



## NANOCYL A SAMBREVILLE

# Le jeune géant de la nanotechnologie

La nanotechnologie est parfois comparée à un tsunami: tant qu'il n'est pas là, il semble insignifiant et quasiment invisible. Cependant, lorsque le secteur sera arrivé à maturité dans quelques années, les implications phénoménales se déverseront comme un raz-de-marée sur le monde... La société wallonne Nanocyl a déjà décroché une médaille olympique: la production de nanotubes multiparois composés en moyenne de seulement sept cylindres.

Par Koen Vandepopuliere, Control & Automation Magazine

La société Nanocyl est située à Sambreville, à mi-chemin entre Charleroi et Namur. Elle a été créée en 2002 en tant que spin-off des universités de Liège et de Namur. Aujourd'hui, elle compte 51 brevets à son actif et est considérée comme un des cinq principaux acteurs dans le secteur des nanotubes

de carbone, un jeune secteur très prometteur. "Bon nombre d'études annoncent d'ici quelques années l'explosion de ce secteur. De multiples projets sont en cours dans le monde entier et nos analyses montrent un nombre infini de débouchés" raconte Francis Massin, Managing Director de Nanocyl.



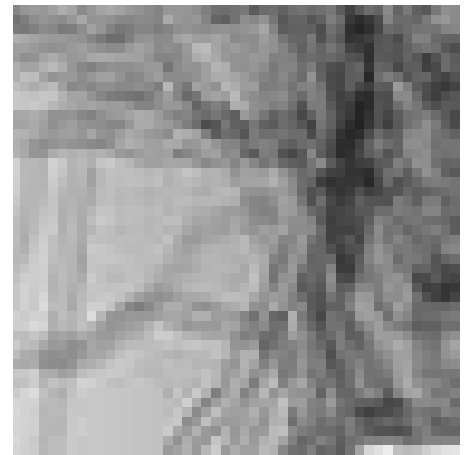
### Une assiette de spaghetti

Bon nombre sont ceux qui connaissent la structure du graphite, à la base de la fabrication des crayons. Le graphite est composé de cellules hexagonales de carbone disposées dans un même plan et présentant de solides liaisons chimiques réciproques. Ces couches de graphite sont appelées graphènes. Celles-ci sont à leur tour liées, mais moins solidement, ce qui nous permet d'écrire avec le crayon. Eh bien, un nanotube de carbone peut être comparé à une telle surface enroulée en un cylindre sans soudure. Sa section présente un diamètre de 2 à 3 nanomètres tandis que la longueur est des dizaines de milliers de fois supérieure. "Les tubes ont une forme tortueuse. De ce fait, ils s'agglutinent en agglomérats comme un gros tas de spaghetti. Une telle masse est appelée macroparticule."

Les tubes sont répartis en trois catégories, toutes trois produites chez Nanocyl. Lorsqu'ils se composent d'une couche, on parle de nanotubes de carbone monoparoi.

On utilise souvent le terme SWCNT de l'anglais 'Single Wall Carbon NanoTubes'. Deux couches conduisent naturellement à des exemplaires à double paroi ou DWCNT ('Double Wall Carbon NanoTubes'). S'il

**Francis Massin, Managing Director: "Les nanotubes de carbone multiparois contiennent en moyenne neuf, dix, voire même quinze cylindres. Notre société fournit des MWCNT qui en comptent en moyenne sept. Il s'agit là d'un record mondial."**



**Les nanotubes de carbone possèdent des propriétés physiques exceptionnelles. Simultanément, la science se demande s'ils ne provoquent pas des maladies comme le cancer des poumons.**

Il y a plus de deux cylindres qui s'enveloppent (comparables à une poupée russe), ce sont des nanotubes multiparois ou MWCNT ('Multi-Wall Carbon Nanotube'). "Les nanotubes de carbone monoparoi sont très coûteux. Cependant, ils présentent des caractéristiques souvent plus prononcées que les nanotubes multiparois. La différence de prix est toutefois tellement grande qu'il est généralement recommandé, en vue d'atteindre une certaine caractéristique, d'utiliser une plus grande quantité de MWCNT meilleur marché plutôt que les très coûteux SWCNT" explique Francis Massin. "A ceux qui s'entêtent et veulent coûte que coûte avoir un minimum de cylindres dans un tube, je recommande plutôt les CNT à double paroi. Leurs caractéristiques - et leur prix ! - se situent entre ceux de leurs antipodes monoparoi et multiparois."

