

Axe principal: EMQ

Axes secondaires : NPIQ

QUANTRONIQUE

<http://iramis.cea.fr/drecam/spec/Pres/Quantro/static/>

Laboratoire

SPEC, CEA Saclay 91191 Gif-sur-Yvette

<http://iramis.cea.fr/spec/>

Contact C'nano de l'équipe
ESTEVE Daniel

Responsable d'équipe :

Daniel ESTEVE
daniel.esteve@cea.fr

Membres permanents de l'équipe :

Patrice BERTET
patrice.bertet@cea.fr

Marcelo GOFFMAN
mgoffman@cea.fr

Philippe JOYEZ
pjoyez@cea.fr

Hugues POTHIER
hpothier@cea.fr

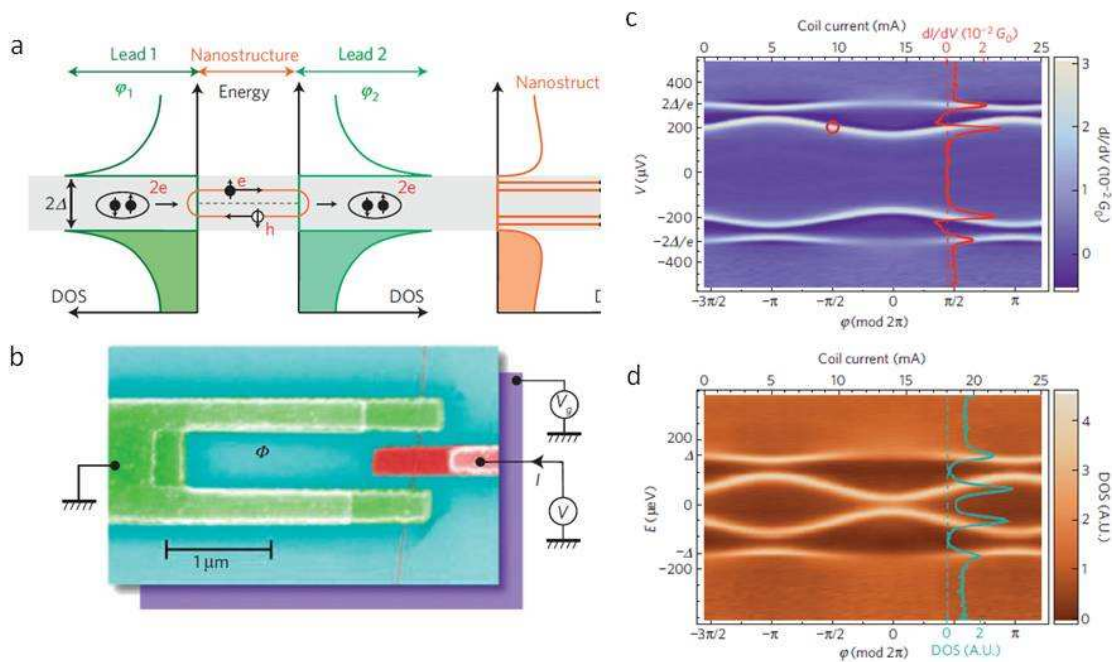
Cristian URBINA
curbina@cea.fr

Denis VION
dvion@cea.fr

-
- **Activité scientifiques de l'équipe :**
 - Physique mésoscopique, transport quantique :
 - Supraconductivité mésoscopique
 - Effet de proximité supraconducteur
 - Contacts atomiques
 - Etats d'Andreev
 - Etats d'Andreev dans des Nanotubes de carbone

