

# Le graphène, un matériau du futur

Autor(en): **Vos, Anton**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique**

Band (Jahr): **25 (2013)**

Heft 96

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-553925>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

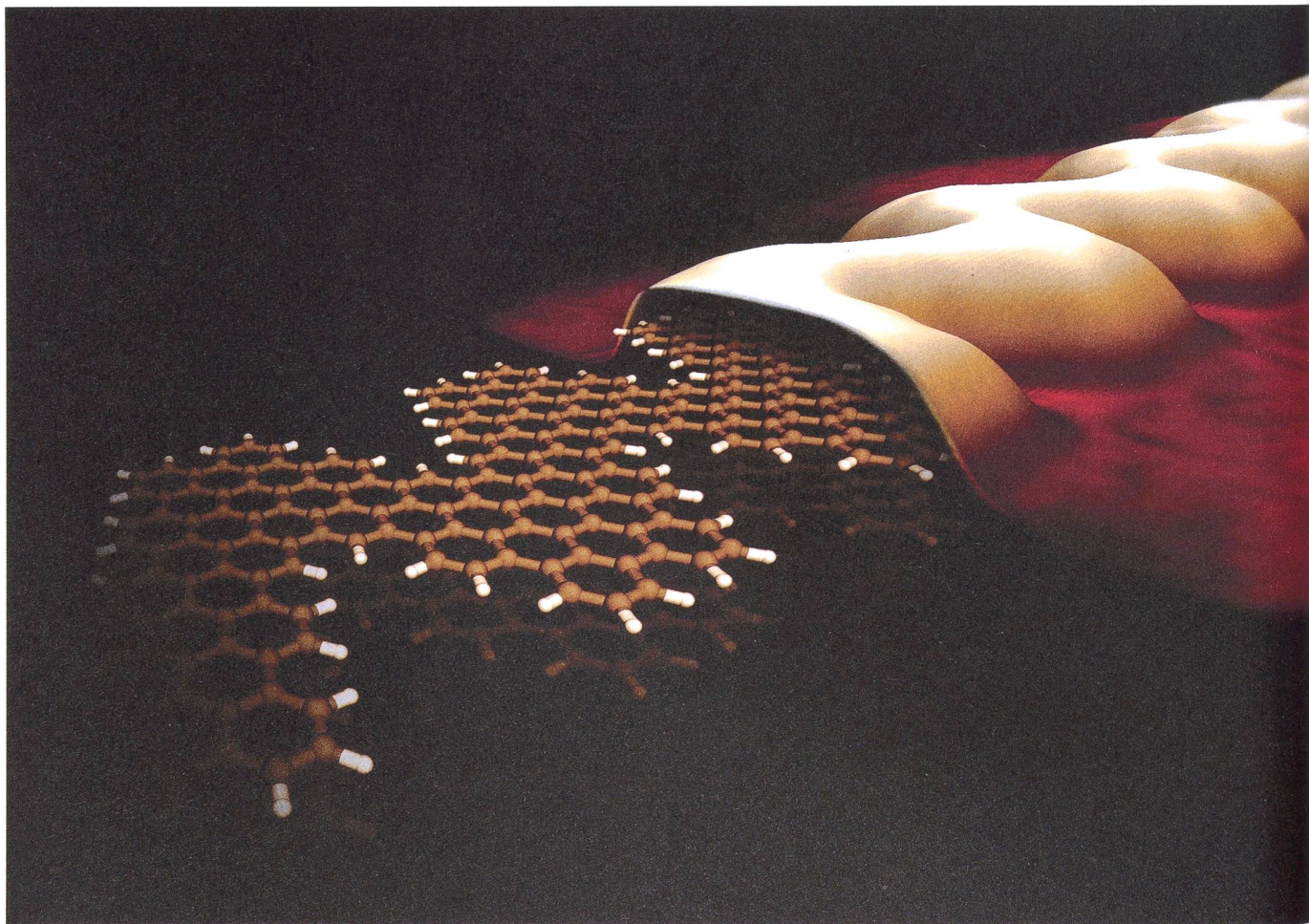
Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Le graphène, un matériau du futur

Découvert en 2005, ce cristal suscite déjà de nombreuses attentes. Ses propriétés électroniques, mécaniques, optiques et même thermiques ouvrent la porte à d'innombrables applications. Par Anton Vos

**P**renez une mine de crayon gris, collez-y un morceau de ruban adhésif et retirez-le. Par ce geste, vous aurez de grandes chances de prélever un petit échantillon de graphène. Même obtenu d'une manière aussi rudimentaire et encore enduit de colle, ce cristal, constitué d'une seule couche d'atomes de carbone, possède certaines propriétés électroniques supérieures aux meilleurs semi-conducteurs en silicium fabriqués dans des conditions de propreté absolue. Rien que pour cela, la découverte d'un tel matériau mérite le prix Nobel de physique.

C'est d'ailleurs ce qui s'est passé. En 2010, Andre Geim et Konstantin Novoselov, de l'Université de Manchester, ont reçu la haute récompense suédoise pour avoir, seulement six ans auparavant, isolé (à partir du graphite et avec un ruban adhésif), identifié et caractérisé le graphène. Depuis, sans attendre, plusieurs équipes des principales institutions de recherche suisses (Université de Genève, Ecoles polytechniques de Lausanne et de Zurich, Empa, notamment) se sont lancées dans cette voie



de recherche et commencent à s'organiser au niveau national. Elles sont également très présentes dans les projets européens, l'initiative phare « Graphène » de l'UE notamment.

