

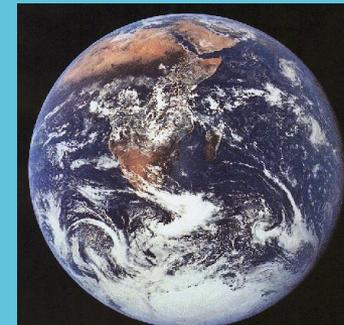
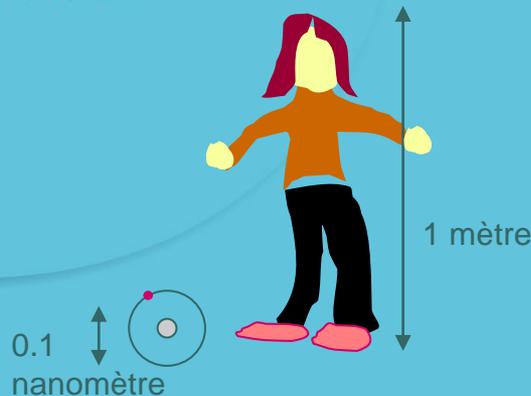
La supraconductivité à l'échelle du nanomètre



www.cnrs.fr

Sophie Guéron,

Chercheuse au
Laboratoire de Physique des Solides, Orsay





Que cherche-t-on?

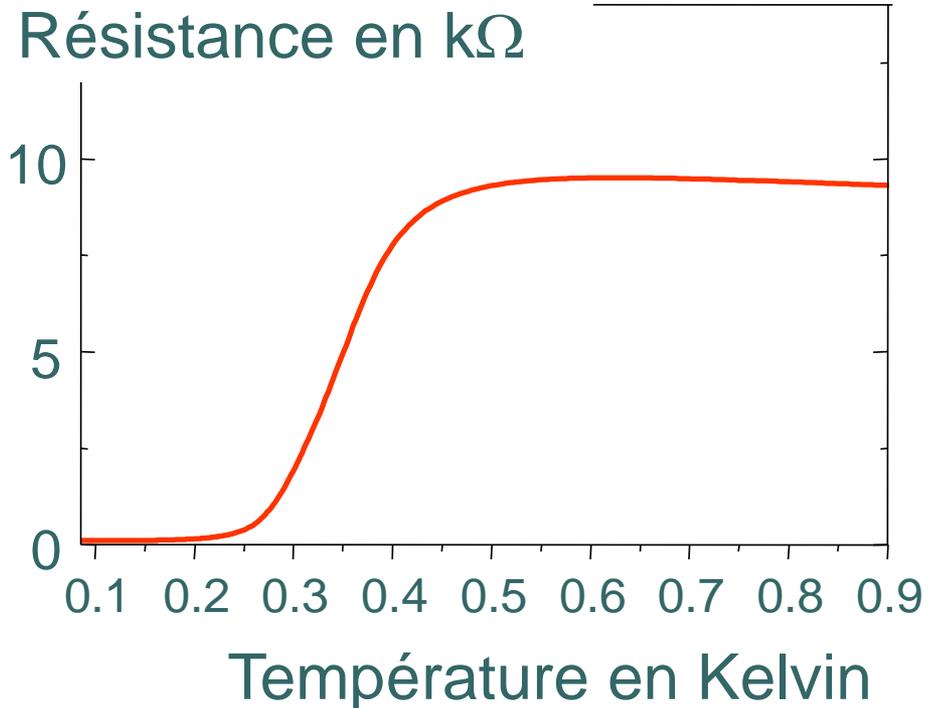
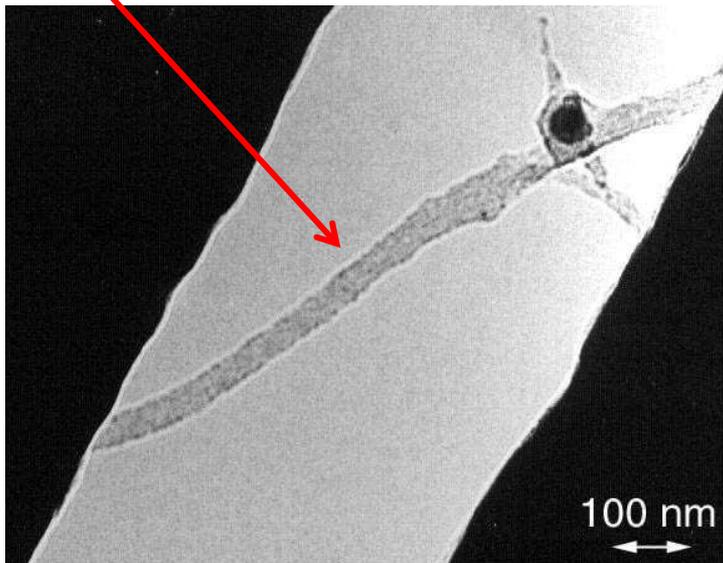
- Quelle est la plus petite taille d'un supraconducteur?
- Peut-on rendre supraconducteur un objet qui n'est pas supraconducteur?
- Des nano-circuits supraconducteurs, pour quoi faire?



