


# Proposition de stage

<b>Laboratoire: IEF UMR 8622 CNRS/Univ. Paris sud</b> <b>Adresse: Bat. 220 Université Paris Sud 91405 Orsay</b> <b>Directeur du laboratoire: Claude Chappert</b>	
<b>Responsable(s) du stage: M. El Kurdi</b> <b>Téléphone: 01 69 15 36 32</b> <b>e-mail: moustafa.el-kurdi@u-psud.fr</b>	

**Laser semi-conducteur à bande interdite indirecte : germanium contraint en tension par procédés de nano-fabrication et par épitaxie sur pseudo-substrat III-V**

**Projet scientifique :** *L'objectif est d'étudier le germanium contraint en tension et à fort dopage-n en vue de réaliser une source laser. L'étude devrait être principalement expérimentale avec une part théorique qui sera fonction de la motivation du candidat. Des outils de modélisation des contraintes et de la structure de bande de semi-conducteurs par un formalisme  $k.p$  30 bandes ont été développés au sein du laboratoire. Il seront utilisés pour concevoir les dispositifs de Ge contraint en tension. En théorie le germanium qui présente une bande interdite indirecte lorsqu'il est relaxé, peut devenir un matériau à bande interdite directe si une déformation en tension de l'ordre de 2% lui est appliquée. En dessous de ce niveau de déformation il est possible (par exemple pour des tension inférieures à 1%) d'obtenir un gain optique si le Ge est fortement dopé-n. Il a été observé récemment que le dopage-n du germanium contribue à renforcer son rendement d'émission même s'il ne présente pas de bande interdite directe (contrainte en tension faible voire inexistante). La contrainte en tension du germanium peut être obtenue grâce à des procédés de dépôt chimique en phase vapeur aux organo-métalliques (Collab. LPN Marcoussis) du Ge sur un pseudo-substrat d'InGaAs, celui-ci présentant un paramètre de maille (distance inter-atomique) plus élevé que celui du Ge. Dans ce cas, le germanium déposé a un paramètre de maille adapté à celui de l'InGaAs et se trouve ainsi en tension. Une autre voie possible est d'utiliser la contrainte résiduelle dans des couches de nitrure de silicium déposées par PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) et de structurer le germanium pour transférer cette contrainte dans des structures guidante en Ge. Dans un premier temps nous chercherons les conditions expérimentales permettant d'obtenir une forte contrainte dans le Ge dopé-n, nous viserons ensuite à réaliser un démonstrateur pour l'émission laser. Un laser germanium constitue un changement de paradigme pour l'intégration de sources en photonique silicium.*

*Publications de l'équipe : <http://pages.ief.u-psud.fr/QDgroup/publication.html>*

**Techniques utilisées :**

**Nanofabrication, Lithographie, Gravure humide et par plasma, PECVD ,  
Photoluminescence de structures photoniques.**

**Qualités du candidat requises :Intérêt pour la réalisation de dispositifs photoniques en  
salle blanche, mesures optiques, modélisation.**

**Rémunération éventuelle du stage : Oui**

**Possibilité de poursuivre en thèse ? Oui**

**Si oui, quel est le mode de financement envisagé : Projet européen Genesis, demande ANR  
blanche, Ecole doctorale STITS**

