

Proposition de sujet de thèse financée par une bourse du Ministère (MENRT)

Institut Jean Lamour, UMR 7198, équipe 205

Sujet : Détermination de la nature et des distributions en taille des sites d'adsorption dans des faisceaux de nanotubes de carbone

I) Contexte

Les nanotubes de carbone (CNT) possèdent des propriétés hors du commun tant du point de vue électrique, thermique ou mécanique. Cependant, des obstacles majeurs freinent considérablement leur intégration au sein de dispositifs pour des applications pratiques. En effet, les CNT directement issus de la synthèse sont souvent impurs, hétérogènes et enchevêtrés. En vue de l'utilisation des nanotubes à des fins applicatives, l'optimisation des différents paramètres de synthèse (ou de post-traitement) s'avère ainsi nécessaire. Cette optimisation ne peut être obtenue que par une caractérisation précise des CNT obtenus (que ce soit après synthèse ou après un post-traitement). Dans ce contexte, le stagiaire s'attachera à caractériser l'état de surface de CNT par volumétrie d'adsorption.

Dans le cas de la physisorption, l'interaction des molécules adsorbées (e.g. Kr, Xe, CH₄, N₂) avec les CNT est due aux forces de Van der Waals. Il n'y a donc pas de création de liaisons chimiques et l'état de surface des CNT n'est pas modifié. Ce moyen de caractérisation est donc non destructif. Les mesures par volumétrie d'adsorption donnent directement accès à la surface spécifique ainsi que des informations précises sur la morphologie des échantillons. Les mesures permettent également d'en déduire les caractéristiques des différents sites où l'adsorption est localisée. En particulier, cette technique d'analyse permet de mesurer la quantité de gaz adsorbé à l'intérieur des tubes et permet ainsi de quantifier la proportion de ceux qui sont ouverts. Par ce biais, il a déjà été possible de mesurer le rendement de différents traitements d'ouverture.

II) Descriptif de la thèse

Les CNT monoparois, à l'état de poudre ou de suspension, sont connus pour leur regroupement sous forme de faisceaux. Ce regroupement est à l'origine de l'existence de quatre types de sites différents : (i) l'espace entre deux tubes périphériques, (ii) l'espace entre plusieurs tubes à l'intérieur des faisceaux, (iii) la partie accessible de la surface externe des tubes périphériques et (iv) l'intérieur des tubes si ceux-ci sont ouverts. Vu l'inhomogénéité des diamètres des tubes et des tailles de faisceaux dans un même échantillon, il n'est pas associé pour chaque type de site une taille unique mais plutôt une distribution de taille.

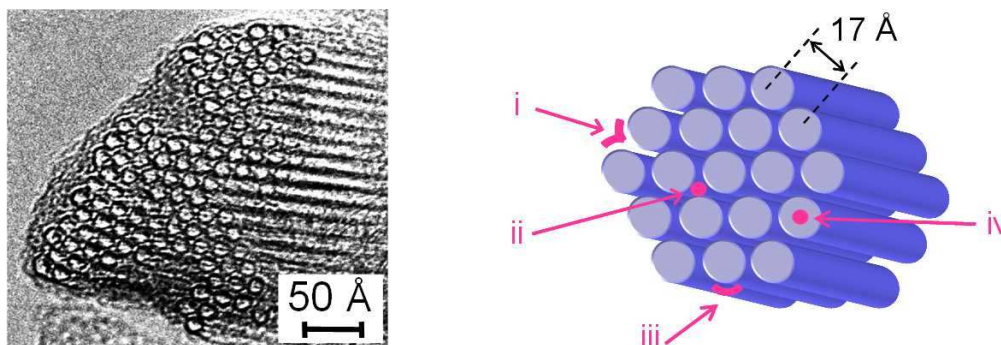


Figure : à gauche : cliché de microscopie électronique en transmission d'un faisceau de tubes par Colomer et al., *Eur. Phys. J. B* 27, 111 (2002) ; à droite : représentation simplifiée d'un faisceau de tubes monoparois avec les 4 types de sites (i à iv).

L'objectif de la thèse sera, en particulier, de déterminer ces distributions ainsi que les quantités adsorbées dans chacun des types de sites. Par comparaison entre plusieurs échantillons provenant d'un même lot de synthèse, un premier axe de la thèse sera de comprendre l'influence de post-traitements de purification ou de fonctionnalisation sur ces distributions. Le deuxième axe de la thèse s'intéressera à une nouvelle approche qui consiste à réduire les CNT avec un métal alcalin en vue de les séparer (ou de les exfolier) des faisceaux dans lesquels ils sont regroupés. Concernant cette approche, la volumétrie est particulièrement indiquée pour mesurer l'efficacité effective de l'exfoliation par le biais de la diminution des quantités adsorbées dans les sites (i) et (ii). En outre, la volumétrie pourra également renseigner sur la localisation des sites où s'insère le métal alcalin au regard de la modification de l'homogénéité des surfaces d'adsorption.

III) Compétences ou analyses qui seront mises en œuvre lors de la thèse

Le doctorant retenu portera le plus grand soin à réaliser des mesures d'adsorption dans des enceintes sous vide (de l'ordre de 10^{-7} torr). La connaissance des techniques du vide n'est pas requise pour commencer la thèse mais fera obligatoirement partie des compétences acquises et développées pendant celle-ci. Le doctorant devra également être capable d'appliquer différents modèles pour interpréter les résultats de ses expériences. En outre, il pourra corréler ses résultats expérimentaux avec des résultats obtenus par d'autres méthodes de caractérisations comme la microscopie électronique (MET, MEB), l'analyse thermogravimétrique et éventuellement la diffraction de rayons X et la spectroscopie Raman.

IV) Candidatures

La thèse commencera à la rentrée 2010/2011 mais la sélection du candidat a lieu dès maintenant. Les personnes intéressées par ce sujet doivent envoyer leurs notes de M2 (partie théorique, semestre 3) dès que possible.

Contact :

Fabrice Valsaque

Institut Jean Lamour

UMR 7198 CNRS - Nancy-Université - UPV-Metz

Département Chimie et Physique des Solides et des Surfaces

Faculté des Sciences et Techniques

54506 Vandoeuvre lès Nancy

03 83 68 46 40

Fabrice.Valsaque@lcsm.uhp-nancy.fr