

Recevez nos newsletters

OK

Abonnez-vous au magazine

Identifiez-vous



L'usinenouvelle.com > Matières premières


**DÉCOUVRIR
LE SOMMAIRE**
 du dernier numéro



ENQUÊTE Récemment isolé, ce matériau aux propriétés étonnantes commence à pouvoir être fabriqué selon des procédés plus industrialisables. Encore cher à produire, il pourrait bientôt être utilisé pour les écrans plats, les batteries, les transistors...

La star descend de son piédestal. Découvert en 2004 par deux chercheurs récompensés par le nobel de physique en 2010, le graphène continue de passionner et d'intriguer. La bonne nouvelle, c'est que ce carbone « 2 D » constitué d'une seule couche d'atomes, surdoué en mécanique et en électronique, est aussi en train d'ouvrir de nouvelles voies technologiques. À relativement court terme (deux à cinq

ans), on devrait voir arriver sur le marché des produits aussi divers que des écrans tactiles, des produits électroniques flexibles, des batteries et d'autres moyens de stockage de l'énergie, des pièces en matériaux composites... utilisant une ou plusieurs des étonnantes propriétés du graphène. Toutefois, pour sortir des laboratoires et passer en production, ce matériau doit consentir à quelques compromis et ses caractéristiques en souffrent un peu. Car à chaque type d'utilisation correspondent une qualité de graphène et la méthode de fabrication qui permet de l'atteindre.

Dans les laboratoires, les techniques utilisées restent artisanales : avec un ruban adhésif, les chercheurs pèlent un échantillon de graphite - la forme la plus banale du carbone - qui peut être vu comme un empilement de couches de graphène. Mais cette méthode, dite du « scotch », ne permet évidemment pas de démarrer des utilisations industrielles.

Les premières applications attendues sur le marché sont les matériaux polymères, qui seront « chargés » avec du graphène obtenu sans doute par exfoliation : la séparation des couches de carbone, à partir du graphite. Ajouté en faible quantité, le graphène renforce la résistance mécanique du polymère, mais peut aussi le rendre conducteur, augmenter sa température d'utilisation... Ovation Polymers, aux États-Unis, propose déjà des mélanges thermoplastique-graphène pour l'injection et l'extrusion. D'autres applications à court terme pourront aussi s'approvisionner en graphène exfolié : le stockage d'électricité dans des supercondensateurs ou l'électronique imprimée (des emballages intelligents, par exemple), avec des encres conductrices contenant du graphène, qui sont déjà proposées par la société américaine Vorbeck.

MÉTHODES D'EXFOLIATION

Pour produire du graphène par exfoliation, les techniques développées par quelques industriels et start-up utilisent un solvant liquide et, souvent, des ultrasons ou d'autres procédés physiques. « *Notre méthode d'exfoliation du graphite utilise des radiations micro-ondes* », indique Mike Knox, le PDG de XG Sciences, qui a démarré en août une unité de production d'une capacité de 80 tonnes par an. Le coréen Posco, qui, lui, a acheté une licence de la technologie, annonce aussi des plans de production en propre pour 2014. De son côté Focus Metals, un producteur canadien de graphite, annonce qu'il va lancer une production, via un joint-venture, Grafoïd.

On peut également procéder à l'exfoliation en commençant par oxyder le graphite, car l'oxyde de graphite est facilement exfolié dans l'eau. Mais il faut ensuite éliminer l'oxygène. « *Il reste toujours un pourcentage d'oxygène dans le graphène, qui du coup n'est pas assez performant pour des applications électroniques* », précise Alain Pénicaud, le directeur de recherche au CRPP (CNRS-université de Bordeaux), qui a breveté une méthode d'exfoliation « spontanée » du graphite dans un solvant, en ajoutant un composé qui s'intercale entre les couches. Une licence de cette méthode a été achetée par un industriel.

PRODUCTION PAR CVD

À moyen terme, l'autre application phare du graphène pourrait bien être la fabrication d'écrans tactiles, d'écrans Oled souples et autres papiers électroniques (l'écran des liseuses). L'idée est de remplacer des couches conductrices transparentes en ITO (oxyde d'indium et d'étain), dont le prix et la rareté ne feront qu'augmenter, par une couche de graphène, moins fragile, et qui se prête bien à la réalisation d'écrans flexibles. Pour réaliser ces grandes surfaces, c'est une autre voie de fabrication qui a le vent en poupe : le dépôt chimique en phase vapeur (CVD), soit la décomposition d'un gaz (méthane, éthylène...) sur un métal à haute température.

En 2010, Samsung et l'université de Séoul avaient montré la possibilité de fabriquer des mètres carrés de graphène déposé sur un support. Deux ans après, l'industriel coréen en est à sa deuxième génération d'usine pilote destinée à produire de grandes surfaces de graphène. Entre-temps, nombre de laboratoires se sont intéressés au graphène par CVD. Des start-up se sont même créées, comme Graphene Square (Corée) ou Graphene Frontiers (États-Unis). Et tout le monde s'active pour rendre le procédé vraiment industriel. Car tout n'est pas réglé. En effet, quand on a déposé le carbone, sur un support de cuivre ou de nickel, il faut ensuite, pour des applications électroniques, le transférer sur un substrat non conducteur. L'ensemble est délicat à maîtriser. « *Il faut limiter le nombre de couches pour garder la transparence et éviter de créer des défauts pour conserver des propriétés électriques suffisantes* », précise Périne Landois, chercheuse au laboratoire Charles Coulomb, à Montpellier, qui étudie la production par CVD pour ses propres besoins. « *Avec le CVD sur cuivre, on s'approche des meilleures qualités de graphène. Si bien qu'il pourrait être, à terme, un bon candidat pour la réalisation de circuits électroniques* », avance Erik Dujardin, chercheur au Cemes (Toulouse), qui se focalise sur les propriétés électroniques du graphène.