### Poudre, grains ou eau

Les nanotubes de carbone ont la capacité intéressante d'être cent fois plus résistants que l'acier et deux fois plus légers que l'aluminium. Ils conduisent mieux l'électricité que le cuivre et mieux la chaleur que le diamant. Ils sont simultanément élastiques et durs. Ces tubes présentent donc quelques caractéristiques marquantes qui sont exploitées dans de plus en plus de sociétés en les ajoutant comme additif à des matériaux tels que le plastique, le béton, l'aluminium... De ce fait, ceux-ci deviennent plus résistants et plus légers et accroissent leurs propriétés antistatiques et/ou ignifuges. "Nous proposons les tubes sous forme de poudre. Ou comme mélange-maître: 15 à 20% de carbone encapsulé dans une matrice de polycarbonate ou de polyamide par exemple. Nos clients peuvent alors les mélanger à leur plastique jusqu'à ce que le pourcentage dans le produit fini atteigne les traditionnels 2 à 3 %. Une autre possibilité est une solution de 0,5 à 1% dans du bisphénol ou de l'eau. Ce mélange doit d'ailleurs être fait correctement car le transfert des propriétés des CNT vers leur nouveau média est en grande



partie déterminé par la qualité de dispersion” poursuit le Managing Director Francis Massin.

## Les précurseurs

Aujourd’hui, les nanotubes sont déjà utilisés dans différents domaines. Francis Massin nous cite quelques applications. “Ils sont entre autres utilisés comme additif dans les matières synthétiques des voitures, au lieu des alternatives plus courantes comme le noir de carbone. Leur présence est nécessaire à des endroits où des étincelles peuvent se former car celles-ci pourraient en amener le carburant à des endroits inadéquats. Ils sont également utiles dans les plastiques extérieurs afin d’éviter l’accumulation de charges électrostatiques dans les poignées, les rétroviseurs... Leurs caractéristiques étant tellement puissantes, il ne faut en ajouter que très peu au média et toutes les propriétés positives du polymère comme la résistance aux impacts

des semi-conducteurs. Les plastiques deviennent simultanément plus solides. Pour ces raisons, nous retrouvons aujourd’hui des nanotubes de carbone notamment dans les galettes, les ICTrays et les lecteurs de code-barres” précise encore Francis Massin.

## Et cela ne s’arrête pas là...

Il existe toutefois davantage de propriétés particulières. “Grâce à leur bonne conduction thermique, les nanotubes de carbone sont utilisés pour conduire la chaleur des panneaux solaires. On les retrouve aussi dans la pâte de refroidissement utilisée avec les CPU et autres applications électroniques. Ils sont parfois mélangés avec de la poudre d’aluminium. L’ensemble est ensuite fondu et coulé dans la forme souhaitée, ce qui donne un matériau final plus résistant. Dans le béton, les CNT sont utilisés en alternative aux microfibrilles de verre ou autres, afin d’éviter des

tubes de carbone monoparoï (SWCNT). En revanche, depuis le troisième trimestre de 2007, Nanocyl produit les tubes multiparoï et à double paroï à l’échelle industrielle, à savoir 40 tonnes par an. Pour ce faire, elle utilise un réacteur qui fabrique les nanotubes selon la méthode CVD (Chemical Vapour Deposition). L’opérateur fait passer de l’hydrocarbure gazeux par un four – le réacteur – dans lequel se trouve aussi un catalyseur métallique. En contact avec ce catalyseur et à des températures de 750 à 1.000 °C, le gaz donne naissance à des nanotubes de carbone. Le four tourne autour de son axe dont l’inclinaison varie selon la progression du processus de production. Les DWCNT et MWCNT peuvent dès lors quitter le réacteur sous l’influence de la pesanteur. Le produit fini est vendu à quelque 250 euros le kilo. Les détails du procédé sont strictement confidentiels. Aucune personne étrangère à l’entreprise n’a d’ailleurs accès au hall de production. Francis Massin est fier du produit de Nanocyl. “Les nanotubes de carbone multiparoï comprennent en moyenne neuf, dix, voire même quinze cylindres. En revanche, notre société fournit des MWCNT qui en comptent en moyenne sept. Il s’agit là d’un record mondial. De ce fait, ils affichent le plus petit diamètre et offrent la meilleure conductivité électrique. Par rapport à la concurrence, il faut donc moins de tubes pour obtenir le même résultat.”