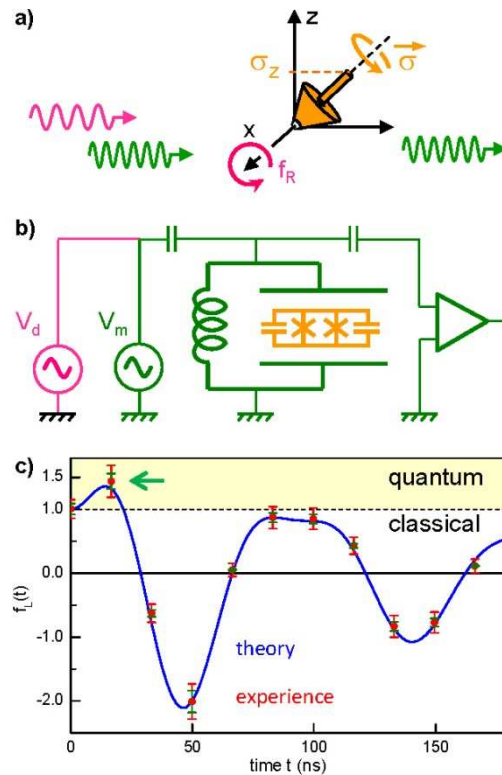
- Physique quantique avec des circuits supraconducteurs, information quantique :
Electrodynamique quantique en cavité avec des circuits supraconducteurs
qubits supraconducteurs
Structures hybrides combinant spins et qubits supraconducteurs
Mesures à la limite quantique
- Optique quantique dans des circuits supraconducteurs :
Photonique micro-onde, émission de photons individuels.
Production d'états non-classiques du champ électromagnétique
- **Recherche(s) et résultat(s) obtenu(s) dans les domaines d'actions des nanosciences :**

Spectroscopie des états liés d'Andreev dans un nanotube de carbone [1]



(a): Schéma: états liés d'Andreev dans un nanotube de carbone connecté à deux électrodes supraconductrices avec une différence de phase. (b) : photo d'un échantillon mesuré : la spectroscopie des états liés d'Andreev dans un nanotube de carbone connecté à deux électrodes avec une différence de phase supraconductrice est obtenue par une jonction tunnel (colorisée en rouge). (c) conductance différentielle de la jonction de mesure ; (d) : densité d'états obtenue par déconvolution de la conductance.

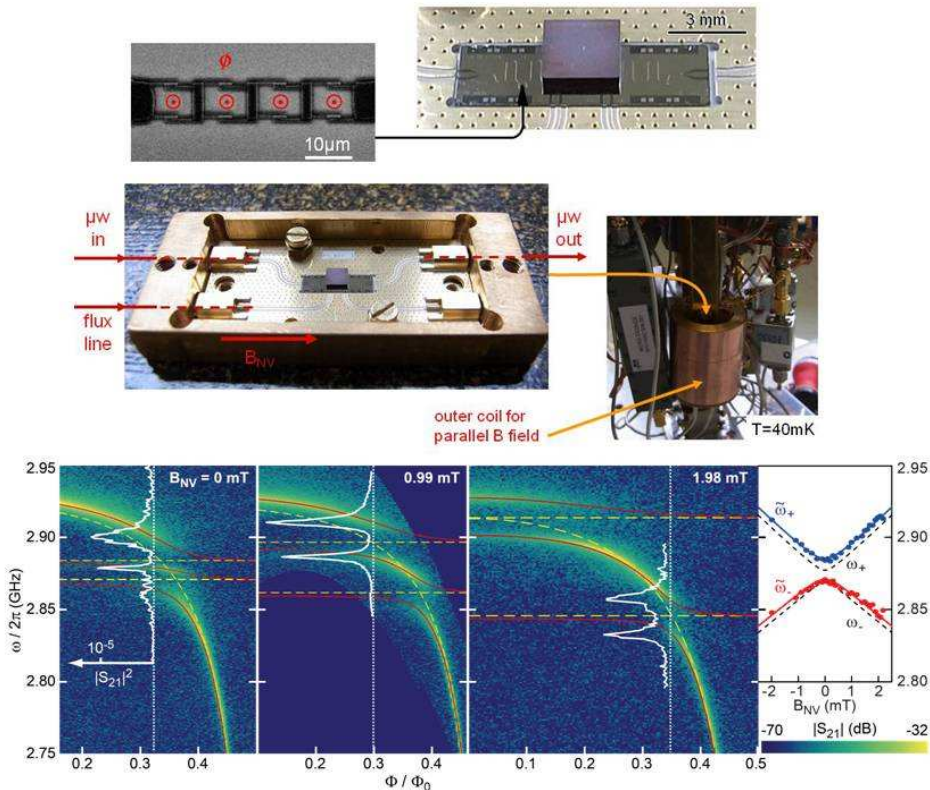
Démonstration de la violation de l'inégalité de Leggett-Garg [2]



