pour pouvoir simuler la réponse de photodiodes et le comportement de lasers.

Ce problème plus restreint permettra au candidat de s'approprier l'ensemble des aspects de simulation numérique et de transport électronique « classique » dans les semiconducteurs, prérequis nécessaires avant le saut qualitatif qu'implique le problème de transport en couplage fort. Le candidat aura l'occasion de créer lui-même l'architecture des fonctionnalités qu'il va introduire dans l'outil, de la définition de l'interface utilisateur en passant par l'implémentation de nouvelles structures algorithmiques.

[1] C. Weisbuch et al, Phys. Rev. Lett. **69**, 3314 (1992)

[2] L. Sapienza et al, Phys. Rev. Lett. **100**, 136806 (2008)

[3] L. Gendron et al, Applied physics letters **85**.14 (2004): 2824-2826.

Mandatory qualifications and qualities:	Additional qualifications:
<ul style="list-style-type: none">- Goût pour la théorie et la simulation. Rigueur intellectuelle.- Physique des semi-conducteurs- Transport électronique	<ul style="list-style-type: none">- Programmation orientée objet- Infrarouge, structures à cascade quantiques

Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : Yes, favored option

Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: thèse CIFRE

Lumière, Matière, Interactions	yes	Lasers, Optique, Matière	yes
--------------------------------	-----	--------------------------	-----