

bulletins-electroniques.com
Veille technologique internationale • Un service ADIT

Toutes les technologies,
tous les acteurs
toutes les opportunités,
partout dans le monde

>> fermer >> imprimer

BE Pologne 20 >> 28/09/2012

Nanotechnologies

Le graphène ? En bonne voie pour une production industrielle

<http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/71088.htm>

Considéré par beaucoup comme un matériau d'avenir, le graphène demeure coûteux à produire et difficile à fabriquer. Une nouvelle méthode de fabrication du graphène, qui ne nécessite aucun équipement spécialisé, a été développée par des scientifiques de l'Institut de Chimie Physique de l'Académie Polonaise des Sciences (IChF PAN) à Varsovie en collaboration avec l'Institut de Recherche Interdisciplinaire de Lille (Unité Mixte de Recherche). Ce procédé, publié dans le journal " Chemical Communication ", est d'une telle simplicité qu'il peut être mis en oeuvre dans n'importe quel laboratoire.



Izabela Kaminska prépare une thèse de doctorat à l'Institut de Chimie Physique de l'Académie Polonaise des Sciences à Varsovie en coopération avec l'Institut de Recherche Interdisciplinaire à Lille. Première auteure de l'article scientifique, elle présente ici la structure du graphène : une simple feuille d'atomes de carbone de 70 picomètres d'épaisseur en forme de nid d'abeilles.

Crédits : IChF PAN, Grzegorz Krzyzewski

Le graphène, matériau aux milles promesses ...

Isolé pour la première fois en 2004 à Manchester au Royaume-Uni, le graphène est un cristal de carbone monoplan avec des propriétés physiques hors du commun qui attirent de nombreux chercheurs. La découverte du graphène, qui n'a nécessité qu'une mine de crayon et du papier adhésif, a été récompensée, six années plus tard, par le prix Nobel de physique 2010 remis à Konstantin Novoselov et Andre Geim.

Le graphène est produit à partir du graphite [1], qui est en fait une succession de milliards de couches de graphènes. Ce dernier se présente comme un feuillet monocouche bidimensionnelle, de maille hexagonale, dont l'épaisseur (celle de l'atome de carbone, son seul constituant), est de 70 picomètres, soit un millionième d'un cheveu humain.

"Un Nobel au bout du crayon" (vidéo en français). Le graphène a été isolé par le néerlandais Andre Geim et le Russe Konstantin Novosel, alors chercheurs à l'université de Manchester en Angleterre, en dépouillant des couches de graphite avec du ruban adhésif ordinaire.

Crédits : nouvo

Des propriétés physiques inédites sont associées à la structure en feuillet monocouche du graphène: les scientifiques le décrivent comme étant le matériau le plus fin et l'un des plus résistants connu à ce jour. Il possède des conductivités thermique et électrique respectivement 80 et 150 fois supérieures à celles du silicium. A température ambiante, la mobilité des électrons au sein du graphène est de 200.000 cm² par volt par seconde, ce qui correspond à une vitesse de 1000 km/s, alors que celle du silicium n'est que de 1.400 cm²/V.s⁻¹ (7 km/s). Selon des recherches récentes, le graphène aurait même certaines propriétés adhésives lui permettant, sous forme de membrane, d'être un épurateur d'eau ou un séparateur de gaz [2]. Le graphène paraît donc un sérieux candidat pour remplacer le silicium et ainsi permettre la miniaturisation extrême des transistors.

... encore difficile à produire en quantités industrielles

Le graphène intéresse évidemment les entreprises du secteur de l'électronique, notamment pour la fabrication d'écrans minces, souples et résistants ou de puces à très haut débit. Il pourrait également amener au développement d'une nouvelle génération de capteurs et de biosenseurs utiles pour les technologies propres et les biotechnologies.

Mais jusqu'à présent, les recherches sur le graphène ont été limitées par le coût et la difficulté de le produire en grande quantité. La production d'un feuillet de graphène demande un très haut niveau de technicité du fait de son épaisseur de 70 picomètres. Les méthodes actuelles de fabrication du graphène suivent des procédures complexes qui nécessitent un matériel onéreux et spécialisé. L'une de ces méthodes consiste à cristalliser du graphène en chauffant sous vide et à 1300°C du carbure de silicium (SiC) afin que les atomes de silicium des couches externes s'en évaporent. Après un temps bien déterminé, les atomes de carbone restants se réorganisent en fines couches de graphène. Une autre méthode, nommé "dépôt chimique en phase vapeur", permet de créer du graphène par la décomposition d'un gaz carboné (e.g. le méthane) sur un métal porté à haute température comme le nickel ou le cuivre (voir BE Pologne 16).

