Paris, le 16 juillet 2013

Attention : sous embargo jusqu'au mercredi 17 juillet 19h00 heure française

Du supercourant à travers un atome

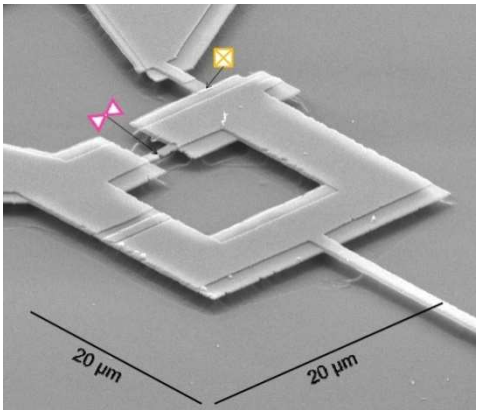
Un supercourant peut traverser un contact constitué d'un seul atome entre deux électrodes supraconductrices. Une expérience de spectroscopie, réalisée par le Service de physique de l'état condensé (CEA/CNRS), a mis en évidence les états quantiques électroniques qui transportent ce supercourant. L'expérience, d'une portée générique pour l'électronique supraconductrice, est décrite dans la revue *Nature* du 18 juillet.

A des températures proches du zéro absolu, certains matériaux ont la propriété de conduire le courant électrique sans résistance et d'expulser tout champ magnétique : c'est la supraconductivité.

Au niveau macroscopique, cette propriété correspond à un état électronique où les électrons sont appariés. Ces paires d'électrons peuvent franchir une mince barrière isolante interrompant un fil supraconducteur. C'est l'effet Josephson, du nom du physicien qui a prédit le phénomène en 1962. L'empilement de matériaux supraconducteur-isolant-supraconducteur constitue une « jonction Josephson », élément de base de l'électronique supraconductrice, qui permet de réaliser des capteurs magnétiques ultra-sensibles utilisés pour la médecine (magnéto-cardiographie ou encéphalographie, RMN) ou l'astronomie, et de circuits pour l'information quantique (réalisation de Q-bits). On sait maintenant que l'effet Josephson se produit encore si on remplace la barrière isolante par des métaux non supraconducteurs, des métaux ferromagnétiques, ou des nanotubes de carbone.

Un ensemble de travaux théoriques permet de décrire l'effet Josephson dans tous les types de jonctions. Ils sont basés sur l'existence de paires d'électrons dans des états électroniques appelés états d'Andreev, localisés à la jonction. Dans les jonctions Josephson habituelles, seuls les états d'Andreev fondamentaux sont occupés. Les états d'Andreev d'énergie supérieure, également prédits, n'avaient jamais été directement révélés expérimentalement.

Une expérience réalisée au Service de physique de l'état condensé (CEA/CNRS) a mis en évidence ces états électroniques particuliers. Les chercheurs ont observé pour la première fois des transitions vers des états excités d'Andreev. Les résultats de l'expérience sont particulièrement simples parce qu'ils ont été obtenus sur une jonction élémentaire, un contact à un seul atome, comprenant seulement quelques états d'Andreev. Une telle jonction est obtenue en étirant de façon contrôlée, sous vide cryogénique, un petit fil d'aluminium.



Le contact à un seul atome (en rouge sur la figure) est inclus dans une boucle, en aluminium également, supraconductrice lors de l'expérience réalisée à 30 millidegrés Kelvin. Une seconde jonction Josephson conventionnelle (simple jonction tunnel, en jaune) permet la mesure spectroscopique des états d'Andreev. Les spectres obtenus sont en très bon accord avec les prédictions théoriques.

Cinquante ans après sa découverte, ces travaux mettent en lumière une « face cachée » de l'effet Josephson, qui pourrait être utilisée comme nouvelle ressource pour l'électronique supraconductrice.

Référence :
"Exciting Andreev pairs in a superconducting atomic contact", L. Bretheau, Ç. Ö. Girit, H. Pothier, D. Esteve and C. Urbina, ***Nature*** on 18 July 2013.

Contact Presse CEA
Stéphane Laveissière – Tél. : 01 64 50 27 53 – stephane.laveissiere@cea.fr