

Sujet de Master 2018/2019

Fils métalliques nanométriques : structure et auto-organisation

La réduction de la taille des nanoparticules métalliques a permis la synthèse d'une grande variété d'objets de morphologie et propriétés variées. Désormais, les nouvelles frontières à explorer, pour obtenir des propriétés nouvelles, se situent entre organisations supramoléculaires et les nano-objets solides. Les nanofils métalliques ultrafins de diamètre inférieur à 2 nm et de longueur micrométrique (Figure 1) présentent ainsi d'excellentes propriétés de conduction électronique ce qui les rend particulièrement intéressants pour des applications en électronique flexible et transparente [1]. De plus, sous l'effet d'une sollicitation extérieure (température, faisceau électronique...) les fils se fracturent, conduisant à l'apparition de chaînes métalliques mono-atomiques ouvrant la voie à des effets de confinement [2]. La croissance de ces fils est réalisée au LPCNO par voie chimique en milieu organique et en présence de tensio-actifs. Les phénomènes d'auto-organisation des molécules organiques, en solution et à la surface du métal, participent à la forme finale des particules. Les propriétés morphologiques uniques et l'importance de la couronne organique font de ces nanofils des objets très originaux, intermédiaires entre métal et organisations supramoléculaires [3].

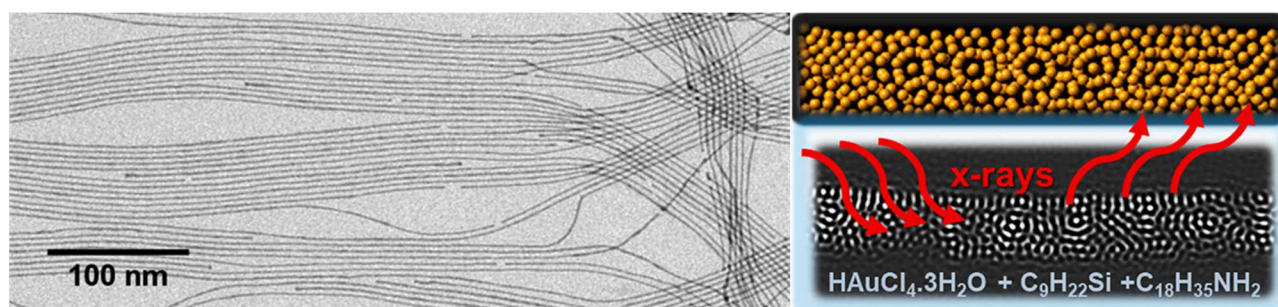


Figure 1. Image par microscopie électronique à transmission (MET) de nanofils d'or et structure tcp.

Très récemment nous avons montré que les nanofils d'or adoptent une structure atomique de type « tetrahedrally close packed » (tcp), totalement différente de la structure cubique à faces centrées de l'or massif. Cette structure est liée à une croissance fortement confinée et à la contribution importante des effets de surface [4]. Les objectifs du stage de Master sont de poursuivre les recherches sur les nanofils en étudiant l'influence des ligands de surface sur la stabilité des structures tcp et en développant la croissance de fils bimétalliques. Par ailleurs, l'alignement des nanofils permettra une meilleure élucidation structurale. Cela sera réalisé dans une cellule soumise à un champ électrique haute fréquence (diélectrophorèse), la qualité de l'alignement sera déterminée par diffusion des rayons X aux petits angles (SAXS).

Les techniques de caractérisation mises en œuvre pendant le stage seront la microscopie électronique, la diffusion des rayons X aux petits angles (SAXS), la diffraction des rayons X de haute énergie dans le cadre de collaborations nationales et internationales (LPS Orsay, LGC Toulouse, INA Zaragoza, Central Michigan University). Le stage de Master pourra se poursuivre par une thèse dont le financement est acquis.

Références

- [1] B. Ni *et al.*, *Adv. Mater.* **2018**, 1802031.
- [2] L.-M. Lacroix, R. Arenal, G. Viau. *J. Am. Chem. Soc.*, **2014**, 136, 13075–13077.
- [3] (a) A. Loubat *et al.* *Langmuir*, **2014**, 30, 4005–4012; (b) E. S. Nough *et al.* *Langmuir*, **2017**, 33, 5456–5463.
- [4] J. A. Vargas *et al.* *ACS Nano.*, **2018**, 12, 9521–9531.