Reste une troisième grande famille d'applications : la fabrication des transistors et des circuits logiques avec du graphène, particulièrement pour des applications à hautes fréquences. Les chercheurs en ont tout de suite rêvé, vu les fantastiques propriétés électroniques du carbone 2 D. La voie étudiée chez IBM, au Georgiatech, ou encore à l'Institut Néel de Grenoble, consiste à partir d'une galette de carbure de silicium (SiC). En chauffant à plus de 1 000 °C, on élimine le silicium en surface (sublimation) pour laisser une couche de carbone sous forme de graphène. « Le graphène obtenu est de qualité suffisante pour l'électronique. Et contrairement au CVD, il n'est pas nécessaire de le transférer sur un autre support », souligne Périne Landois. Mais avant d'avoir des applications effectives de transistors en graphène, d'après la feuille de route publiée en octobre dans la revue « Nature » par le laboratoire de l'université de Manchester, qui l'a découvert, il faudra patienter au moins jusqu'en 2020. D'ici là, d'autres applications auront peut-être émergé : détection de gaz, protection contre la corrosion... Car ce matériau « miracle » a au moins une vertu incontestable : il continue à stimuler l'imagination des chercheurs.

UNE TECHNOLOGIE POUR...

- Les matériaux hautes performances
- L'électronique (écrans, circuits souples)
- Le stockage d'énergie (batteries, supercondensateurs)
- Les capteurs

Vers des matériaux mille-feuilles

Les matériaux 2 D se multiplient.

Le **graphyne** ressemble au graphène, sauf par le nombre de liaisons chimiques entre les atomes (doubles ou triples), avec de nouvelles propriétés électroniques.

Le **graphane**, un graphène que l'on a fait réagir avec de l'hydrogène, est un candidat pour le stockage de l'hydrogène.

Le **silicène** (image ci-contre) est une feuille de silicium d'une seule couche d'atomes, aux propriétés électroniques intéressantes.

Le **sulfure de molybdène**, en version 2 D, a déjà permis de fabriquer des dispositifs électroniques expérimentaux (au MIT et à l'EPFL).

Quant au laboratoire de l'université de Manchester qui a découvert le graphène, il a récemment proposé de créer de nouvelles matières en empilant des couches puisées dans la bibliothèque des matériaux 2 D. Un premier dispositif électrique a été réalisé en alternant des couches de graphène (conducteur) et de niture de bore (isolant).

DES PERFORMANCES INÉGALÉES

Électronique

La mobilité des électrons mesurée dans le graphène est au moins dix fois plus élevée que dans le silicium. La limite théorique est même cent fois plus élevée que dans ce matériau.

Mécanique

La résistance du graphène, mesurée par son module de Young, est dix fois supérieure à celle de l'acier, donc analogue à celle du diamant.

Thermique

La conductivité thermique du graphène est dix fois meilleure que celle du cuivre et plus élevée que celle du diamant.



Vous lisez un article de L'Usine Nouvelle n°3310

Découvrir les articles de ce numéro

Consulter les archives 2012 de L'Usine Nouvelle

Afficher tous les magazines par année

2012



Revenus > 2 500€/mois ?

Moins de 55 ans? Réduction d'impôts:
Calculez ce que pourrait vous faire gagner
la Loi Duflot !

» Cliquez ici



Extension en toit plat ?

Apportez de la lumière naturelle et de la
ventilation pour plus de confort au quotidien
avec la fenêtre coupole!

» Cliquez ici



Mutuelle santé pas chère

Economisez jusqu'à 500 € par an ! Devis
gratuit et souscription immédiate en ligne.

» Cliquez ici



Investissement Métaux

240% par an en moyenne ces 2 dernières
années. Découvrez l'investissement dans
les Métaux Rares

» Cliquez ici

Publicité  Ligatus

L'USINENOUVELLE.com, leader de l'information professionnelle B2B vous propose de découvrir l'actualité économique et industrielle des secteurs automobile, aéronautique, btp, défense, énergie et développement durable, métallurgie, télécoms et des nouvelles technologies.

Les sites du groupe Infopro Communications :

- Actualité environnement avec Journaldelenvironnement.net
- Offres d'emploi, formation continue et actualité emploi avec Emploi-pro.fr
- Actualité chimie et actualité pharmaceutique avec Chimie & Pharma
- Organisation de séminaires avec Bedouk.fr
- Actualité assurance avec Argusdelassurance.com
- Grande consommation avec LSA-conso.fr
- Nouvelles technologies avec Industrie & Technologies
- Fichiers industrie avec Infopro Data

INFOPRO
COMMUNICATIONS

Les sites de nos partenaires :

- Editions avec Dunod
- Emploi avec Emploi-pro
- Entretien auto avec ReparMax