

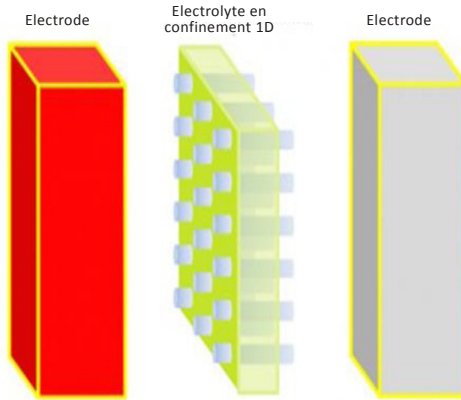


### Des accumulateurs Li-ion à base de nanotubes de carbone à la puissance décuplée ?

Quentin Berrod : tél : 01.69.08/40.42, [quentin.berrod@cea.fr](mailto:quentin.berrod@cea.fr). Filippo Ferdeghini : tél : /97.00, [filippo.ferdeghini@cea.fr](mailto:filippo.ferdeghini@cea.fr)  
 Patrick Judeinstein : tél : /79.25, [patrick.judeinstein@cea.fr](mailto:patrick.judeinstein@cea.fr). Jean-Marc Zanotti : tél : /97 01, [jean-marc.zanotti@cea.fr](mailto:jean-marc.zanotti@cea.fr)

Les batteries d'accumulateurs de puissance de type lithium-ion, avec en particulier leurs applications dans le transport, sont l'objet de nombreux efforts de recherche pour en améliorer les performances. Le projet «PILPOIL» ((P)uissance (O)ptimisée par (C)onfinement unidimensionnel) a pour objectif d'améliorer ce type d'accumulateur Li-ion en exploitant un effet de confinement nanométrique unidimensionnel (1D) de l'électrolyte. Né d'une collaboration entre DRT/LITEN/DTNM et le LLB, ce projet a bénéficié du soutien du programme transversal NTE. La réduction de dimensionnalité est assurée par le confinement du (liquide ionique (LI) au sein d'une membrane de nanotubes de carbone (NTC) alignés, qui présente à la fois une porosité nanométrique et une anisotropie macroscopique de par l'orientation moyenne des NTC

(Figure). L'idée physique qui sous-tend le projet est d'obtenir un gain de conductivité ionique par la conjonction de deux effets : 1) le confinement extrême des molécules du LI dans les NTC de diamètre 1.5 à 5 nm, qui doit induire des effets de frustration dans l'auto-organisation spontanée observée en volume. 2) La très faible interaction entre le LI et la paroi intérieure «lisse» des NTC devrait favoriser un phénomène de glissement (i.e. un très faible coefficient de friction à l'interface NTC / LI). Les premiers résultats obtenus en utilisant des NTC de 4 nm de diamètre, montrent un gain de conductivité d'un facteur 3. Une diminution du diamètre des nanotubes devrait exalter cet effet. Un brevet a été déposé.



Vision d'une batterie à base de membrane de NTC

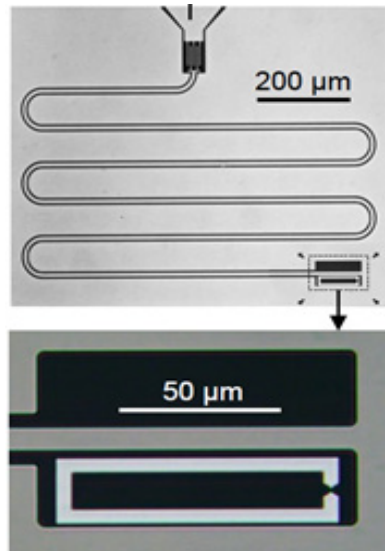


### Manipulation cohérente d'une paire de Cooper localisée dans un contact atomique supraconducteur

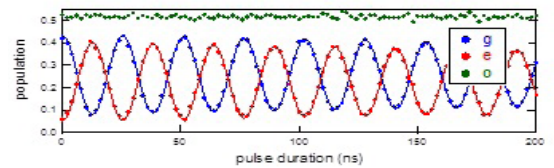
Hugues Pothier : tél . 01.69.08/55.29, [hugues.pothier@cea.fr](mailto:hugues.pothier@cea.fr). Cristiàn Urbina : tél . /74.44, [cristian.urbina@cea.fr](mailto:cristian.urbina@cea.fr)

Il est possible de localiser une paire de Cooper à une constriction entre deux supraconducteurs. Elle ne peut alors occuper que deux états,  $|g\rangle$  et  $|e\rangle$ . Nos expériences, réalisées avec des contacts à un seul atome, sondent les propriétés de superpositions quantiques  $\alpha|g\rangle + \beta|e\rangle$  de ces deux états avec les techniques de l'électrodynamique quantique des circuits. Un contact atomique est couplé aux photons microondes dans un résonateur (figure), ce qui permet à la fois de l'isoler de manière optimale et de manipuler l'état de la paire de Cooper localisée avec des impulsions électromagnétiques, à la manière de la RMN. Le coefficient de réflexion des microondes incidentes sur la cavité près de sa fréquence de résonance (10 GHz) dépend de l'état de la paire, ce qui permet de la sonder. Des impulsions microondes à la fréquence de transition entre les deux états de la paire permettent d'en créer des superpositions quantiques. Le poids de chacun des états dans la superposition oscille en fonction de la durée des impulsions, comme montré sur la figure de droite: ce sont des oscillations de Rabi. Par

d'autres mesures, on obtient les temps de cohérence des superpositions d'états, de l'ordre de la microseconde. Outre la mise en évidence d'un phénomène de base de la supraconductivité, c'est la démonstration d'un nouveau type de qubit supraconducteur qui repose sur des états microscopiques. Cette expérience en démontre le principe, même s'il est difficile d'envisager une architecture de processeur quantique à base de contacts atomiques tels que les nôtres.



Résonateur microonde couplé à une boucle supraconductrice comprenant un contact atomique. En bas, la boucle supraconductrice interrompue par un contact atomique



Oscillations de Rabi : suivant la durée d'une impulsion microonde à la fréquence de transition, le poids des états  $|g\rangle$  et  $|e\rangle$  dans la superposition d'états obtenue varie de manière sinusoïdale. On observe aussi une fois sur deux un état parasite  $|o\rangle$  qui correspond à un électron non apparié localisé au contact à la place de la paire de Cooper.

