



En déposant des nanoparticules d'étain sur une feuille de graphène, des physiciens grenoblois ont obtenu un matériau hybride supraconducteur qu'il est possible de rendre isolant par simple application d'un champ électrique transverse. Ce travail, publié dans la revue Nature materials apporte de nouveaux éléments sur la transition de phase quantique entre la supraconductivité et l'état isolant. Ces résultats confirment l'intérêt du graphène dans la réalisation de nouveaux dispositifs hybrides aux propriétés spécifiques, comme le prouve la réalisation par les auteurs d'un transistor supraconducteur à effet de champ.

Dans ce travail, les physiciens de l'Institut Néel (CNRS) à Grenoble ont fabriqué un matériau composite qui, grâce à un excellent contact électrique, combine deux propriétés provenant respectivement du graphène et de l'étain. Le graphène, un monofeuillet d'atomes de carbone, voit sa conductivité électrique augmenter très fortement en présence d'un champ électrique tandis que l'étain devient supraconducteur en dessous de 3,7 Kelvin. Sous l'effet de la décoration par les particules d'étain, le graphène devient supraconducteur par effet de proximité : l'onde quantique macroscopique caractéristique de la supraconductivité ne se forme pas spontanément dans le graphène, mais ce matériau transporte une telle onde dès lors qu'il est en contact intime avec un matériau supraconducteur. En déposant des nanoparticules d'étain d'une centaine de nanomètre de large sur une feuille de graphène de quelques millimètres carrés, les chercheurs ont permis à ce matériau de se comporter comme un supraconducteur à très basse température. La supraconductivité des îlots formés par les nanoparticules d'étain produit une onde quantique cohérente qui percole d'îlot en îlot dans tout l'échantillon de graphène. Par ailleurs, le graphène est très sensible au champ électrique, ce qui permet de faire varier sa résistance électrique en modifiant la densité de porteurs de charge. L'effet du champ électrique est alors de contrôler précisément la quantité maximale de courant supraconducteur pouvant circuler sans dissipation. Cet effet est assez marqué pour qu'au-delà d'un champ seuil, le graphène n'autorise plus le passage de supercourant et devienne un isolant extrêmement résistif. La caractérisation détaillée de ce changement d'état met en évidence des phénomènes encore mal connus de la matière condensée tel que la localisation des paires de Cooper et la percolation de la phase supraconductrice suivant un mécanisme non classique. Enfin, le graphène décoré offre un système « hybride » modèle pour l'étude des transitions de phase électroniques.