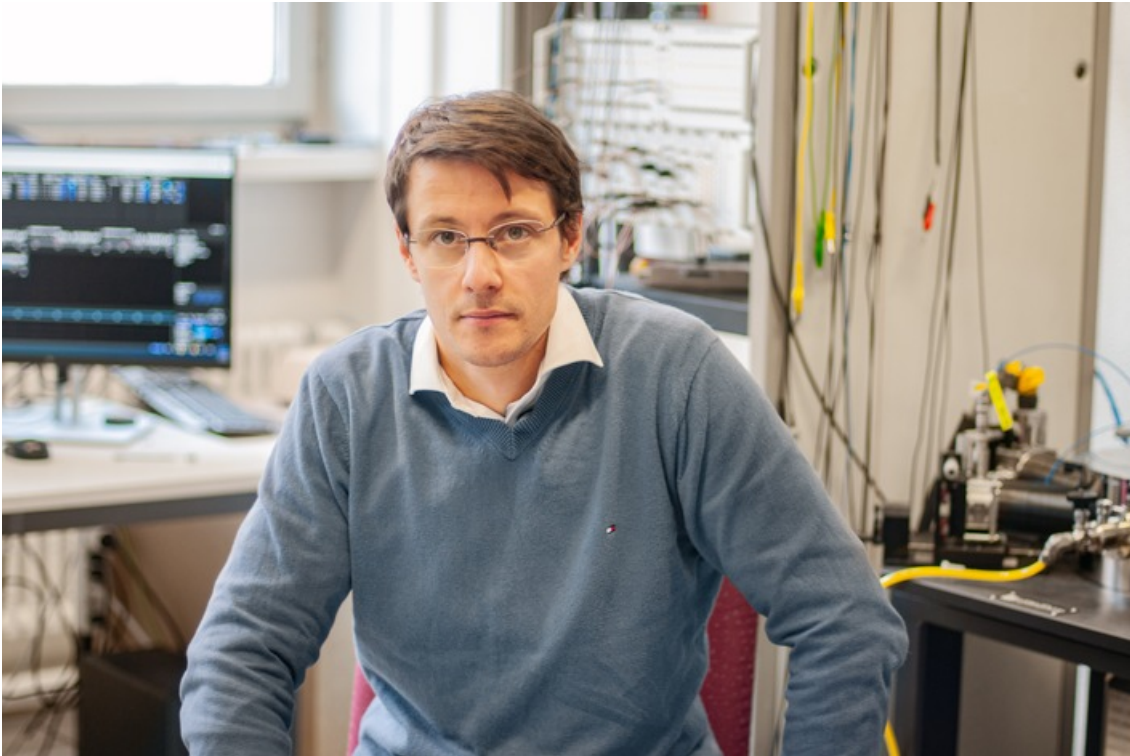


19.01.2024 - 08:00 Uhr

L'architecte des nano-centrales électriques



Bern (ots) -

Le physicien Mickael Perrin construit des centrales à l'échelle nanométrique avec des rubans de graphène, pour utiliser la chaleur émise par les appareils comme source de courant. Rencontre avec l'ingénieur en machines invisibles.

Lorsque Mickael Perrin débute sa carrière de scientifique il y a douze ans, il ne se doute pas encore que son domaine de recherche va, quelques années plus tard, susciter un large intérêt de la part du public : l'électronique quantique. " À l'époque, on ne parlait du potentiel des technologies quantiques et des ordinateurs quantiques qu'entre physicien·nes ", explique le chercheur. " Aujourd'hui, il existe des dizaines de start-ups dans ce secteur. Qui plus est, les États et les entreprises investissent des milliards pour développer ces technologies, avec de premières applications dans les domaines de l'informatique, de la cryptographie, de la communication et des capteurs. " Avec ses recherches, Perrin inaugure quant à lui un nouveau champ d'application : la production d'électricité à partir d'effets quantiques et avec une perte énergétique quasi nulle. Pour cela, le scientifique âgé de 36 ans combine deux branches - habituellement distinctes - de la physique : la thermodynamique et la mécanique quantique.

L'année dernière, la qualité de ses recherches et leur potentiel pour des applications futures ont été doublement reconnus. Perrin a en effet bénéficié d'une bourse du Conseil européen de la recherche pour chercheuses·eurs débutants, très prisée des scientifiques en début de carrière, ainsi qu'une bourse de professeur Eccellenza du Fonds national suisse (FNS). Aujourd'hui, il est non seulement à la tête d'un groupe de recherche à l'Empa qui compte neuf personnes, mais aussi professeur assistant en électronique quantique à l'ETH Zurich.

Dix mille fois plus petites qu'un cheveu

Selon ses dires, Mickael Perrin n'a jamais eu de talent inné pour les mathématiques. " Ce qui m'a poussé vers la physique, c'était avant tout la curiosité. Je voulais mieux comprendre le fonctionnement du monde qui nous entoure, et la physique offre de bons outils pour cela. " Après avoir terminé ses études secondaires à Amsterdam, il se lance en 2005 dans des études de physique appliquée à l'Université de technologie de Delft (TU Delft), située non loin de là. Dès le départ, Perrin préfère les applications concrètes à la théorie.

