



Institut de physique

Actualités scientifiques

Transporter l'information stockée sur un électron unique

Janvier 2017

Des physiciens viennent de réaliser un canal permettant de transférer un électron unique entre deux boîtes quantiques distantes de 4 micromètres sans perdre l'information stockée sur ce dernier.

Un électron unique piégé dans une nanostructure semi-conductrice constitue une mémoire magnétique élémentaire pour stocker un bit d'information quantique. Cette mémoire est bien protégée par son environnement solide, mais si l'on souhaite l'utiliser pour communiquer ou calculer, encore faut-il être capable de déplacer cette information en la préservant. Jusqu'à présent, cela n'était possible qu'à l'échelle de quelques centaines de nanomètres et nécessitait le contrôle complexe de réseaux de boîtes quantiques couplées par effet tunnel. Des physiciens de l'Institut Néel (CNRS) en collaboration avec des chercheurs japonais et allemands viennent de concevoir et réaliser un dispositif permettant de transférer l'information stockée sur le spin d'un électron unique entre deux boîtes quantiques distantes de 4 microns. Ils ont pour cela réalisé un canal vide d'électron entre deux boîtes semi-conductrices et propulsé dans ce canal l'électron stocké dans l'une des deux boîtes à l'aide d'une onde acoustique de surface. La durée de transfert, de l'ordre de la nanoseconde, est alors assez rapide pour que l'information portée par l'électron ne soit pas détruite par les mécanismes de relaxation et de décohérence. Ce travail est publié dans la revue *Nature Nanotechnology*.

Pour réaliser leurs boîtes quantiques, les chercheurs ont déposé de fines grilles d'or à la surface d'une couche d'arséniure de gallium et d'aluminium (AlGaAs) déposée sur un substrat d'arséniure de gallium (GaAs). Ils piègent ainsi des électrons se déplaçant librement à l'interface entre les deux matériaux semi-conducteurs à l'aide du potentiel électrostatique créé par les grilles. Ce dispositif leur permet aussi de réaliser *in situ* un électromètre qui leur permet de mesurer simultanément la présence d'un électron dans la boîte et son état de spin. Des travaux antérieurs avaient déjà permis aux physiciens de conserver pendant quelques millisecondes une information de spin stockée sur un électron unique et piégé. Pour transférer cet électron entre deux boîtes, les chercheurs ont utilisé le même principe de grille électrostatique pour réaliser un canal quasi unidimensionnel et vide d'électrons entre deux boîtes quantiques statiques et séparées de 4 micromètres. L'électron se déplace alors dans des boîtes quantiques en mouvement générées dans le canal par effet piézoélectrique grâce à l'envoi contrôlé d'onde acoustique de surface à une fréquence de 2.6 GHz. L'électron se déplace alors à la vitesse du son et met 1.3 ns pour passer d'une boîte quantique à l'autre. La procédure complète de transfert d'information à l'aide d'électrons uniques revient alors à stocker une information de spin dans l'électron initialement piégé dans la première boîte quantique statique, à l'injecter dans une boîte quantique en mouvement afin de le transférer dans la seconde boîte statique. Finalement, le spin de l'électron est mesuré dans cette seconde boîte quantique. En répétant cette procédure une dizaine de milliers de fois, les physiciens ont quantifié la fidélité du transfert d'information. Celle-ci approche actuellement les 65 %. Elle est limitée par l'instant par des processus de dépolarisation de spin principalement actif au cours de l'injection entre boîtes quantiques statiques et en mouvement.

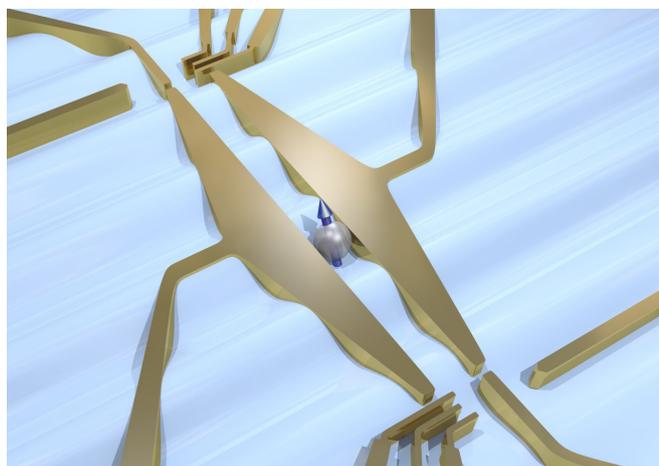


Illustration du transfert d'un électron unique assisté par une onde acoustique de surface. Des grilles métalliques, de quelques dizaines de nanomètre de largeur, permettent de définir deux boîtes quantiques connectées par un canal unidimensionnel dans lequel se propage l'électron. © Benoit Bertrand - NEEL

En savoir plus

[Fast spin information transfer between distant quantum dots using individual electrons](#)

B. Bertrand, S. Hermelin, S. Takada, M. Yamamoto, S. Tarucha, A. Ludwig, A. D. Wieck, C. Bäuerle et T. Meunier

Nature Nanotechnology (2016), doi:10.1038/nnano.2016.82

Contact chercheur

Tristan Meunier, chargé de recherche CNRS

Informations complémentaires

Institut Néel (CNRS)



www.cnrs.fr

Institut de Physique

CNRS - Campus Gérard Mégie
3 rue Michel-Ange, 75794 Paris Cedex 16
T 01 44 96 42 53
inp.com@cnrs.fr
www.cnrs.fr/inp

Illustration du bandeau : © Emmanuel Perrin/CNRS Photothèque