

**Master Sciences – Mention SPI**  
**Spécialité "Micro- Nano-Electronique"**  
**2015/2016**

---

**Proposition de stage**

**Laboratoire d'accueil : ICube (D-ESSP) – MaCEPV**

**Synthèse de nano-objets à base de germanium implanté  
dans des diélectriques**

Description du stage :

Depuis les années 1970 les évolutions technologiques en microélectronique sont régies par la fameuse "loi de Moore" qui a dicté la diminution à un rythme constant de la taille des composants TMOS. Néanmoins, depuis quelques années, ce rythme a tendance à s'essouffler et l'évolution fondée sur les technologies MOS arrivent à leur limite (la fin de la loi de Moore est prévue dans les années qui viennent). Une évolution future devra s'appuyer sur de nouveaux concepts de composants exploitant principalement les nouvelles possibilités offertes par les nanotechnologies.

Dans ce contexte, les semi-conducteurs 2D (dont le graphène est l'exemple le plus connu) sont étudiés depuis plusieurs années à cause de leurs propriétés physiques remarquables. En dehors du graphène (couche monoatomique 2D d'atomes de carbone), la théorie prévoit également des propriétés exploitables pour les autres semi-conducteurs 2D de la colonne 4, silicène (Si-2D) et germanène (Ge-2D). Par contre, contrairement au cas du graphène, ces 2 derniers matériaux sont instables dans l'atmosphère (oxydation) et il est donc nécessaire de pouvoir les élaborer dans un encapsulant, ce qui n'est pas une tâche aisée.

Depuis plusieurs années notre groupe maîtrise la synthèse ionique de nano-objets semi-conducteurs enterrés dans des diélectriques divers. Au cours de ces études nous avons constaté que le germanium implanté dans  $\text{SiO}_2$  peut migrer vers l'interface Si/ $\text{SiO}_2$  en fonction des traitements thermiques ultérieurs, ce qui peut laisser entrevoir la possibilité de faire croître des films de germanène à l'interface Si/ $\text{SiO}_2$ , donc isolés de l'atmosphère.

Le stage proposé consiste donc à étudier le comportement du germanium implanté dans des films minces de diélectriques divers ( $\text{SiO}_2$  pur ou hydrogéné,  $\text{SiO}_x\text{N}_y$ , ...) en fonction des paramètres technologiques de fabrication (nature du substrat, doses d'implantation, bilans thermiques...).

Le stagiaire retenu sera formé aux différentes techniques expérimentales nécessaires pour caractériser l'évolution des profils de Ge (RBS) et les nano-objets éventuellement formés (spectroscopie Raman, photo-luminescence).

Étude bibliographique associée : Matériaux semi-conducteurs 2D : propriétés et applications potentielles.

**Responsable(s) du stage : Daniel MATHIOT**

Mél : daniel.mathiot@unistra.fr

Tel : 03 88 10 65 49