

COMMUNIQUÉ DE PRESSE

Grenoble, le 9 juillet 2019

Vers des écrans tactiles flexibles et sûrs

Une des faiblesses des smartphones est leur écran rigide, qui peut facilement se fissurer en cas de choc. Des écrans tactiles flexibles pourraient pallier ce problème et l'utilisation de nanofils d'argent est envisagée pour leur développement. Ces nanofils peuvent toutefois induire des risques pour la santé lorsque ces fibres entrent en contact avec la peau. Une équipe internationale et interdisciplinaire de scientifiques* vient de montrer que la toxicité des nanofils d'argent dépend principalement de leur diamètre. Une découverte qui permettra la fabrication de produits plus sûrs. L'étude est publiée dans *PNAS*.

Les nanofils d'argent sont d'excellents candidats en tant que conducteurs flexibles et transparents pour le développement d'écrans tactiles flexibles, ainsi que pour d'autres applications telles que les adhésifs ou les revêtements à haute résistance. Cependant *"leur interaction avec les cellules de la peau peut entraîner un dysfonctionnement cellulaire, une inflammation et éventuellement la mort des cellules"* explique Laurent Charlet qui a dirigé l'étude avec Benjamin Gilbert, chercheur au Laboratoire national Lawrence-Berkeley (LBNL, États-Unis) et auteur correspondant de l'article.

« Nous voulions savoir si les nanofils d'argent pourraient être conçus de manière à minimiser leur toxicité cellulaire tout en conservant leurs propriétés techniques », explique Benjamin Gilbert. Pour ce faire, une collaboration France-États-Unis a été mise en place qui intégra des scientifiques de l'Université de Floride, de l'Université de Lille, de l'ESRF, le Synchrotron Européen de Grenoble et du CEA-LITEN à Grenoble, du LBNL et de l'Université Grenoble Alpes.

Le degré de toxicité des nanofils est lié à leur quantité, leurs dimensions (diamètre et longueur) et leur biopersistance. Dans cet esprit, l'équipe a associé des études de toxicologie et d'écotoxicologie à des techniques synchrotron sur deux lignes de faisceau ID16A et ID21 de l'ESRF.

« En utilisant une imagerie à rayons X cohérente, nous pouvons voir directement comment les nanofils interagissent avec la cellule. La nano-tomographie de cellules congelées fournit des instantanés 3D montrant l'emplacement et la forme de chaque nanofil. La fluorescence X et la spectroscopie complètent le tableau chimique afin de déterminer si les nanofils d'argent s'associent à d'autres éléments et dans quelle mesure l'argent se répand à l'intérieur de la cellule » explique Peter Cloetens, un des six scientifiques de l'ESRF ayant participé à l'étude.

Leurs recherches ont montré que l'interaction mécanique entre les nanofils et les membranes vésiculaires contrôlait la toxicité des nanofils. En particulier, la rigidité à la flexion, qui varie en

fonction du diamètre des fils, joue un rôle majeur. L'équipe a étudié deux types de nanofils d'argent synthétisés au CEA, de diamètre 30 et 90 nm. Ils ont constaté que les deux pénètrent facilement dans les cellules enfermées dans les vésicules. Des nanofils épais perforent la membrane de la vésicule, libérant ainsi les ions d'argent et le contenu de la vésicule dans la cellule. Cela initie le stress oxydatif et la mort cellulaire. Au contraire, la membrane de la vésicule peut froisser les nanofils les plus minces qui sont beaucoup moins rigides. Les nanofils restent confinés dans les vésicules, ce qui les rend essentiellement inoffensifs.

Cette découverte permettra à terme la fabrication de produits plus sûrs, incorporant des nanofils d'argent plus fins, sans compromettre les paramètres de performance critiques des réseaux transparents conducteurs, à savoir la conductivité électrique et la transparence optique.

« Ces recherches ouvrent la voie à de multiples applications des nanofils d'argent, au-delà des écrans tactiles, et leur utilisation en tant que porteurs potentiels pour l'administration de médicaments pourrait être envisagée, mais plus important, les travaux que nous menons avec Laurent Charlet et Sylvain Bohic (Inserm-ESRF) sur d'autres nanoparticules (de sélénium) attestent elles d'un effet direct sur les cellules cancéreuses et d'un fort potentiel dans le traitement du cancer », explique Steve Conlan, du Centre for NanoHealth, de l'Université de Swansea (Royaume-Uni.)

