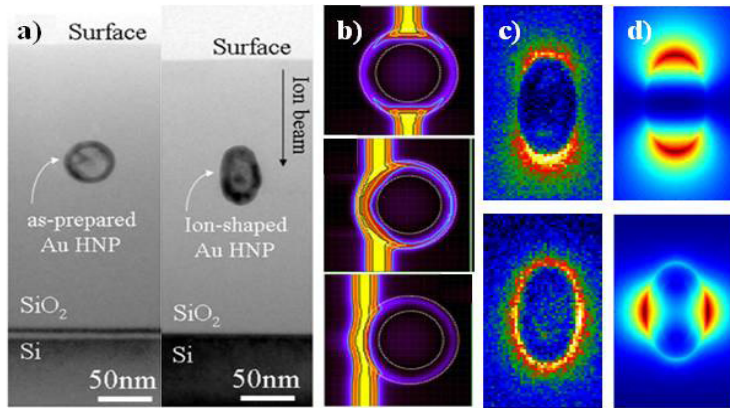




## Vers la conception de nouveaux dispositifs à base de nanoparticules creuses allongées

Pierre-Eugène Coulon : tél : 01.69.33.45.63, [pierre-eugene.coulon@polytechnique.edu](mailto:pierre-eugene.coulon@polytechnique.edu)  
 Giancarlo Rizza : tél : 01. 69.33/45 10, [giancarlo.rizza@cea.fr](mailto:giancarlo.rizza@cea.fr)

La déformation de nanoparticules métalliques par irradiation aux ions lourds et rapides permet le design et la fabrication de nanocomposites originaux, composés de nanostructures métalliques orientées spatialement dans une matrice amorphe. Récemment, des chercheurs du LSI ont montré que cette technique pouvait être appliquée à la nano-sculpture des nanoparticules d'or creuses avec une géométrie verticale (fig. a). Ces résultats ont été obtenus dans le cadre d'une collaboration avec le CIMAP (Centre de recherche sur les Ions, les Matériaux et la Photonique), le LPN (Laboratoire de Physique des Nanostructures) et le LPMC (Laboratoire de Physique de la Matière Condensée). Les nanoparticules, de diamètre compris entre 20 et 60 nm et avec une épaisseur de coquille comprise entre 3 et 14 nm, ont été irradiées



a) Déformation d'une NP creuse (HNP pour Hollow NanoParticle) par irradiation aux ions lourds et rapides ; b) simulations 3DTS de la température de la nanoparticule (la plus élevée en jaune, la plus basse en violet) pour un impact de l'ion au centre de la nanoparticule (en haut), au bord de la cavité (au milieu), et à la périphérie de la coquille (en bas) ; c) cartographies plasmoniques STEM-EELS pour deux modes différents ; d) simulations MNPBEM associées.

avec des ions Kr d'énergie 74 MeV au GANIL à une fluence de  $4.10^{14}$  at.cm<sup>-2</sup>. L'évolution temporelle de la température dans la particule a été simulée à l'aide du code 3DTS (modèle de la pointe thermique en 3 dimensions) et a permis de montrer que l'élongation était le résultat de la superposition de l'effet marteau, qui génère une contrainte uniaxiale, et de la diffusion de l'espèce métallique dans la région fondue de la particule vers les pôles (fig. b). Les propriétés plasmoniques des nanostructures creuses ont été cartographiées par STEM-EELS au LPS (Laboratoire de Physique des Solides) (fig. c) et simulées à l'aide du code MNPBEM (Metallic NanoParticle Boundary Element Method) (fig. d). Les applications de ce type de système sont nombreuses et vont de la catalyse à la spectroscopie Raman amplifiée de surface.

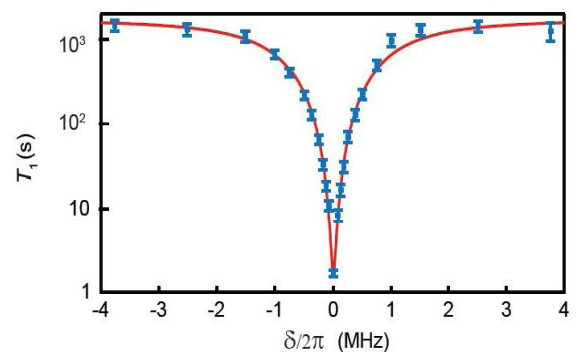
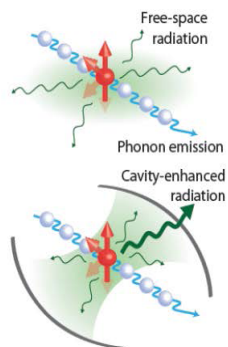


## Un « reset » pour le qubit de spin

Audrey Bienfait : tél : 01.69.08/55.29, [audrey.bienfait@cea.fr](mailto:audrey.bienfait@cea.fr). Patrice Bertet : tél : /55.29, [patrice.bertet@cea.fr](mailto:patrice.bertet@cea.fr)

Pour la réalisation d'un futur ordinateur quantique capable d'effectuer des opérations plus efficacement que les ordinateurs actuels, les physiciens cherchent des systèmes à deux niveaux ayant des temps de cohérence aussi longs que possible pour réaliser un bit quantique (qubit). Quand un atome de bismuth est inséré dans du silicium ultra-pur refroidi à des températures de quelques millikelvins, il peut piéger un électron dont le spin fait un excellent qubit. Seul problème : l'électron piégé est si bien protégé de son environnement qu'il met des heures à revenir dans son état d'équilibre, empêchant ainsi de répéter les expériences assez rapidement pour acquérir un signal. Les physiciens du groupe Quantronique ont trouvé une manière de résoudre ce problème, en plaçant le spin très proche (100 nm) d'un circuit électrique de type LC fabriqué en métal supraconducteur et de dimensions microscopiques. Lorsque la fréquence du spin est résonante avec celle du circuit LC, il peut rejoindre son état d'équilibre beaucoup plus rapidement en émettant son énergie sous la forme d'un photon dans le circuit ; dans l'expérience, cela se manifeste par un raccourcissement spectaculaire

(3 ordres de grandeur) du temps de relaxation mesuré (voir figure). Cet effet avait été prédit par E. Purcell en 1946, mais n'avait jamais été observé pour des spins jusque-là. Un véritable bouton « reset » pour le qubit de spin !



Lorsque le spin est placé dans une cavité électromagnétique, il peut relaxer vers son état d'équilibre en rayonnant un photon à travers la cavité. Expérimentalement, ce processus est confirmé par la dépendance du temps de relaxation  $T_1$  en fonction du désaccord  $\delta = \omega_s - \omega_0$  entre la fréquence des spins  $\omega_s$  et la fréquence de la cavité  $\omega_0$ . Les mesures (points bleus) sont en excellent accord avec la théorie de l'effet Purcell (courbe rouge).

