

# SeNa - Réalisation de capteurs biologiques et chimiques à partir de nanofils de silicium

## Programme JCJC 2009

R. Rogel, A-C. Salaün, S. Crand

Institut d'Electronique et de Télécommunications de Rennes (IETR)

Département Microélectronique et Microcapteurs, Université de Rennes 1



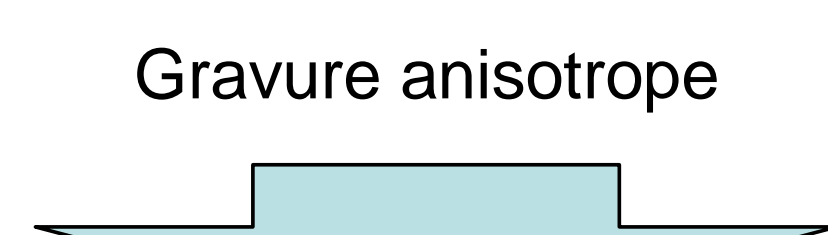
### Contexte et résultats marquants

Objectif du projet de recherche **SeNa** : réaliser des capteurs chimiques/biologiques à base de nanofils de silicium polycristallin synthétisés par la méthode des espaces.

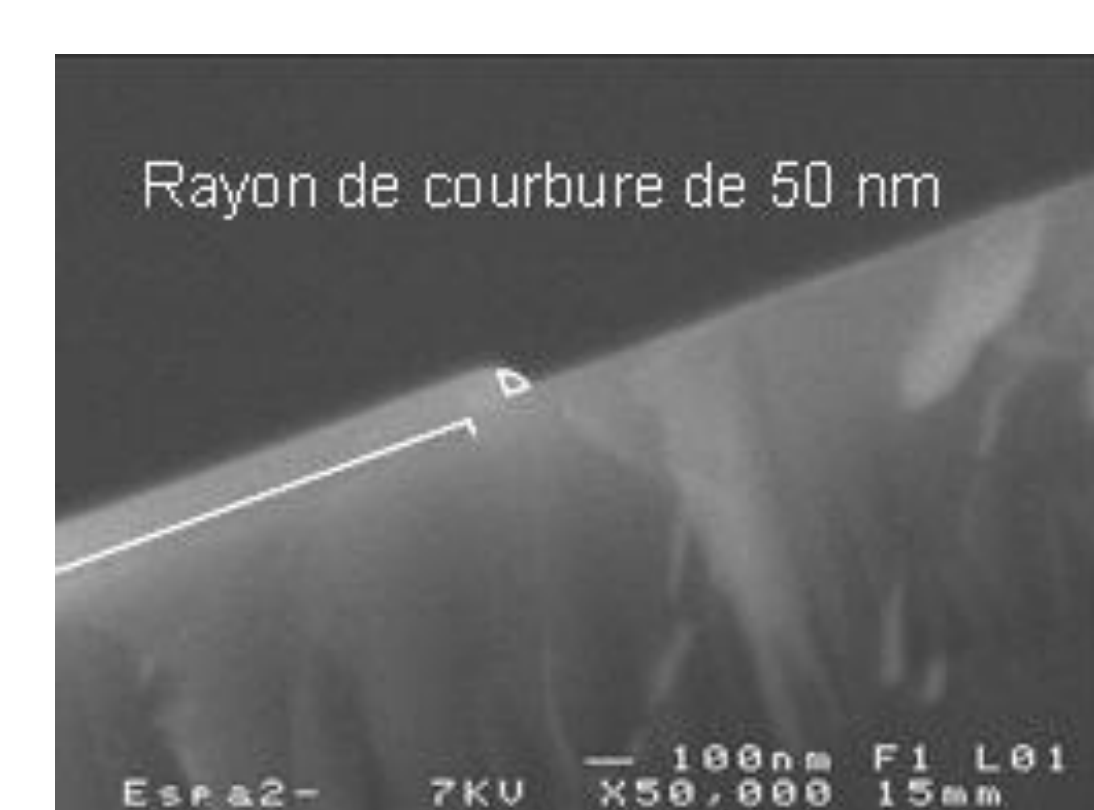
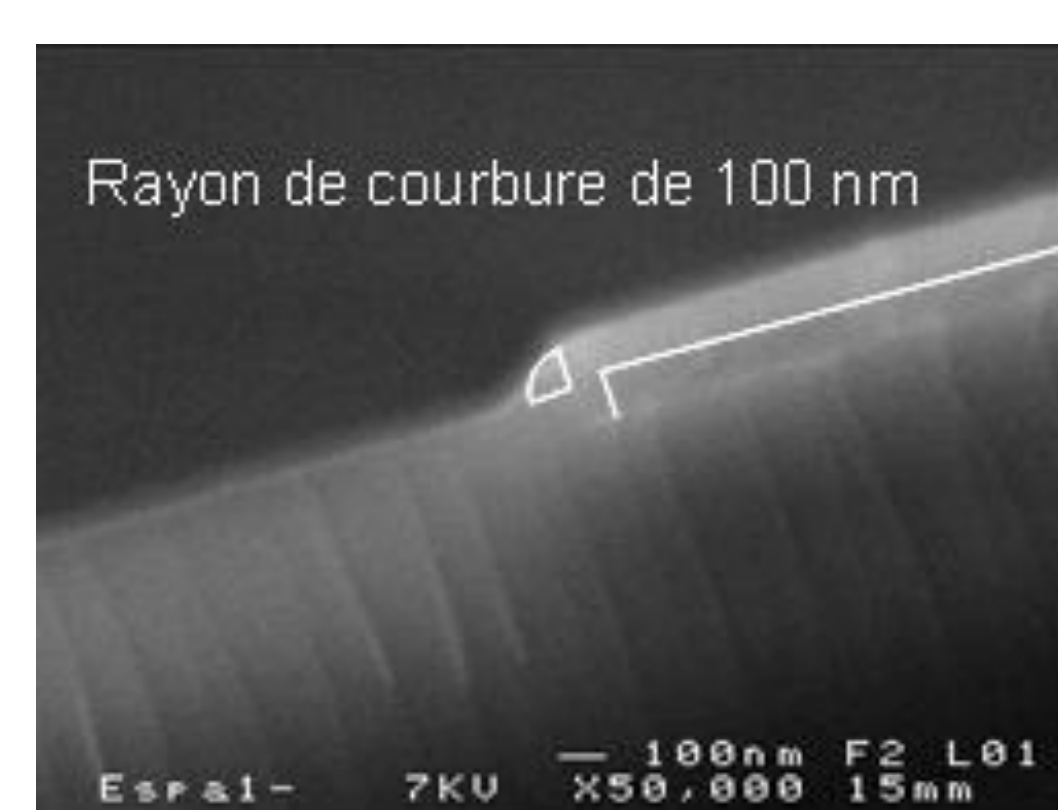
L'approche 'top-down' utilisée pour la synthèse des nanofils de silicium polycristallin présente plusieurs avantages :