Les applications potentielles des nanofils d'argent sont nombreuses, des étiquettes électroniques utilisables comme antennes RFID dans les emballages aux dispositifs médicaux biocompatibles et résorbables, en passant par des papiers incorporant des LED, des capteurs ou des transistors. *« Nous étudions ainsi actuellement aussi à l'institut des Sciences de la Terre (ISTerre – CNRS / IFSTTAR / IRD / UGA / USMB) en collaboration avec Gaël Deprès de l'entreprise Arjowiggins Papiers Créatifs, dont le centre de recherche est près de Grenoble, et avec LBLN et le Pacific Northwest National Laboratory, le recyclage de l'électronique imprimée sur papier, et pour ce faire les mécanismes tant de sulfuration de ces nanofils que de leurs interactions avec les nano fibres de cellulose, et par anticipation, les contraintes législatives qui pourraient contraindre le développement industriel de ces étiquettes intelligentes et recyclables »* conclut Laurent Charlet.

**Cette étude a été réalisée grâce au soutien financier du Labex SERENADE, du projet ERA-NET SIINN et de la Commission américaine de la sécurité des produits de consommation, au cours d'une collaboration entre le groupe Charlet de ISTerre (Université Grenoble Alpes), Ben Gilbert (LBLN, Berkeley), Professeur invité UGA puis SERENADE, des lignes de lumières ID16A et ID21 de l'ESRF, le Synchrotron Européen, les Universités de Lille et de Floride et le CEA-LITEN.*



Référence de la publication :

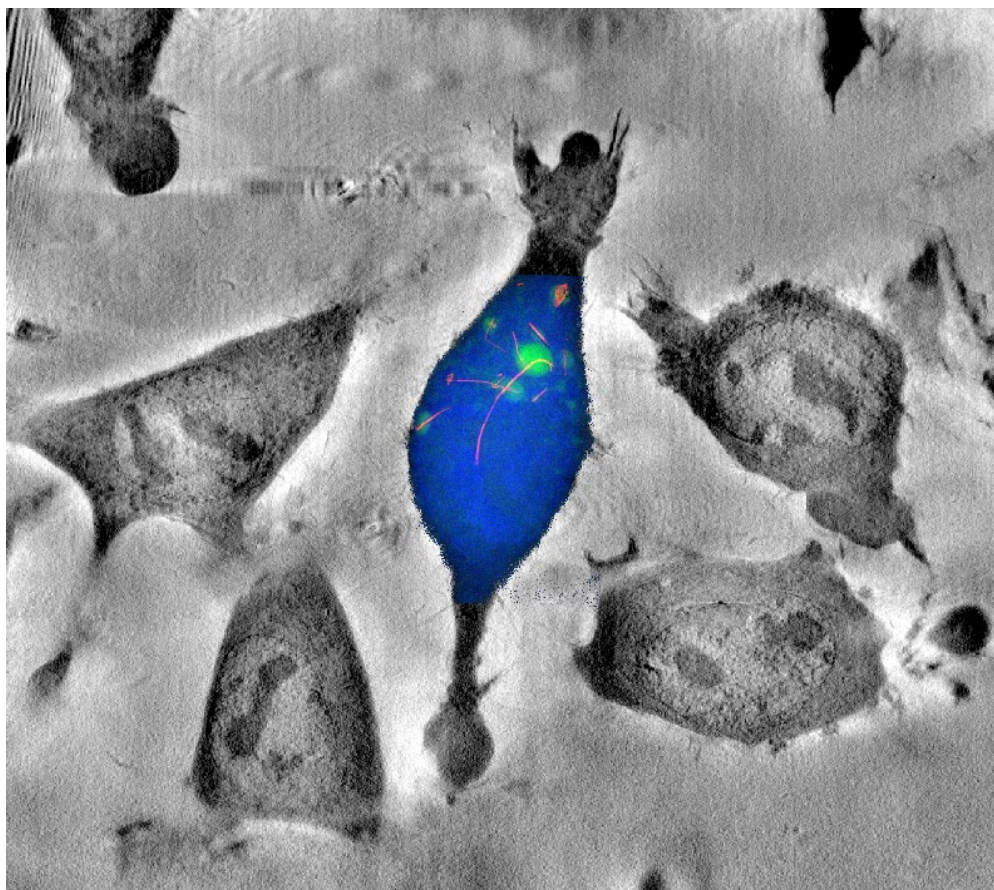
Crumpling of silver nanowires by endolysosomes strongly reduces toxicity

