

Laboratoire Pierre Aigrain (CNRS, ENS, U. Paris 6 et 7)
Laboratoire d'Etude des Microstructures (CNRS, ONERA)
Laboratoire des Colloïdes, Verres et Nanomatériaux (U. Montpellier II, CNRS)
Laboratoire d'Etudes des Propriétés Electroniques des Solides (CNRS)

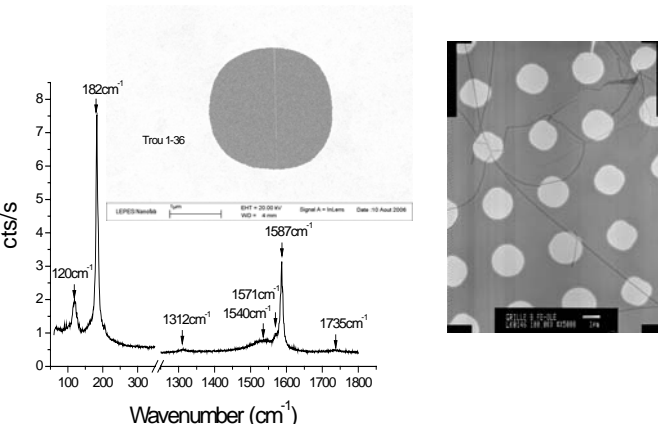
Objectifs

Après le succès historique des méthodes de synthèse à haute température (arc électrique, ablation et vaporisation laser), les méthodes fondées sur la décomposition catalytique d'un gaz carboné (CVD) sont en passe de devenir les méthodes principales de croissance des nanotubes de carbone monofeuillets.

Les techniques de croissance de nanotubes suspendus, développées à Montpellier et Grenoble offrent l'opportunité d'appliquer à un même nanotube individuel et isolé une vaste gamme de méthodes de diagnostic permettant de relier sans ambiguïté les propriétés électroniques et optiques aux propriétés structurales.

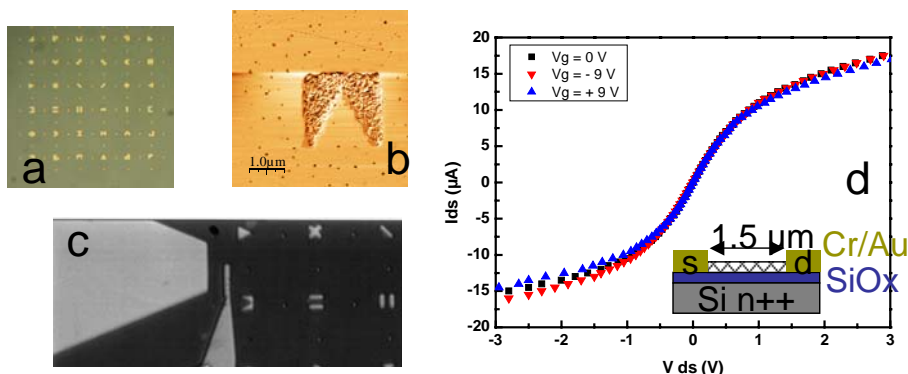
Les potentialités du nanotube de carbone individuel en tant qu'émetteur ou détecteur localisé seront étudiées. Un autre aspect consistera à quantifier l'extrême sensibilité de la réponse optique du nanotube à son environnement physico-chimique (substrat, fluides...). Cette propriété, qui en fait un excellent candidat au développement de nano-capteurs (éventuellement biologiques) sera étudiée

Croissance des nanotubes sur des supports troués



Pour obtenir directement des nanotubes individuels suspendus, nous utilisons comme supports de croissance des grilles commerciales de microscopie électronique en silicium munies d'une fine fenêtre en oxyde de silicium elle-même percée de trous de 2 microns (Source : SPI). Deux voies sont explorées. D'une part la croissance CVD filament chaud en présence d'une couche de Cobalt. Dans ce cas, les nanotubes obtenus peuvent être en majorité bi-paroi. D'autre part, en présence de nanoparticules de fer ou de nickel déposées par spin-coating. La croissance de nanotubes essentiellement monoparoi a lieu à des températures de 750-950°C en présence de méthane ou d'éthylène comme gaz précurseur. Après croissance, on observe que de nombreux nanotubes traversent les trous. Ce procédé a l'avantage de réduire le nombre d'étapes, permettant ainsi un gain de temps et une réduction des sources de pollution et d'endommagement de l'échantillon.

Connexion d'un nanotube individuel métallique



Après la synthèse de nanotubes individuels par CVD sur un substrat Si/SiO₂, on crée à la surface du substrat par lithographie électronique des balises micrométriques (a), l'image AFM permet de repérer les tubes par rapport à ces balises (b), on vient déposer les électrodes par lithographie électronique sur un tube ainsi localisé (c).

La caractéristique I/V du tube est montrée (d). Elle est typique de celle d'un tube individuel métallique. Des expériences couplées Transport./Raman sur des tubes individuels sont en cours.

nanotubes isolés en matrice gélatine

La première étape du protocole consiste en la préparation d'une suspension aqueuse de nanotubes isolés suivant la méthode d'exfoliation, décrite par O'Connell et coll. en 2002. La suspension est obtenue par forte sonication des nanotubes dans une suspension de surfactant (SDS, 1% en masse) dans D₂O. Les fagots sont brisés et les nanotubes se retrouvent isolés dans des micelles du surfactant. Le surnageant recueilli après ultracentrifugation (4h à 200 000g environ) est fortement enrichi en nanotubes isolés. La suspension enrichie en nanotubes isolés est ensuite chauffée à 70°C. On y ajoute un morceau de gélatine déshydratée à faible température de gélification (40°C). Après mélange, le composite obtenu, encore liquide, est déposé sur un substrat de quartz. Le gel formé après refroidissement, d'aspect homogène, présente des propriétés de luminescence comparable à la suspension initiale.

