

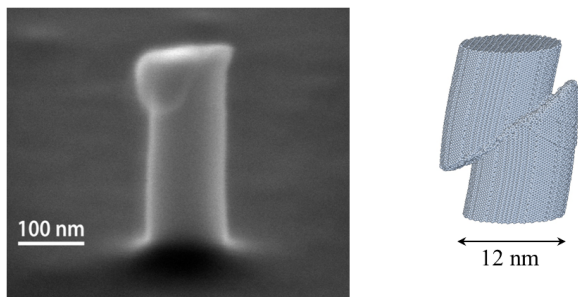
Etude de la transition fragile ductile aux petites tailles dans le silicium

S. Brochard¹, F. Abed El Nabi¹, L. Pizzagalli¹, C. Tromas¹, L. Thilly¹, A. Merabet², M. Texier², O. Thomas² & J. Godet¹

¹ Institut PPRIME, UPR 3346 CNRS – Université de Poitiers – ISAE-ENSMA, Chasseneuil-Futuroscope, France

² IM2NP, UMR 7334 CNRS – Université Aix-Marseille – Université de Toulon, Marseille, France

Les développements récents des techniques expérimentales permettent aujourd'hui d'élaborer et de manipuler des objets de taille nanométrique, comme les nanopiliers et les nanofils. Les expériences de déformation de ces nano-objets ont notamment mis en évidence, dans les semi-conducteurs à basse température, une transition fragile-ductile avec la taille. En effet, à température ambiante, les semi-conducteurs sous forme massive sont en général fragiles, mais lorsque les dimensions des systèmes étudiés tombent en dessous de quelques centaines de nanomètres, on observe souvent un régime ductile.



Compression de nanopiliers de silicium d'axe $\langle 110 \rangle$ à température ambiante. A gauche : nano indentation expérimentale ; à droite : dynamique moléculaire.

Dans ce contexte, nous avons utilisé une double approche, expérimentale et par simulations numériques, pour comprendre les mécanismes à l'origine de la transition fragile ductile dans les nanopiliers de silicium. Expérimentalement, des piliers de 100 nm de diamètre ont été déformés en compression avec un nanoindenteur à poinçon plat contrôlé en déplacement, et analysés par microscopie électronique à balayage et en transmission haute résolution. Dans les simulations, des nanopiliers de diamètre jusqu'à 45 nm ont été étudiés en compression

et en tension, en déplacement imposé également, et pour des températures de 1 à 900 K¹.

Nous présenterons les résultats obtenus avec les deux approches, dont nous soulignerons la complémentarité.

1. Abed El Nabi, F. et al., *Onset of ductility and brittleness in silicon nanowires mediated by dislocation nucleation*, Modelling and Simulation in Materials Science and Engineering 23, 025010, 2015