Dans le laboratoire de Herre van der Zant, un pionnier de l'électronique quantique, l'étudiant se laisse alors gagner par la fascination de son professeur pour l'ingénierie de minuscules appareils à l'échelle micro et nanométrique. Perrin se rend très vite compte des possibilités quasiment illimitées qu'offre l'électronique moléculaire. En effet, selon les molécules et les matériaux qui les composent, les circuits ont des propriétés complètement différentes et peuvent être utilisés comme des transistors, des diodes ou des capteurs.

Pendant son doctorat, le chercheur passe beaucoup de temps dans la " Clean room " (salle blanche) du laboratoire de nanotechnologie de l'Université de Delft, toujours revêtu d'une combinaison intégrale blanche afin d'éviter d'altérer l'électronique miniature par des cheveux ou des particules de poussière. C'est dans cette salle blanche qu'il découvre pour la première fois

l'infrastructure technologique permettant de construire des machines de quelques nanomètres (environ 10 000 fois plus petites que le diamètre d'un cheveu humain). Il explique : " La règle d'or dans ce domaine veut que plus les structures à construire sont petites, plus les appareils requis pour ce faire sont grands et onéreux. " Par exemple, des appareils de lithographie permettant d'imprimer des mini-circuits complexes sur des puces électroniques. " Lorsqu'il est question de nano-fabrication et de physique expérimentale, il faut faire preuve de beaucoup de créativité et de persévérance, car il y a pratiquement toujours un problème ", raconte-t-il. " Mais ce sont justement bien souvent les résultats de mesure inconnus et surprenants qui se révèlent les plus passionnants. "

Le graphène : un matériau miraculeux

Un an après avoir terminé son doctorat, Mickael Perrin décroche un poste à l'Empa, dans le laboratoire de Michel Calame, spécialiste en intégration de matériaux quantiques dans les nano-dispositifs. Depuis, le Franco-Suisse vit à Dübendorf avec sa compagne et ses deux filles. " La Suisse était pour moi un choix adéquat pour plusieurs raisons ", explique-t-il. " L'infrastructure de recherche y est unique en son genre. " À l'Empa, à l'ETH Zurich ainsi qu'au centre de recherche IBM de Rüschlikon, toutes les conditions sont réunies pour qu'il puisse développer des nanostructures ainsi que les instruments de mesure permettant de les tester. " Je suis aussi un adepte du plein air. J'aime la montagne ; je fais souvent des randonnées et du ski en famille. " Perrin est également passionné d'escalade. Parfois, il se retire pendant des semaines dans des vallées isolées afin de pratiquer son sport favori, très souvent en France, pays d'origine de sa famille.

À l'Empa, le jeune chercheur a tout le loisir de poursuivre ses recherches sur les nanomatériaux. L'un d'entre eux en particulier retient très vite son attention : le graphène, un matériau entièrement composé d'atomes de carbone. Les nanorubans fabriqués à partir de ce matériau sont aussi fins que les atomes qui le composent. Ces nanorubans sont produits avec une extrême précision à l'Empa par le groupe de Roman Fasel. Perrin met alors en évidence les propriétés uniques de ces rubans et démontre qu'ils peuvent être utilisés pour un certain nombre de technologies quantiques.

En parallèle, le chercheur commence aussi à s'intéresser de plus près à la transformation de la chaleur en électricité. En 2018, preuve est faite que les effets quantiques peuvent être utilisés pour convertir efficacement l'énergie thermique en électricité. Le seul problème, c'est que les propriétés physiques désirées ne se manifestent qu'à des températures très basses, proches du zéro absolu (0 kelvin, soit -273 °C). Inintéressant donc pour de potentielles applications futures dans le domaine des smartphones ou des capteurs miniatures, par exemple. Perrin a alors l'idée de contourner ce problème en utilisant des nanorubans de graphène. Compte tenu des propriétés physiques particulières de ceux-ci, la température inhibe beaucoup moins les effets quantiques et, par conséquent, les effets thermoélectriques désirés, qu'avec d'autres matériaux. Il y a peu, Perrin et son équipe à l'Empa ont démontré que les effets quantiques des nanorubans de graphène étaient encore largement préservés à 250 kelvins, soit -23 °C. Bientôt, le système devrait également fonctionner à température ambiante.

Une consommation d'électricité moindre grâce aux nanotubes

Il reste néanmoins encore de nombreux défis à relever avant que cette technologie ne permette de réduire la consommation d'électricité de nos smartphones. Compte tenu de l'extrême miniaturisation, des composants spéciaux sont au final toujours nécessaires au bon fonctionnement des systèmes construits. Avec le concours de collègues chinois, anglais et suisses, Mickael Perrin a récemment montré comment des nanotubes de carbone d'un nanomètre de diamètre seulement pouvaient être intégrés à ces systèmes sous forme d'électrodes. Le chercheur estime toutefois qu'il faudra attendre encore au moins 15 ans avant que de tels matériaux filigranes et hautement complexes ne puissent être fabriqués à plus grande échelle et incorporés dans des appareils. " Mon objectif est de jeter les bases de l'application de cette technologie. Ce n'est qu'à ce moment-là qu'il sera possible d'évaluer le potentiel d'une utilisation pratique. "

Le texte de ce communiqué de presse, une image à télécharger et de plus amples informations sont disponibles sur [le site Internet](#) du Fonds national suisse.

Contact:

Secteur Communication;

E-mail : com@snf.ch

Medieninhalte

