

## Procédés de (re) cristallisation basse température de couches et nano-objets de silicium pour dispositifs micro- et nano-électroniques innovants

### Contexte

Le silicium est au cœur de nombreuses applications en microélectronique intégrée. Les principaux défis pour la recherche et le développement technologique se concentrent sur le silicium en couches minces sous formes amorphe, micro- ou nano-structurée. La dimensionnalité des structures à base de silicium (1D ou 2D) est aussi un paramètre d'étude important. Ainsi, des capteurs biochimiques innovants de grande sensibilité à base de nanofils de silicium (structure 1D) ont été réalisés (1). De même, le développement de l'électronique grande surface (ex écrans TFT) a pu être réalisé à partir de dispositifs à base de silicium (structure 2D). Les progrès en matière de performances des dispositifs (électriques, mécaniques...) sont soutenus par le développement de nouvelles techniques de croissance et de cristallisation. Par exemple, le développement de procédés de (re-)cristallisation du silicium à l'aide d'un catalyseur métallique permet de modifier la morphologie des couches minces et/ou d'envisager la réalisation de dispositifs innovants à une température basse. Ce dernier point permet d'entrevoir la réalisation de micro- et nano-dispositifs sur tout type de support, en particulier les substrats flexibles (plastiques) bon marché ne supportant pas de température de fabrication élevée (<300°C).

### Projet

Dans ce travail de thèse, nous envisageons d'étudier une technique de (re-)cristallisation du silicium, induite par catalyse métallique (2), utilisant l'indium (In) ou le Nickel (Ni). Cette approche est prometteuse grâce à une température d'eutectique Silicium/Catalyseur basse, permettant d'envisager la (re-)cristallisation d'éléments fonctionnels de silicium à une température basse. Les études seront menées soit sur des couches minces ou des nano-objets (nanofils, nanorubans) de silicium dont les techniques de synthèse sont déjà maîtrisées au sein du laboratoire. Les effets du catalyseur métallique sur les propriétés physiques et électriques seront analysés. Ainsi les études se concentreront sur l'analyse des propriétés structurales (MEB, TEM, AFM) et électriques (mesures I-V, mobilité de Hall) en fonction des paramètres de (re-)cristallisation (température, pression, durée). L'objectif sera de développer et d'optimiser des procédés de cristallisation avec la possibilité d'un budget thermique réduit. Ainsi, s'appuyant sur les compétences technologiques développées en fabrication de dispositifs microélectroniques (3)(4) au département Microélectronique et Microcapteurs, la faisabilité d'un dispositif pourra être envisagée à partir d'éléments fonctionnels en silicium (re-)cristallisé par catalyse métallique.

### Références

- (1) Cui Y. *et al*, Nanowire nanosensors for highly sensitive and selective detection of biological and chemical species, *Science* 293 (5533), 1289–1292 (2001).
- (2) R. Heimburger *et al* (polycrystalline silicon films on glass grown by amorphous-liquid-crystalline transition at temperatures below 330°C) *Thin Solid Films*, 520, 1784 (2012)
- (3) R. Rogel *et al* « Polycrystalline silicon nanowires synthesis compatible with CMOS technology for integrated gas sensing applications » *IEEE Trans. Elect. Dev.* 61(2) 598 (2014)
- (4) B. Le Borgne *et al* "Bacteria electrical detection using 3D silicon nanowires based resistors", *Sens. And Actua. B Chem.* 273, pp 1794-1799 (2018)

**Lieu :** Institut d'Électronique et de Télécommunications de Rennes, Campus de Beaulieu, 263 avenue du général Leclerc, 35042 Rennes

### Profil souhaité

Le candidat devra posséder des connaissances en physique des semi-conducteurs et/ou en technologies microélectroniques. Une expérience en salle blanche/laboratoire de synthèse de matériaux sera aussi appréciée.

L'IETR faisant partie d'un périmètre ZRR, le candidat fera l'objet d'un agrément administratif d'accès par le Fonctionnaire de Défense et de Sécurité.

### Modalités de candidature

Le dossier de candidature devra comprendre impérativement un CV détaillé, une lettre de motivation, et les relevés de notes de licence, M1 et M2.

Une lettre de recommandation pourra le cas échéant être jointe au dossier.

L'ensemble des documents devra être adressé aux personnes mentionnées ci-dessous :

Laurent PICHON ([lpichon@univ-rennes1.fr](mailto:lpichon@univ-rennes1.fr), tel : +332 23 23 56 65)

Régis ROGEL ([regis.rogel@univ-rennes1.fr](mailto:regis.rogel@univ-rennes1.fr), tel : +332 23 23 57 76)