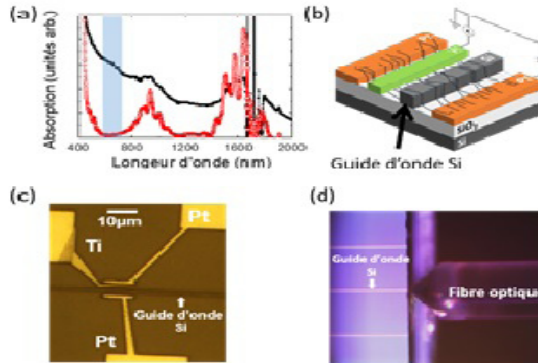


## Nanotubes de carbone triés pour l'optoélectronique infrarouge

Arianna Filoramo : tél : 01.69.08/86.35, [arianna.filoramo@cea.fr](mailto:arianna.filoramo@cea.fr)

Les nanotubes de carbone mono-parois (SWNTs pour Single-Walled Nanotubes) sont une classe particulière d'allotropes nanométriques du carbone connus pour leurs propriétés mécaniques, électroniques et optiques exceptionnelles. Cependant, ils sont obtenus sous la forme d'un mélange polydispersé composé de nanotubes de différents diamètres, longueurs et chiralités. En fonction de leur chiralité, les SWNTs présentent notamment différents comportements électriques : métalliques ou semi-conducteurs. En conséquence, pour utiliser des SWNTs dans des dispositifs il est nécessaire de pouvoir extraire du matériau synthétisé le type de nanotubes ayant les propriétés physiques ciblées. Notre objectif est d'étudier l'utilisation de ce matériau dans les dispositifs optoélectroniques pour les télécoms et ensuite de les intégrer dans la plateforme photonique silicium. Pour ce faire, nous avons développé une méthode à haute sélectivité permettant la séparation en solution des SWNT semi-conducteurs ayant leur transition optique fondamentale centrée à une longueur d'onde de 1550 nm. Les nanotubes de carbone

semi-conducteurs souhaités sont extraits du mélange initial et déposés de façon alignée sur des régions prédéfinies d'un substrat de silicium pour fabriquer des dispositifs et étudier leurs propriétés d'électro-émission et/ou de photo-détection. En collaboration avec le C2N (Orsay), nous avons démontré le couplage des propriétés d'émission/détection de ce matériau avec une structure typique de la photonique silicium.



(a) Spectre d'absorption d'une solution de nanotubes de carbone mono-parois (de diamètre autour de 1.1nm et de transition fondamentale autour de 1500 nm) avant (en noir) et après (en rouge) élimination des nanotubes de carbone métalliques. L'encadré en bleu montre la région spectrale où se situent les signatures des nanotubes de carbone métalliques. (b) Vision schématique d'un dispositif optoélectronique constitué de nanotubes alignés, couplé à un guide d'onde en silicium. (c) Image en microscopie optique d'un tel dispositif. (d) Une fibre optique est utilisée pour injecter la lumière infrarouge.

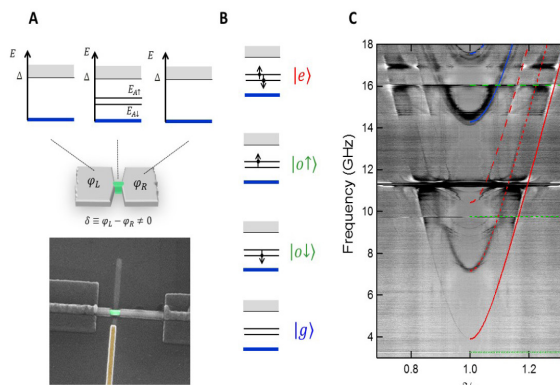


## Spectroscopie d'états localisés dans un nanofil d'InAs reliant deux supraconducteurs

Leandro Tosi : [leandro.tosi@cea.fr](mailto:leandro.tosi@cea.fr) ; Hugues Pothier : [hugues.pothier@cea.fr](mailto:hugues.pothier@cea.fr) ; Cristian Urbina : [cristian.urbina@cea.fr](mailto:cristian.urbina@cea.fr) ; Marcelo Goffman : [marcelo.goffman@cea.fr](mailto:marcelo.goffman@cea.fr). Groupe Quantronique : tél : 01.69.08/55.29

L'état fondamental d'un supraconducteur uniforme est un état cohérent dans lequel les électrons forment des paires intriquées partageant toutes une phase commune rigide. Cet état fondamental est séparé de toute autre excitation microscopique par un gap d'énergie. Dans une jonction Josephson, c'est-à-dire un lien faible entre deux supraconducteurs obtenu avec un matériau non supraconducteur, un gradient de phase peut être appliqué et la supraconductivité est localement frustrée (voir la figure A). En résultent des états quasi-particulaires fermioniques avec des énergies inférieures au gap: les états liés d'Andreev. Ces états localisés peuvent piéger une quasiparticule. Pour un lien faible à un seul canal de conduction et plus court que la longueur de cohérence du supraconducteur, il n'y a qu'un seul état lié pour chaque direction du spin électronique. Comme montré dans la partie B de la figure, on obtient quatre configurations possibles qui portent des supercourants différents, ce qui permet leur discrimination et leur manipulation. Nos expériences de spectroscopie micro-onde révèlent la transition entre l'état fondamental  $|g\rangle$  et l'état excité  $|e\rangle$  sur des liens faibles réalisés avec des nanofils d'InAs contactés par de l'Aluminium. Les pro-

priétés électroniques peuvent être modulées et contrôlées à l'aide d'une grille électrostatique. Cette expérience constitue le premier pas vers la manipulation de l'état de spin d'une seule quasiparticule au sein d'un supraconducteur.



A : Spectre d'excitation près d'un lien faible entre les deux électrodes supraconductrices ( $\delta$ ). Dans les électrodes, le spectre présente le gap BCS. Au niveau du lien faible, deux états liés se forment à l'intérieur du gap à des énergies  $E_{A\uparrow}$  et  $E_{A\downarrow}$  différentes à cause de l'interaction spin-orbite. B) Ces états donnent lieu à quatre configurations différentes :  $|g\rangle$ ,  $|o\uparrow\rangle$ ,  $|o\downarrow\rangle$  et  $|e\rangle$  avec zéro quasiparticule, une quasiparticule de spin vers le haut, une quasiparticule de spin vers le bas et deux quasiparticules de spins opposés respectivement. C) Spectroscopie micro-onde réalisée sur un nanofil (comme celui montré en bas à gauche de la figure) comportant deux canaux de conduction. Les lignes solides indiquent les positions des transitions d'Andreev. Les courbes en pointillés correspondent à des excitations mixtes des transitions d'Andreev et de la cavité micro-onde.