Sylvia G. Lehmann, Djadidi Toybou, Ana-Elena Pradas del Real, Devrah Arndt, Abderrahmane Tagmount, Muriel Viau, Malak Safi, Alexandra Pacureanu, Peter Cloetens, Sylvain Bohic, Murielle Salomé, Hiram Castillo-Michel, Brenda Omaña-Sanz, Annette Hofmann, Christopher Vulpe, Jean-Pierre Simonato, Caroline Celle, Laurent Charlet, and Benjamin Gilbert

PNAS first published July 8, 2019 <https://doi.org/10.1073/pnas.1820041116>

<https://www.pnas.org/content/early/2019/07/02/1820041116>

Illustration



Nanowire crumpling or membrane puncturing determines toxicity.

À PROPOS

L'Université Grenoble Alpes – UGA

Grande université pluridisciplinaire, l'UGA représente un acteur majeur de l'enseignement supérieur et de la recherche en France. Dans un monde de plus en plus compétitif, l'UGA a pour ambition de mieux répondre à l'ensemble des défis posés aux universités par le monde d'aujourd'hui et de demain, et d'être encore plus visible et attractif à l'international. Grâce à ses 82 laboratoires, en partenariat avec les organismes de recherche et les grandes écoles du site, la recherche à l'UGA gagne en interdisciplinarité pour être à la pointe de l'innovation. Son offre de formation couvre également l'ensemble des champs disciplinaires. L'UGA est aujourd'hui en mesure de proposer à ses 46 000 étudiants des formations transversales et de faciliter les passerelles entre les diplômes.

www.univ-grenoble-alpes.fr

ESRF, le Synchrotron Européen

L'ESRF est la plus intense des sources de lumière synchrotron, avec des équipements à la pointe de l'innovation pour l'étude de la structure de la matière au niveau atomique. Chaque année, 10 000 scientifiques du monde entier viennent à l'ESRF pour mener des expériences dans des domaines très variés, allant de la chimie, de la physique des matériaux, à l'archéologie, au patrimoine culturel, à la biologie et à la santé, aux sciences de la Terre et de l'environnement, en passant par les nanotechnologies. L'ESRF est un modèle de coopération internationale, avec 22 pays partenaires, tous engagés pour la mise en service, en 2020, d'une nouvelle génération de synchrotron, ESRF-EBS, le premier synchrotron de 4ème génération à haute-énergie, avec des performances multipliées par 100.

www.esrf.eu

Le CNRS

Le Centre national de la recherche scientifique est le principal organisme public de recherche en France et en Europe. Il produit du savoir pour le mettre au service de la société, innove et crée des entreprises. Avec près de 32 000 personnes, un budget de 3,4 milliards d'euros et une implantation sur l'ensemble du territoire national, le CNRS exerce son activité dans tous les champs de la connaissance, en s'appuyant sur plus de 1100 laboratoires. Avec 22 lauréats du prix Nobel et 12 de la Médaille Fields, le CNRS a une longue tradition d'excellence. Le CNRS mène des recherches dans l'ensemble des domaines scientifiques, technologiques et sociétaux : mathématiques, physique, sciences et technologies de l'information et de la communication, physique nucléaire et des hautes énergies, sciences de la planète et de l'Univers, chimie, sciences du vivant, sciences humaines et sociales, environnement et ingénierie.

www.cnrs.fr

L'Université de Lille

Forte de 3300 chercheurs et enseignants-chercheurs et de 66 laboratoires, l'Université de Lille œuvre à être une des grandes universités de recherche française. En partenariat avec le CNRS, l'Inserm, l'Inria, l'Inra, les grandes écoles, le centre hospitalier universitaire (CHU) de Lille et l'Institut Pasteur de Lille, elle développe une recherche de haut niveau et des innovations technologiques ou de services au travers de grands projets scientifiques, de moyens technologiques de pointe et de partenariats avec les acteurs socio-économiques.

www.univ-lille.fr

Contact presse

Muriel Jakobiak-Fontana

Directrice adjointe communication de l'Université Grenoble Alpes

muriel.jakobiak@univ-grenoble-alpes.fr

Tél. 06 71 06 92 26

Contact chercheur

Laurent Charlet

Coordinateur du programme, ISTerre/UGA

laurent.charlet@univ-grenoble-alpes.fr

Tél. 06 75 87 82 66