- elle ne nécessite pas d'équipements lithographiques spécifiques coûteux
- elle est totalement compatible avec la technologie silicium classique
- elle permet de contrôler l'orientation des nanofils en technologie planaire.

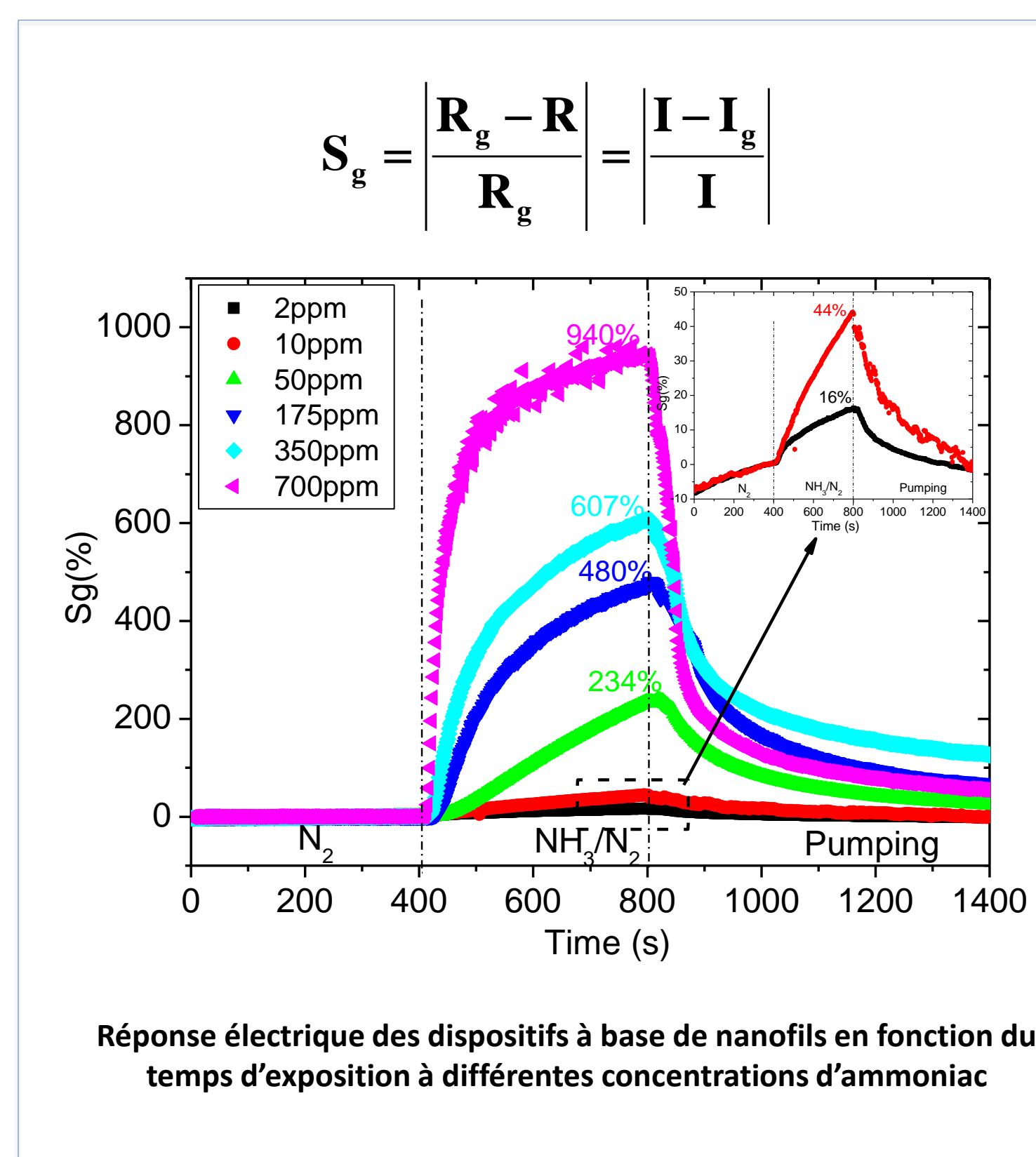
Les nanofils de silicium sont obtenus par gravure sèche anisotrope d'un pavé de matériau -> la modulation de la hauteur du pavé a permis de contrôler la formation de nanofils présentant un rayon de courbure entre 50 nm et 100nm.