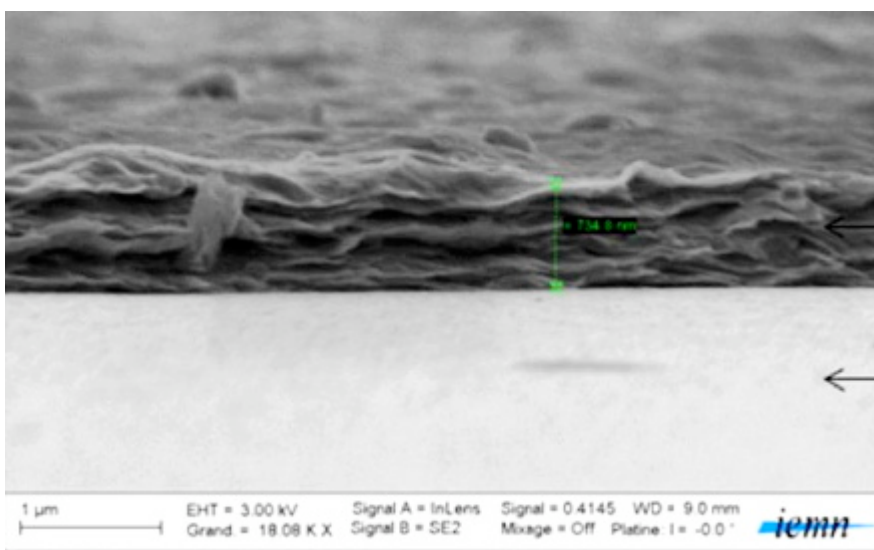
" Si nous voulons élargir les applications industrielles du graphène, nous devons trouver de meilleures procédés pour le produire en grandes quantités, de façon contrôlée et sans avoir à utiliser du matériel coûteux et spécialisé", – annonce Izabela Kaminska, doctorante à l'ICChF PAN de Varsovie et premier auteur de la publication.

Un nouveau procédé de production simple et bon marché

La nouvelle méthode de production du graphène mise au point par l'équipe franco-polonaise ne nécessite que du graphite, un sonicateur [3], du tétrathiafulvalène (TTF, de formule chimique C₆H₄S₄) et du perchlorate ferrique (Fe(ClO₄)₃), tous étant des produits facilement disponibles.

Les feuillets de graphène étant très difficilement séparables les uns des autres, la première étape consiste à oxyder la matière première, le graphite. L'incorporation de molécules d'oxygène, réalisée par la méthode de Hummers [4], écarte les feuillets les uns des autres et favorisent in fine leur décollement. La poudre obtenue – l'oxyde de graphite – est ensuite mise en suspension dans l'eau et placée dans un sonicateur. Les ondes sonores de haute fréquence permettent d'exfolier les feuillets d'oxyde de graphène en formant des "paillettes", qui sont constituées de couches successives de graphène de 200 à 500 nanomètres d'épaisseur. Cependant, lors d'une rencontre avec le service scientifique de l'ambassade de France à Varsovie, Izabela Kaminska précise que "l'oxydation a changé de façon spectaculaire les propriétés physico-chimiques du graphène. Au lieu d'un excellent conducteur, nous obtenions ... un parfait isolant".

Pour éliminer l'oxygène de l'oxyde de graphène, l'équipe franco-polonaise à eu l'idée d'ajouter du tétrathiafulvalène (TTF), un composé organo-sulfuré donneur d'électrons. Les molécules de TTF restantes sont finalement éliminées par une dernière réaction d'oxydation par du perchlorate ferrique puis par un lavage dans une solution neutre de TTF. Les paillettes résultantes, comprenant des couches de graphène de quelques dizaines à quelques centaines de nanomètres d'épaisseur, sont obtenues en déposant une goutte du mélange sur une électrode.



Visualisation, par microscopie électronique à balayage, d'une couche d'oxyde de graphène + tétrathiafulvalène (TTF). Ici, l'épaisseur de la couche est de 735 nanomètres (trait vert).

L'amélioration de cette méthode permettra de réduire l'épaisseur de cette couche.