### Premier cristal stable

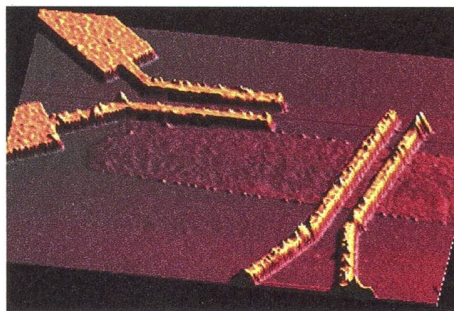
Il faut dire que le graphène a de quoi enflammer les esprits des physiciens. Pour ce qu'il représente d'abord : c'est le premier cristal bidimensionnel connu qui soit stable à température ambiante. Les physiciens ont longtemps cru un tel objet impossible. Selon eux, une monocouche d'atomes est instable et, passé une certaine taille, même très petite, elle ne peut que se replier ou s'agglomérer. Le graphène leur a donné tort. L'entreprise Samsung en fabrique d'ailleurs depuis quelques années par mètre carré. Même si la qualité de la production n'est pas encore optimale, elle progresse sans cesse.

Ensuite, la monocouche de carbone se profile comme le matériau du futur par excellence. Il n'existe rien de plus fin, son épaisseur ne dépassant guère un tiers de milliardième de millimètre. Tout en présentant une résistance à la rupture cent fois plus grande que l'acier, le graphène est également flexible et extraordinairement léger. Un hamac fabriqué dans cette matière pourrait soutenir sans céder le poids d'un chat tout en ne pesant pas plus qu'une de ses moustaches.

### Une star de l'électronique

Ce nouveau matériau est aussi un excellent conducteur électrique. La mobilité de ses électrons est jusqu'à 100 fois plus grande que dans le silicium, un paramètre qui définit la vitesse de fonctionnement des transistors. La perspective de fabriquer des ordinateurs des dizaines de fois plus rapides que ceux d'aujourd'hui est pour le moins alléchante.

« Une monocouche de carbone ne se comporte pas comme un semi-conducteur, tempère toutefois Alberto Morpurgo, professeur au Département de physique de



**Vue d'un transistor au graphène grâce à un microscope à force atomique à balayage.** Image : Courtesy of Alberto Morpurgo

la matière condensée (DPMC) de l'Université de Genève. Il lui manque ce que nous appelons un « gap » d'énergie, une propriété de sa structure électronique qui est indispensable pour le rendre isolant à volonté et contrôler ainsi le passage d'un courant électrique, comme le font les transistors classiques.»

Le chercheur genevois, qui travaille depuis plus de six ans sur le graphène, a néanmoins montré en 2008 qu'en superposant deux couches de ce cristal et en appliquant un champ électrique perpendiculaire, on obtient l'ouverture d'un gap. Celui-ci n'est pas encore assez grand pour une réelle application dans l'électronique, mais c'est un début.

« Bien que des premières applications soient déjà envisagées à court et moyen terme, la recherche sur le graphène est encore largement dans sa phase exploratoire, rappelle Alberto Morpurgo. Pour l'instant, mon laboratoire s'intéresse, par exemple, au comportement électronique du matériau lorsqu'on change le substrat sur lequel il est déposé. Nous effectuons également des mesures sur des monocouches en suspension, sans substrat du tout.»

Les électrons, confinés dans deux dimensions, se comportent d'ailleurs de manière surprenante. Les équations qui décrivent leur déplacement sont les mêmes que celles qui régissent les électrons se mouvant à une vitesse proche de celle de la lumière. Du coup, il est possible d'étudier certaines propriétés de ces particules élémentaires sans forcément passer par les grands accélérateurs du CERN.

Finalement, le graphène surprend aussi dans le domaine de l'optique. « Il est quasi transparent, note Alexey Kuzmenko, maître d'enseignement au DPMC. Il n'absorbe que 2,3% de la lumière. Ce taux est d'ailleurs in-

dépendant de la longueur d'onde. Du coup, on peut envisager de l'utiliser dans une très grande plage électromagnétique, du visible à l'infrarouge lointain.»

Alexey Kuzmenko a montré qu'il est possible de modifier les propriétés optoélectroniques du graphène à l'aide de champs électriques ou magnétiques. Dans certaines conditions, ce nouveau matériau voit ainsi son coefficient d'absorption changer pour de petites plages de longueur d'onde. En 2011, l'équipe du chercheur genevois a aussi observé sa capacité à modifier la polarisation de la lumière. L'effet, très difficile à obtenir avec d'autres matériaux, est même jugé « impressionnant ».

« Ces propriétés optoélectroniques uniques ouvrent la porte à des applications dans un grand nombre de domaines : communication sans fil, lasers, biosenseurs, etc. », énumère Alexey Kuzmenko.

### Alternative intéressante

C'est toutefois dans les écrans que le graphène pourrait bien trouver sa première utilité. La couche qui recouvre les pixels d'un écran à cristaux liquides doit en effet être conductrice et transparente. Le matériau utilisé actuellement est l'oxyde d'indium-étain. L'indium, essentiellement produit en Chine, est rare et l'élément devient de plus en plus cher. Le graphène représente donc une alternative intéressante, ce d'autant plus qu'il est flexible, contrairement à l'indium-étain.

Cela dit, ses propriétés sont si diverses que les ingénieurs et techniciens imaginent des applications dans des domaines aussi variés que les cellules photovoltaïques, le stockage d'énergie, les peintures, les revêtements, l'encre imprimable conductrice, etc. A l'heure actuelle, il n'existe qu'un objet potentiellement commercialisable contenant cette nouvelle matière. Il s'agit d'un siège de voiture chauffant développé par le groupe BASF et qui exploite une vertu qui n'a pas encore été mentionnée : l'exceptionnelle conductivité thermique du graphène.

**Représentation d'un nanoruban de graphène. A droite de l'image, visualisation au microscope à effet tunnel.**

Image : Empa