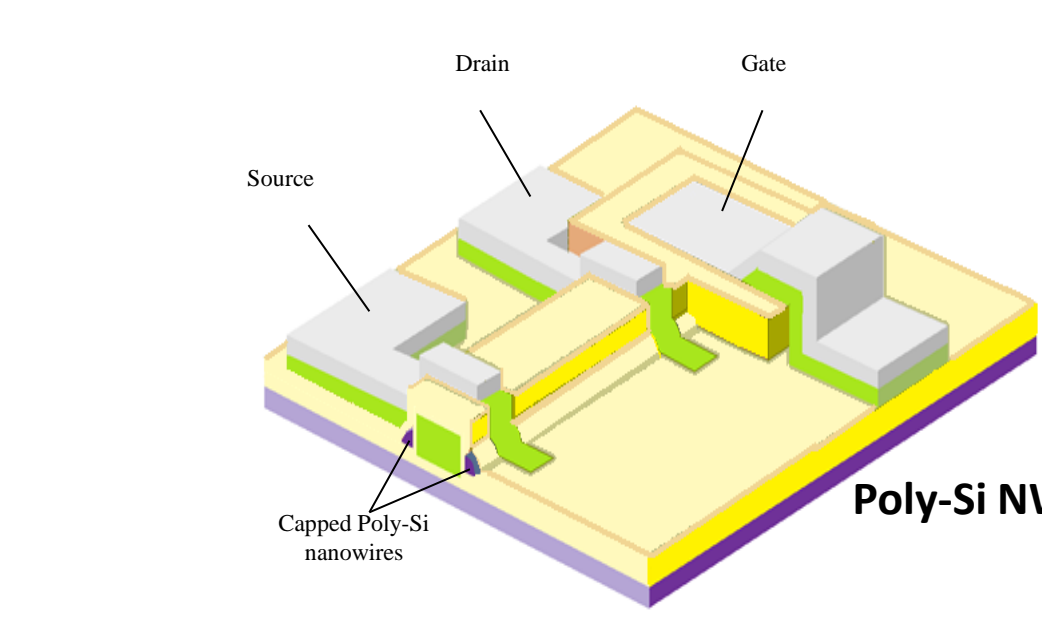
Espaceurs na



- Contrôle du dopage *in situ* de ces nanofils sur une large gamme : de  $10^{16}$  at/cm<sup>3</sup> à  $10^{20}$  at/cm<sup>3</sup>.
- Les nanofils de silicium polycristallin sont utilisés comme **couche sensible pour la réalisation de capteurs d'espèces chimiques chargées**. Ils sont configurés en résistance et testés électriquement en présence/absence d'ammoniac, gaz réducteur choisi pour cette étude. -> la variation du courant mesuré sous différentes concentrations de NH<sub>3</sub> nous permet d'extraire la réponse du capteur

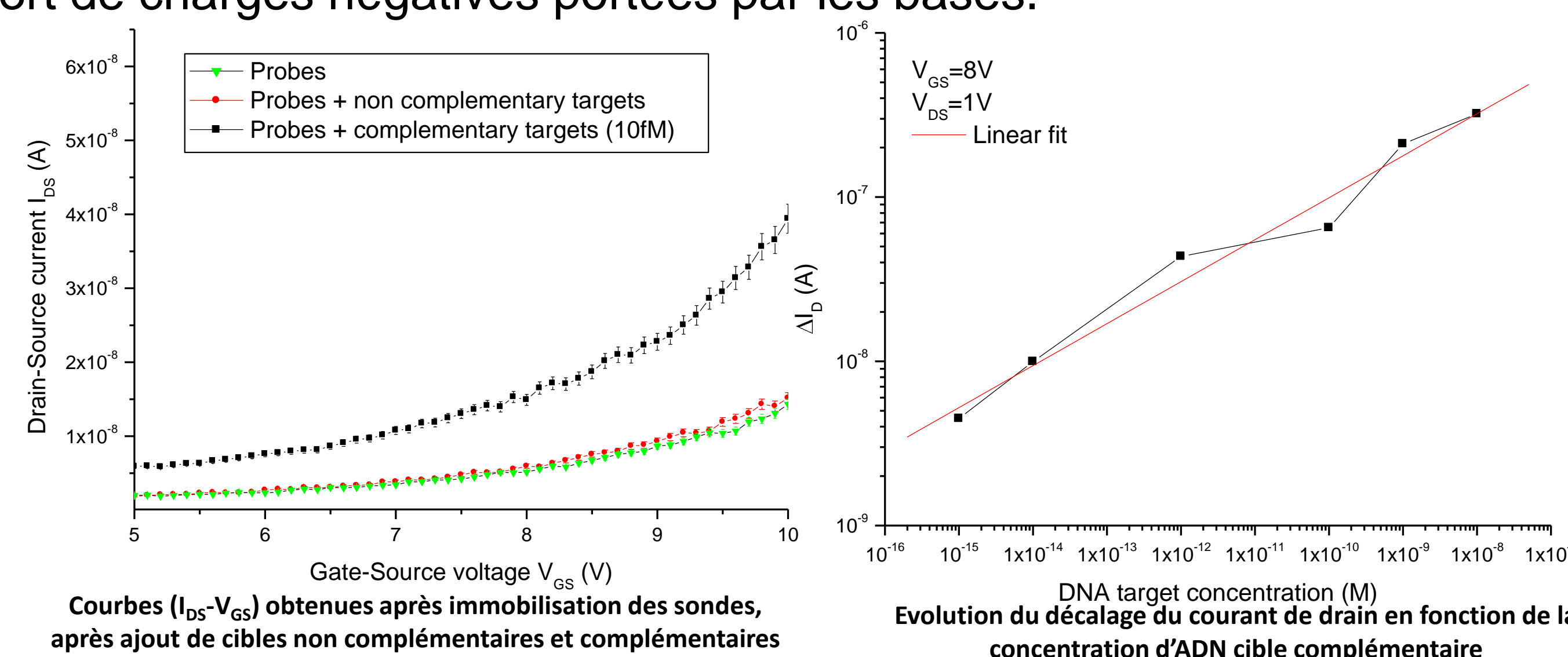


• Application des nanofils en tant qu'**éléments sensibles pour la réalisation de capteurs biologiques** : -> détection du phénomène d'hybridation d'ADN sondes/cibles. Les brins d'ADN, sondes de 25 bases synthétisées et modifiées avec une amine, sont immobilisés sur les nanofils préalablement fonctionnalisés. La détection de brins d'ADN cibles complémentaires est déterminée par une modification de la caractéristique  $I_D - V_{GS}$ , grâce à l'apport de charges négatives portées par les bases.