Credits : Issu de l'article original, avec l'aimable permission de "The Royal Society of Chemistry"

Cette découverte devrait encourager les scientifiques à pousser plus loin les recherches sur le graphène pour créer l'électronique du futur, à l'heure où les experts de l'industrie du silicium annoncent la limite physique de l'évolution des performances de la microélectronique. Le 7 août 2012 a été annoncée en Pologne le premier appel à projet de GRAF-TECH, un consortium d'entreprises et d'institutions scientifiques en vue de produire du graphène et de l'utiliser dans l'industrie, notamment pour la construction d'écrans d'ordinateurs et de panneaux solaires. GRAF-TECH est financé par des fonds privés et publics, le NCBiR (Centre National de Recherche et Développement) participant à hauteur de 60 M PLN (15 M euros). La société américaine BCC Research estime que la valeur du marché des produits à base de graphène s'élèvera en 2015 à 67 millions de dollars et dix fois plus en 2020.

--

[1] **Graphite** : le graphite, très friable qu'on retrouve dans la mine de nos crayons à papier, est l'une des formes cristallines du carbone pur. Une autre forme cristalline du carbone pur est le diamant.

[2] **" Toujours plus de propriétés pour le graphène "** - <http://redirectix.bulletins-electroniques.com/lt3Px>

[3] **Sonicateur** : le sonicateur, encore appelé " bain à ultrasons ", est un appareillage permettant le nettoyage de pièces ou la dissolution de produits par l'effet mécanique d'ondes ultrasonores à très haute fréquence (de 20 à 170 kHz).

[4] **Méthode de Hummers** : développée en 1957 par William Hummers et Richard Offeman, cette méthode permet d'obtenir rapidement du graphite oxydé en utilisant un mélange d'acide sulfurique, de nitrate de sodium et de permanganate de potassium. Cette méthode est encore largement utilisée aujourd'hui.

Pour en savoir plus, contacts :

- Prof. Opallo, Marcin - Institut de Chimie Physique de l'Académie Polonaise des Sciences IChF PAN - TEL : +48 22 3433375 - EMAIL: mopallo@ichf.edu.pl
- Prof. Boukherroub, Rabah - Institut de Recherche Interdisciplinaires - TEL : +33 3 62 53 17 24
- EMAIL : rabah.boukherroub@iri.univ-lille1.fr
- Site internet de l'IChF PAN de Varsovie : <http://www.ichf.edu.pl/>
- Site internet de l'IRI de Lille : <http://www.iri.cnrs.fr/>
- Site internet du programme GRAF-TECH : <http://redirectix.bulletins-electroniques.com/GGICg>

Sources :

- Article original : " Preparation of graphene / tetrathiafulvalene nanocomposite switchable surfaces " - Izabela Kaminska , Manash R. Das , Yannick Coffinier , Joanna Niedziolka-Jonsson , Patrice Woisel , Marcin Opallo , Sabine Szunerits and Rabah Boukherroub, Chem. Commun., 2012, 48, 1221-1223,

DOI: 10.1039/C1CC15215G (link to <http://dx.doi.org/10.1039/C1CC15215G>) –
– Dépêche de presse (polonais) : <http://redirectix.bulletins-electroniques.com/XDGU7>
– " L'ITME de Varsovie dépose un important brevet pour l'obtention du graphène " – BE Pologne numéro 16 (11/07/2011), Nicolas Frichot-Manoury : <http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/67273.htm>
– " Le programme GRAF-TECH finance la recherche sur le graphène " (en polonais) : <http://redirectix.bulletins-electroniques.com/Xq1re>
– " Le graphène, challenger du silicium pour l'électronique de demain " – Futura-Sciences du 28 Mars 2008 : <http://redirectix.bulletins-electroniques.com/KgJk8>

Rédacteurs :

Vincent Galand, vincent.galand@diplomatie.gouv.fr – Retrouvez toutes nos informations et activités sur <http://institutfrancais.pl/sciences-universites/>

Origine : BE Pologne numéro 20 (28/09/2012) – Ambassade de France en Pologne / ADIT – <http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/71088.htm>

Vous souhaitez réutiliser cette information ?

Pour connaître les détails des conditions d'utilisation et des droits de diffusion des Bulletins Electroniques, connectez-vous sur le site web des BE : www.bulletins-electroniques.com
La mention légale en italique ci-dessus est obligatoire et doit systématiquement accompagner la présente information.



www.bulletins-electroniques.com tous droits réservés

Votre contact : François Moille : <http://www.bulletins-electroniques.com/contacts.htm>