

Charges hybrides (nanotubes implantés sur des microparticules) pour la conception de matériaux isolants électriques et conducteurs thermiques

Frédéric HOUZE

Depuis leur première synthèse industrielle en 1993, les nanotubes de carbone (NTC) ont fait l'objet de très nombreuses études motivées par leurs caractéristiques électriques et mécaniques remarquables. Un des résultats majeurs obtenus concerne l'établissement d'une corrélation entre ces caractéristiques et les propriétés structurales et électroniques des NTC. Ainsi, selon l'hélicité et le diamètre du tube, ce dernier peut être, du point de vue électrique, soit un semi-conducteur ou un métal. Ces propriétés particulières ouvrent un champ très large d'applications innovantes.

Cependant, l'un des principaux enjeux consiste à conserver les caractéristiques remarquables propres aux nanotubes individuels lorsque l'on élabore des systèmes mettant en jeu une population de ces objets. On observe en effet que la résistance de contact entre les nanotubes fait chuter drastiquement les propriétés de conduction. On peut passer ainsi d'une résistance intrinsèque de 6.5 kW pour un NTC seul à des valeurs en mélange allant de 100 kW à plusieurs MW, sous l'effet de divers facteurs : points de contact entre nanotubes peu nombreux, morphologie particulière des NTC, présence simultanée de NTC semi-conducteurs et conducteurs...

Dans ce projet, nous étudions les phénomènes de conduction électrique en régime statique de plusieurs systèmes à base de NTC à l'aide des dispositifs expérimentaux appropriés. Les propriétés des tubes individuels ou en très petit nombre sont explorées par microscopie à force atomique à pointe conductrice, tandis que le comportement collectif est étudié à l'échelle macroscopique sur des poudres en géométrie creuset/piston. Nous cherchons, à travers une telle approche multi-échelle, à analyser l'influence sur les propriétés de transport de différents paramètres tels que l'anisométrie des nanotubes, le nombre de points de contact entre NTC résultant des contraintes mécaniques exercées, leur ancrage par des polymères conducteurs (cas du polypyrrole, par exemple)... Ces investigations constituent la pierre angulaire pour la compréhension des mécanismes de transport dans ces nanostructures afin de s'atteler par la suite à réduire leur résistance.