Représentation schématique des défauts dans le nanofil de silicium polycristallin.

L'hybridation cibles/sondes d'ADN crée une augmentation de charges négatives à la surface du nanofil.



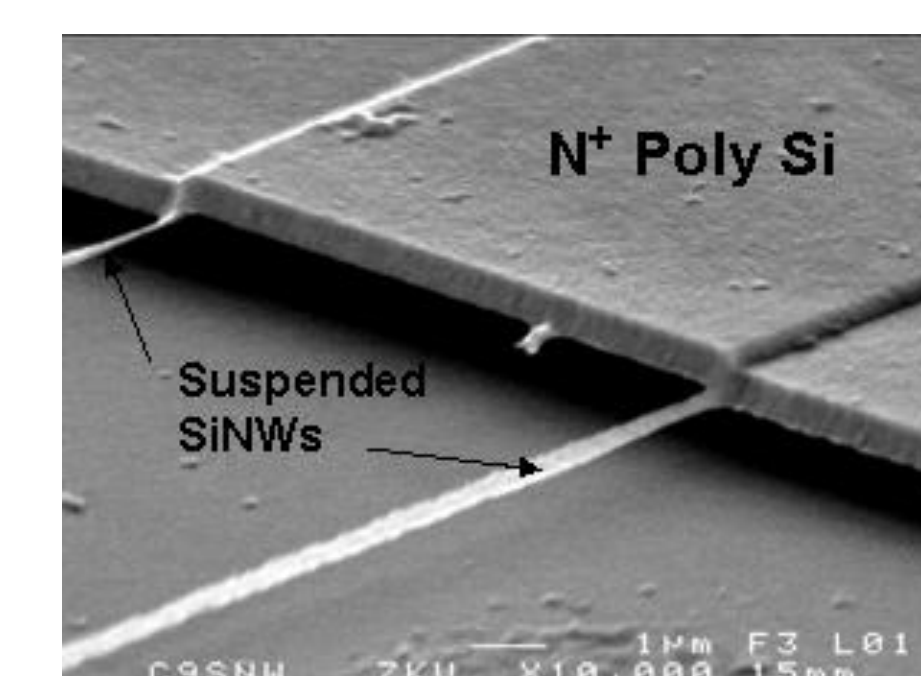
### Conclusions sur le projet SeNa

La méthode de synthèse des nanofils a pu être maîtrisée (nanofils présentant un rayon de courbure de 50 nm).

Les nanofils de silicium polycristallin ont été utilisés comme couche sensible pour la réalisation de capteurs :

- > d'espèces chimiques chargées : très forte sensibilité à l'ammoniac avec une gamme de détection étendue,
- > biologiques : le phénomène d'hybridation d'ADN est détecté jusqu'à des concentrations très faibles de l'ordre du fM.

Ce projet a ouvert la voie à la synthèse de nanofils suspendus dont les tests de réponse à l'ammoniac ont mis en avant leur potentiel supérieur à celui des nanofils non suspendus.



### Production scientifique

#### • 3 Publications internationales (revues à comité de lecture)

[1] Step-gate polysilicon nanowires field effect transistor compatible with CMOS technology for label-free DNA biosensor, G. Wenga, E. Jacques, A-C. Salaün, R. Rogel, L. Pichon and F. Geneste, Biosensors and bioelectronics, in press, corrected proof (2012).

[2] Silicon nanowires based resistors as gas sensors, F. Demami, L. Ni, R. Rogel, A.C. Salaün, L. Pichon, Sensors and Actuators B: Chemical, Vol 170, pp 158-162, (2012).

[3] Electrical properties of polysilicon nanowires for device applications, F. Demami, R. Rogel, A.-C.Salaün, and L. Pichon, Phys. Status Solidi C 8, No. 3, 827-830 (2011)

#### • 8 Communications internationales avec publication des actes (proceeding) et 6 communications internationales sans actes

#### CONTACT :

[rogel@univ-rennes1.fr](mailto:rogel@univ-rennes1.fr)

[asalaun@univ-rennes1.fr](mailto:asalaun@univ-rennes1.fr)

