

# Potentialités des procédés PECVD et plasmas d'arc pour la synthèse de nanotubes et nanofibres de carbone

*T. M. Minéa\**

*LPGP, UMR 8578, Université Paris Sud, Orsay*

*M. Razafinimanana<sup>1</sup>, M. Pacheco<sup>2</sup>, A. Mansour<sup>1</sup>, M. Monthieux<sup>2</sup>*

*<sup>(1)</sup> CPAT, UMR 5002, Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, Toulouse.*

*<sup>(2)</sup> ININ – LAPT Mexique*

*<sup>(3)</sup> CEMES, UPR A 8011 CNRS, Toulouse, France*

## Résumé

L'engouement que suscitent les nanotubes de carbone auprès de la communauté scientifique depuis leur découverte en 1991 repose sur la richesse de leurs propriétés individuelles qui, dans la perspective d'une production maîtrisée ouvrirait la voie à de vastes potentiels d'applications tels que l'utilisation de l'effet de champ pour des écrans plats, l'utilisation des nanotubes comme nano-sondes ou nano-pinces, l'adsorption de gaz, le stockage de gaz, le stockage de l'énergie par intercalation, le remplissage des tubes monofeuillets, la fonctionnalisation et le greffage de molécules, le renforcement des matériaux composites etc.

Les applications des nanotubes de carbone envisagées à l'heure actuelle exigent la maîtrise des procédés de synthèse à différents niveaux. On peut mentionner notamment le contrôle de la synthèse de configurations données de nanotubes avec des capacités de production adaptées à l'application, le contrôle de la pureté et de la qualité cristalline. Le préalable fondamental aux études des différentes applications, repose donc sur l'élaboration de nanotubes à structure contrôlée et leur mise en forme,....

La mise en œuvre de différentes techniques de synthèse (CVD, CCVD, PECVD et les techniques dites à « hautes températures » et notamment l'arc électrique) témoigne de l'intérêt que porte la communauté scientifique internationale sur la perspective de production de ces matériaux.

Les résultats obtenus par divers procédés plasma PECVD (plasma enhanced chemical vapor deposition) s'avèrent particulièrement attrayants pour leur intégration dans les circuits électroniques ou les nano-systèmes. Les résultats les plus marquants obtenus par la PECVD seront présentés, tout comme un procédé PECVD original pour la synthèse de nanofibres de nitrure de carbone à température ambiante.

Dans le cas de la synthèse par arc électrique, le principe repose sur la sublimation conjointe de carbone graphite et de catalyseurs appropriés (fer, gadolinium, ou couples d'éléments métalliques comme nickel /cobalt, ou nickel/yttrium,) sous atmosphère réduite de gaz rare (hélium ou argon). Les nombreux paramètres ( température, gradients thermiques, pression, flux, source de carbone, composition de la phase gazeuse, nature du catalyseur, intensité du courant, distance inter-électrode, hybridation du carbone...) influençant les conditions de synthèse sont déclinés afin d'évaluer leur rôle et importance mutuels, dans le but d'une part de comprendre les mécanismes de formation des différentes morphologies carbonées, et d'autre part de parvenir à définir les conditions à la synthèse exclusive de morphologies ou caractéristiques spécifiques (contrôle du nombre de couches de graphènes, de la distribution en diamètre des tubes, absence de sous-produits indésirables, ...).

L'objectif est double : corrélérer l'état réel du plasma avec la production des nanotubes et comprendre le rôle des catalyseurs dans la synthèse de ces nanotubes.

---

\* LPCM-IMN, UMR 6502, Université de Nantes, BP 32229, Nantes