L'inégalité de Leggett-garg $f_{LG}(t) = 2\langle\sigma_z(0)\sigma_z(t)\rangle - \langle\sigma_z(0)\sigma_z(2t)\rangle \leq 1$ porte sur une fonction bâtie à partir des corrélations temporelles d'une variable $\sigma_z(t)$ de module inférieur à 1 et obéissant aux hypothèses macro-réalistes, à savoir valeur définie à tout instant, et pas d'influence d'une mesure sur l'évolution ultérieure. Ces hypothèses, plausibles pour un objet macroscopique comme la toupie schématisée en haut, sont violées par un système quantique. L'expérience réalisée a porté sur une toupie quantique obtenue avec un circuit électrique à deux niveaux (en jaune) placé dans un résonateur (en vert). La fonction de Leggett-Garg a été obtenue à partir du spectre de Fourier du signal réfléchi par le circuit total. Sa valeur, montrée dans le graphe du bas, dépasse la limite 1 démontrée par Leggett et Garg pour une variable macro-réaliste, comme attendu pour un système quantique. Cette violation exclut toute interprétation de type macro-réaliste des nombreuses expériences réalisées ces dernières années sur des circuits électriques et interprétées dans le cadre de la mécanique quantique.

Copyright Nature Physics.

Démonstration du couplage fort entre un ensemble de spins et un résonateur micro-onde[3]



Un monocristal de diamant avec une forte concentrations de centres NV est placé sur un résonateur micro-onde coplanaire (photo en haut à droite). Ce résonateur est rendu ajustable en insérant dans sa piste centrale une série de SQUIDs (photo en haut à gauche) qui forment une inductance contrôlable en flux par une ligne de courant sur le chip. Le porte-échantillon (photos centrales) est inséré dans une bobine qui applique un champ parallèle pour déplacer la résonance des deux transitions électroniques des spins NV. La transmission du résonateur, montrée pour trois valeurs du champ appliqué en fonction du flux appliqué aux SQUIDs, fait apparaître des croisements évités qui démontrent qu'une variable collective des spins NV se couple fortement au résonateur. La dépendance en champ des fréquences de transition est en bon accord avec les prédictions.

Copyright Physical Review Letters

- **Programme de recherche :**
- Spectroscopie des états d'Andreev à un contact atomique supraconducteur
- Fermions de Majorana dans des structures à base d'InAs
- Développement d'une architecture à base de qubits supraconducteurs pour l'information quantique
- Implémentation d'algorithmes quantiques simples

- Réalisation d'une mémoire à base de spins pour les qubits supraconducteurs dans des structures hybrides
- Relaxation d'un atome artificiel supraconducteur dans un vide squeezé
- Feedback quantique pour battre la décohérence

- **Références :**

- [1] J-D. Pillet, C. H. L. Quay, P. Morfin, C. Bena, A. Levy Yeyati, and P. Joyez
Andreev bound states in supercurrent-carrying carbon nanotubes revealed Nature Physics 6, 965–969 (2010)
- [2] A. Palacios-Laloy, F. Mallet, F. Nguyen, P. Bertet, D. Vion, and D. Esteve,
Experimental Violation of a Bell's inequality in time with weak measurement,
Nature Phys. **6**, 442 (2010).
- [3] Y. Kubo, F. R. Ong, P. Bertet, D. Vion, V. Jacques, D. Zheng, A. Dréau, J.-F. Roch, A. Auffeves, F. Jelezko, J. Wrachtrup, M. F. Barthe, P. Bergonzo, and D. Esteve, ***Strong Coupling of a Spin Ensemble to a Superconducting Resonator,***
Phys. Rev. Lett. **105**, 140502 (2010).