

# Proposition de SUJET DE STAGE M2R/Ingénieur-3A

Laboratoire : Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies (UMR 9001)  
Adresse : Bâtiment 220 de l'UFR Sciences / Université Paris-Sud



Contact: Laurent Vivien  
Phone number: 01 69 15 40 70  
e-mail : [laurent.vivien@u-psud.fr](mailto:laurent.vivien@u-psud.fr) <http://silicon-photonics.ief.u-psud.fr/>

Contact: bertrand Szlag - CEA,LETI,Minatoc Campus - Grenoble  
Phone number: 04 38 78 04 20  
e-mail : [Bertrand.Szlag@cea.fr](mailto:Bertrand.Szlag@cea.fr)



## Photodiodes à avalanche dans la filière germanium pour le développement d'une nouvelle génération de récepteurs intégrés.

Afin d'adresser la problématique liée aux limitations des interconnexions métalliques en termes de débits notamment, la photonique sur Silicium s'est imposée comme une technologie de choix. Bien que déjà disponible commercialement, des développements sont encore nécessaires pour adresser la demande croissante en débit des communications et ce pour chaque composant de base. D'un point de vue du récepteur, cela se traduit par des photodétecteurs toujours plus sensibles et rapides, tout en maintenant une faible consommation électrique. Le Germanium est un matériau de choix pour la photodétection en photonique sur Silicium puisqu'il est possible de l'épitaxier directement sur Silicium et qu'il offre une forte absorption aux longueurs d'onde utilisées pour les communications optiques (typ. 1300-1600nm). Des résultats préliminaires très prometteurs ont été obtenus sur des détecteurs à avalanche en germanium ouvrant les études vers de nouvelles configurations de récepteurs intégrés.

Le sujet de stage propose d'étudier différentes configurations de détecteurs à avalanche germanium en étroite collaboration avec le CEA/Leti à Grenoble et le C2N à Orsay. Une première tâche consistera à étudier expérimentalement une nouvelle architecture basée sur une double hétéro-jonction Si/Ge/Si en mode photodiode et en mode avalanche pour l'évaluation de leurs caractéristiques. Des mesures DC et en rapidité seront effectuées.

D'autres types de configurations de diodes seront également envisagés dans le cadre du stage, basés dans un premier temps sur la structure SACM (Separate Absorption Charge Multiplication).

De plus, le candidat sera amené à étudier les propriétés physiques du GeSn pour la détection de la lumière dans le proche-IR et le moyen-IR. En effet, l'incorporation d'atome d'étain dans le germanium amène à considérablement changer la structure de bande pour aller vers un matériau à gap direct et étendre le spectre d'absorption vers le moyen IR.

**Le stage pourra déboucher à une proposition de thèse financée par le CEA-Leti en collaboration avec le C2N.**



Fig. 1: Gauche : vue schématique en coupe d'un détecteur Si/Ge/Si ; droite : Image par microscopie électronique à balayage (MEB) de la même structure de détection. (fabrication au CEA-Leti)

### Qualités de l'étudiant

- **Curiosité pour l'expérimentation et la simulation d'un nouveau domaine de recherche.**
- **Créativité et force de proposition pour chercher des solutions innovantes**
- **Capacité à communiquer ses résultats et à les partager dans un environnement pluridisciplinaire et multi – cultures (nationalités)**

### Bibliographie

- L. Virot et al., Germanium avalanche receiver for low power interconnects, Nature Communications 5, Article number: 4957 doi:10.1038/ncomms5957
- L. Virot et al., High-performance waveguide-integrated germanium PIN photodiodes for optical communication applications, Photon. Res. 1, 140-147 (2013) - invited review paper
- L. Vivien et al., "Zero-bias 40Gbit/s germanium waveguide photodetector on silicon," Opt. Express 20, 1096-1101 (2012)"