## Mais?

Les longs tubes ne font toutefois pas la une des journaux pour leurs caractéristiques exceptionnelles uniquement. On avance souvent que leur structure rappelle l’amiante et qu’ils pourraient donc provoquer des maladies comme le cancer des poumons. “De nombreuses recherches ont été faites à cet égard” remarque Francis Massin. “J’aimerais tout d’abord préciser que, contrairement à ce que l’on pourrait croire, toutes les fibres d’amiante ne sont pas nocives. Tout dépend de leur longueur et de leur diamètre. Et que remarquons-nous? Les nanotubes de carbone affichent des dimensions qui se situent en dehors de la zone de danger. En outre, on ne rencontre quasiment jamais un nanotube isolé, même dans ce bâtiment. Soit ils font partie de macroparticules, soit ils sont encapsulés dans un autre support – comme le plastique – et le restent, même si une part du plastique, contenant des nanotubes, s’use. Nanocyl a également fait réaliser de nombreuses recherches: que se passe-t-il si on les inhale ou avale? Ou lors d’un contact avec la peau? Tous les résultats montrent qu’ils ne nuisent dans aucun de ces cas à la santé.”

Nanocyl prévoit bientôt un investissement supplémentaire de dix millions d’euros. «Cet investissement est nécessaire car le marché du CNT est un marché où il faut faire preuve d’une combativité mondiale» conclut le Managing Director Francis Massin. Devenir un géant dans l’immensément petit, telle est l’ambition de cette jeune société belge. Une chose est sûre, elle est sur la bonne voie... <<



**La méthode de production des tubes de Nanocyl est un secret d’entreprise soigneusement gardé. Aucune personne étrangère à l’entreprise ne peut accéder au hall de production.**

sont conservées. Les propriétés d’écoulement du mélange qui en résulte sont meilleures qu’avec l’utilisation du noir de carbone, ce qui permet de réaliser des pièces plus complexes. En outre, la surface de l’objet qui en résulte est plus lisse.”

L’industrie des semi-conducteurs est un autre précurseur en matière d’utilisation de CNT. “Il s’agit là surtout d’éviter les charges électrostatiques car une accumulation de celles-ci pourrait attirer des poussières. Or, ceci est inadmissible dans un secteur nécessitant des environnements de salle blanche. Dans les plastiques, les CNT remplacent de plus en plus souvent les fibres de carbone ou les métaux. Les propriétés de conduction des nanotubes de carbone sont en effet plus fortes, de sorte qu’il faut en ajouter moins. Ou alors, on en utilise autant, ce qui permet de réduire davantage encore le risque de charges électrostatiques et, par conséquent, d’assurer un environnement encore plus propre – effet de plus en plus recherché vu la miniaturisation toujours plus poussée dans l’industrie

fissures microscopiques. Et il existe encore une pléthore d’autres applications...” explique le Managing Director de Nanocyl. L’entreprise wallonne a récemment apporté une contribution inattendue à la navigation. “Au fil du temps, des algues et coquillages poussent sur la coque des bateaux, ce qui engendre une plus grande friction avec l’eau et par conséquent une plus grande consommation de carburant. Nous avons désormais commercialisé une peinture qui incorpore des nanotubes de carbone. Lorsqu’un bateau est peint avec cette peinture, les longs tubes sinueux génèrent des inégalités invisibles à l’œil nu. De ce fait, les organismes marins adhèrent moins facilement. Ils tombent donc tout simplement dès que le bateau se met à naviguer à plus de 25 km/h.”

## Sept en un

L’installation pilote de 2004 suffit aujourd’hui encore pour rencontrer les commandes de nano-