



2018-2021

## Bourse de thèse financée sur projet CDP

# Développement de Couches Minces de ZnO avec Dopage Contrôlé pour leur Intégration dans des Dispositifs Piézoélectriques sur Silicium

### Sujet détaillé

Les dispositifs piézoélectriques (PZ) connaissent un intérêt croissant en tant que micro-sources d'énergie par la récupération d'énergie ambiante et que capteurs *via* l'effet PZ direct. En tant que matériau composé d'éléments abondants, peu cher et biocompatible, l'oxyde de zinc (ZnO) possède de nombreux atouts, comme de forts coefficients PZ pour un semiconducteur et une intégration compatible sur silicium. L'une des limites majeures du ZnO demeure toutefois son fort dopage résiduel de type n, qui mène à une densité importante de porteurs de charge écrantant le potentiel PZ généré sous sollicitations mécaniques. Les valeurs typiques de potentiel PZ généré sont ainsi de l'ordre de quelques dizaines de mV, ce qui diminue d'autant l'efficacité des dispositifs de micro-source d'énergie et la sensibilité des capteurs. L'un des enjeux majeurs vise donc à réduire significativement le dopage résiduel de type n dans le ZnO afin de limiter le plus possible la densité de porteurs libres.

Le travail de cette thèse consistera à développer sur silicium la croissance de couches minces de ZnO par dépôt chimique en phase vapeur et aux organo-métalliques et à maîtriser leurs propriétés structurales et électriques reliées au dopage. Une attention particulière sera portée sur la nature de l'électrode inférieure. Ces propriétés seront étudiées par une grande variété de techniques de caractérisation structurale (microscopie électronique à balayage et en transmission, diffraction de rayons X, ...) et électrique (microscopie à force atomique en modes sMIM/SMM, effet Hall en température, ...). Une intégration de ces couches minces dans des dispositifs PZ sera effectuée afin de déterminer les performances obtenues en termes de potentiels de sortie et de coefficients PZ associés. Une corrélation avec des simulations théoriques intégrant les propriétés PZ et semiconductrices pourra être envisagée suivant une méthode par éléments finis. Une extension possible de ce travail concernera la fabrication de réseaux de nanofils de ZnO par dépôt chimique en phase vapeur et aux organo-métalliques afin de pouvoir procéder à une comparaison directe avec les couches minces fabriquées suivant le même procédé. L'ensemble des procédés employés et développés sera compatible avec une intégration sur silicium et visera à limiter autant que possible le budget thermique ainsi qu'à utiliser des précurseurs chimiques et recettes durables. Une des facettes du travail de thèse sera de prendre en compte le risque matériaux dans une approche pluridisciplinaire et globale incluant les Sciences Humaines et Sociales.

### Lieu et durée

Le candidat travaillera au sein du Laboratoire des Matériaux et du Génie Physique (LMGP, équipe Nanomatériaux et Hétérostructures Avancées (NanoMat)), de l'Institut de Microélectronique, Electromagnétisme et Photonique (IMEP-LAHC, équipe Composant Micro Nano Electroniques), et du Laboratoire des Technologies de la Microélectronique (LTM, équipe Nanomatériaux & Intégration), en collaboration avec le Laboratoire TIMA dans le cadre du projet CDP NEED. Une collaboration avec les laboratoires CERAG et PACTE sera également mise en place pour traiter les aspects interdisciplinaires liées aux Sciences Humaines et Sociales.

Site web des laboratoires : <http://www.lmgp.grenoble-inp.fr/>, <http://imep-lahc.grenoble-inp.fr/>, <http://ltmlab.fr/>

Durée de la thèse: 36 mois à partir de l'automne 2018

### Profil & compétences requises

Le candidat recherché est élève de grande école, d'école d'ingénieurs et/ou de Master 2R dont la formation est axée principalement sur la science et génie des matériaux, la physique des semiconducteurs et/ou la physique des composants. Des aptitudes pour le travail en équipe et l'expression en anglais orale et écrite seront appréciées. Nous recherchons des candidats dynamiques, motivés par le travail en laboratoire et ouverts à une approche pluridisciplinaire incluant les risques matériaux dans le cadre des Sciences Humaines et Sociales.

**Financement de thèse acquis** : Projet CDP NEED (2018 – 2021).

### Contacts

Vincent CONSONNI	<a href="mailto:vincent.consonni@grenoble-inp.fr">vincent.consonni@grenoble-inp.fr</a>	Tel : 04 56 52 93 58
Gustavo ARDILA	<a href="mailto:ardilarg@minatec.grenoble-inp.fr">ardilarg@minatec.grenoble-inp.fr</a>	Tel : 04 56 52 95 32
Bassem SALEM	<a href="mailto:bassem.salem@cea.fr">bassem.salem@cea.fr</a>	Tel : 04 38 78 24 55