Matthieu PICHER
Affiliation : IPCMS Strasbourg.
Séminaire du 11/02/2016 au L2C

Titre : **Investigation des dynamiques physico-chimiques à l'échelle nanométrique**

Au-delà de leurs qualités intrinsèques propres, les nanomatériaux suscitent l'intérêt en raison de la grande versatilité de leurs propriétés. A l'échelle nanométrique, la dépendance entre structure et propriété est si déterminante qu'une moindre modification morphologique peut se traduire par un changement de propriété physique marqué. Pour pleinement tirer profit de cette connexité, la maîtrise structurelle des objets à une échelle atomique devient impérative. Seulement, parvenir à un tel degré de contrôle requiert une grande finesse dans la compréhension des mécanismes d'élaboration des matériaux.

Lors de ma thèse au L2C, encadrée par Vincent Jourdain et Eric Anglaret, les mécanismes de croissance des nanotubes de carbone ont été étudiés grâce au suivi Raman *in situ*. Une telle approche a permis de suivre les dynamiques d'ensemble d'un grand de nombre de nanotubes simultanément, et à une échelle temporelle de l'ordre de la seconde.[1,2,3] Cependant, la spectroscopie optique/vibratoire est limitée en résolution spatiale à cause de la taille de la sonde. Elle n'appréhende donc les processus en jeu que d'un point de vue statistique et moyenné, ce qui ne permet pas de les saisir dans leur dimension locale et individuelle.

L'observation dynamique des phénomènes à leur échelle spatiotemporelle constitue un enjeu majeur. Cette question constitue le fil rouge de mon parcours et sera l'objet de ce séminaire. Je reviendrai sur deux réalisations, accomplies lors de mes post-docs, et qui s'inscrivent dans cette thématique.

(1) L'observation directe des « premiers instants de la vie » d'un nanotube de carbone, i.e. sa nucléation, par microscopie électronique à transmission environnemental (ETEM). Cette vidéo, qui met en évidence le rôle primordial que joue la structure de la nanoparticule catalytique sur la structure du nanotube, a été capturée au NIST (Etats-Unis, Maryland) en 2013 dans l'équipe de Renu Sharma.[4]

(2) Le développement de la microcopie électronique à transmission ultra-rapide (UTEM). Dans un microscope électronique à transmission classique, la résolution temporelle est limitée par le détecteur (rapport signal/bruit, fréquence de rafraichissement), soit de l'ordre de la milliseconde. Ceci est plusieurs ordres de grandeur au-dessus des temps caractéristiques des processus élémentaires qui, opérant à l'échelle de la *µs*, la *ns*, ou la *ps*, échappent ainsi à l'observation. Le principe de l'UTEM consiste à faire fonctionner un microscope électronique en mode *pompe-sonde*. L'intérêt d'une telle configuration est que la résolution temporelle n'est plus fonction que de la capacité à contrôler le délai temporel séparant la pompe (excitation de l'échantillon) et la sonde (enregistrement d'une image), et s'affranchit donc des limites inhérentes à la technologie du détecteur. Ce projet Equipex est actuellement en cours à l'IPCMS (Strasbourg) dans l'équipe du Professeur Banhart (http://utem.u-strasbg.fr/).

1 Picher, M., Anglaret, E., Arenal, R. & Jourdain, V. Self-deactivation of single-walled carbon nanotube growth studied by in situ raman measurements. *Nano Lett* 9, 542-547 (2009).

2 Picher, M., Navas, H., Arenal, R., Quesnel, E., Anglaret, E. & Jourdain, V. Influence of the growth conditions on the defect density of single-walled carbon nanotubes. *Carbon* 50, 2407-2416 (2012).

3 Picher, M., Anglaret, E., Arenal, R. & Jourdain, V. Processes controlling the diameter distribution of single-walled carbon nanotubes during catalytic chemical vapor deposition. *ACS Nano* 5, 2118–2125 (2011).

4 Picher, M., Lin, P. A., Gomez-Ballesteros, J. L., Balbuena, P. B. & Sharma, R. Nucleation of Graphene and its Conversion to Single Walled Carbon Nanotubes. *Nano letters* 14, 6104-6108 (2014).