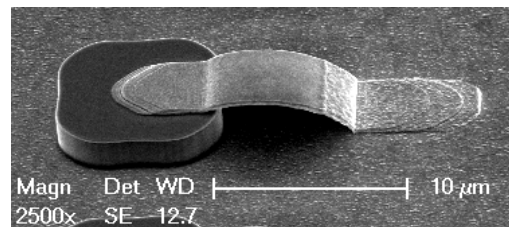


Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

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

Proposition de stage (date de la proposition : 10/2014)



Responsable du stage / internship supervisor:

Nom / name: **Colombelli** Prénom/ first name : **Raffaele**
 Tél : 01 69157865 Fax : 01 69154115
 Courriel / mail: raffaele.colombelli@u-psud.fr

Nom du Laboratoire / laboratory name: **Institut d'Electronique Fondamentale**

Code d'identification : UMR8622 Organisme : Université Paris Sud et CNRS
 Site Internet / web site: <http://pages.ief.u-psud.fr> et aussi <http://pages.ief.u-psud.fr/~colombel/index.htm>
 Adresse / address: Université Paris Sud, 91405 Orsay
 Lieu du stage / internship place: **Institut d'Electronique Fondamentale - Orsay**

Titre du stage : **THz quantum detectors with antenna-based couplers**

Résumé / summary

Tout résonateur optique est limité à une dimension minimale régie par la longueur d'onde (λ), cette limite inférieure est en générale $\lambda/2$. Au contraire, une des caractéristiques des oscillateurs électroniques est leur indépendance vis à vis de λ : la fréquence d'oscillation est fixée par des paramètres comme résistance, inductance et capacité. Les mêmes paramètres sont caractéristiques des antennes : l'impédance complexe d'une antenne est son paramètre crucial.

L'objectif de ce stage est le développement de détecteurs THz qui – grâce aux concepts d'antennes - ne sont pas soumis aux limites imposés par la longueur d'onde. Le but final est un dispositif *hybride* entre optique et électronique, dont taille, propriétés de couplage et donc performances peuvent être fixée arbitrairement.

La gamme spectrale idéale pour ce projet est le THz (1-10 THz), entre les fréquences optiques (dispositifs photoniques) et les fréquences radio/micro-ondes (dispositifs électroniques/antennes). Les dispositifs unipolaires (détecteurs à puits quantiques, lasers à cascade quantique) couvrent cette gamme spectrale. Ces dispositifs fonctionnent sur un principe différent de celui des diodes lasers: la lumière est absorbée/émise lorsque les électrons font un «saut quantique» entre les niveaux d'un système à puits quantiques multiples. [1].

De plus, ces dispositifs utilisent des guides d'ondes comportant un double revêtement de métal [2]. Ces guides - en raison des faibles pertes optiques – confinent la lumière d'une façon extrême, bien au dessous de la longueur d'onde [3]. Le confinement extrême de la lumière est un sujet en expansion, avec applications possibles aux lasers, à l'exaltation de l'émission spontanée (effets physiques comme l'effet Purcell) et bien sur aux détecteurs.

Ce stage –à la fois théorique et expérimental – vise le développement d'un "nano-détecteur THz" dont la taille n'est pas limitée par la longueur d'onde. L'équipe d'accueil a très récemment développé un résonateur hybride optique-électronique qui permet de battre cette limite fondamentale [4].

La première étape consiste en une étude théorique/numérique d'identification des facteurs qui déterminent le fonctionnement des détecteurs avec dimensions sub-longueur d'onde, notamment, les facteurs de qualité radiatifs qui sont un facteur crucial pour ce type de dispositifs. Des premières structures sont déjà fabriquées et le stagiaire aura la possibilité de les caractériser et de les comparer avec ses simulations. Il s'agira après de développer des structures actives, c.à.d. avec une région active « détecteur » à l'intérieur du résonateur optique et d'en étudier les caractéristiques optiques et électriques.

Techniques utilisées : Le stagiaire développera des compétences à l'état de l'art en termes de modélisation électromagnétique, physique des dispositifs à semiconducteurs, spectroscopie à transformée de Fourier, caractérisations des composants optoélectroniques, modélisation du confinement quantique.

Qualités requises : Optique, physique des semiconducteurs et hétéro-structures quantiques.

Références :

- [1] R. Kohler, et al., « Terahertz semiconductor-heterostructure laser », Nature **417**, 156 (2002).
 [2] C. Unterrainer et al., Appl. Phys. Lett. **80**, 3060 (2002).
 [3] Y. Chassagneux, et al., Appl. Phys. Lett. **90**, 091113 (2007).
 [4] B. Pulillo et al., Opt. Express. **22**, 21302 (2014) ; E. Strupiechonski et al., Rapid Comm. - Phys. Rev. B **87**, 041408(R) (2013).

Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : OUI

Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for PhD: Bourse ministère or ANR or ERC

Lasers, Optique, Matière	X	Lumière, Matière : Mesures Extrêmes	
Plasmas : de l'espace au laboratoire			