Jusqu'à quelle taille la Supraconductivité survit-elle?

- Quelques milliers d'atomes (d'Aluminium par exemple) suffisent.
- Le plus petit fil supraconducteur: cordes de nanotubes de carbone (Orsay, 2001):

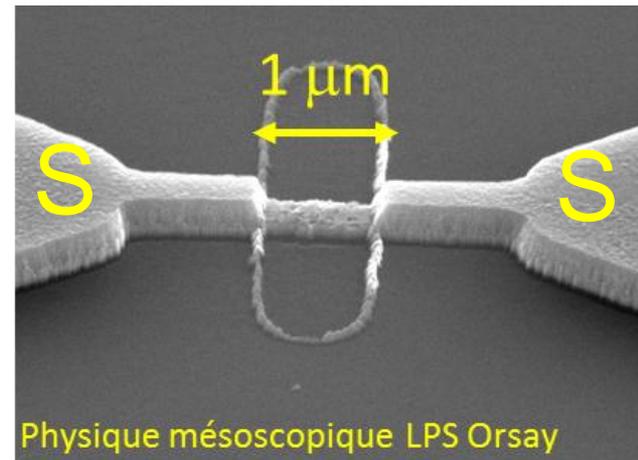
300 nanotubes de carbone





La supraconductivité est-elle contagieuse?

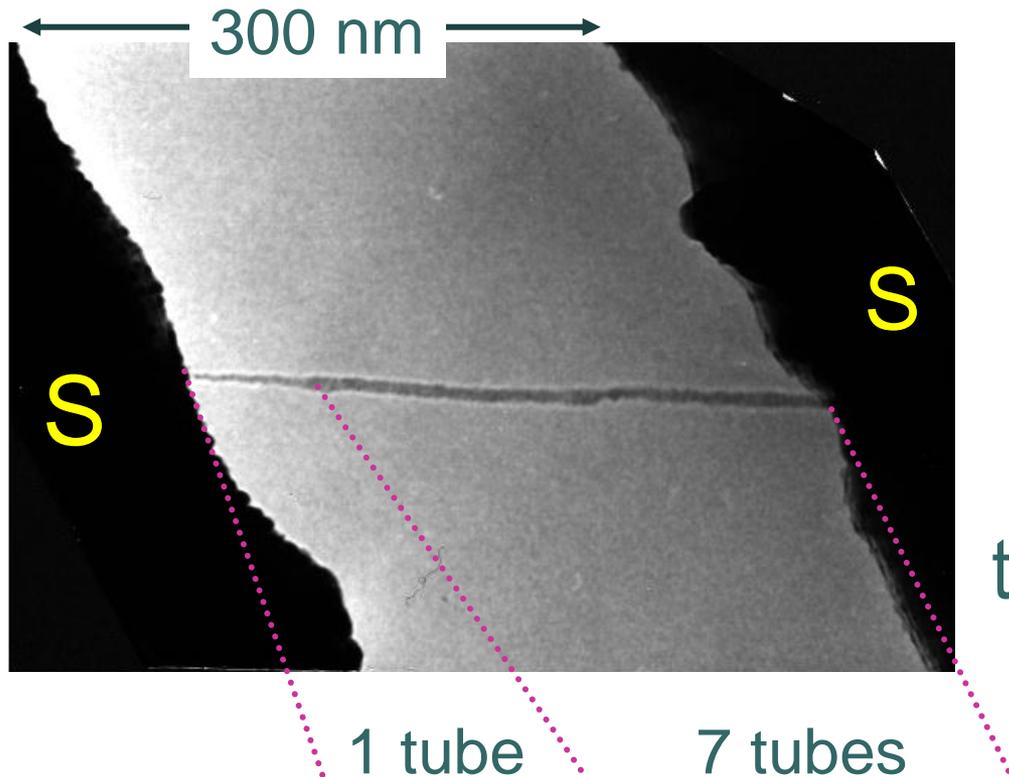
- Principe: Faire pénétrer des **paires d'électrons** dans un matériau dont les électrons ne sont pas appariés.
- C'est possible si le matériau est « **quantiquement cohérent** »: si les paires ne sont pas cassées (par l'agitation thermique, des vibrations, des collisions avec des spins): basse température, petits objets...
- Pourquoi faire: sonder les objets qui pontent les deux supraconducteurs.



Physique mésoscopique LPS Orsay

Quels nano objets entre deux supraconducteurs?

- Un seul nanotube de carbone (Orsay 1999)

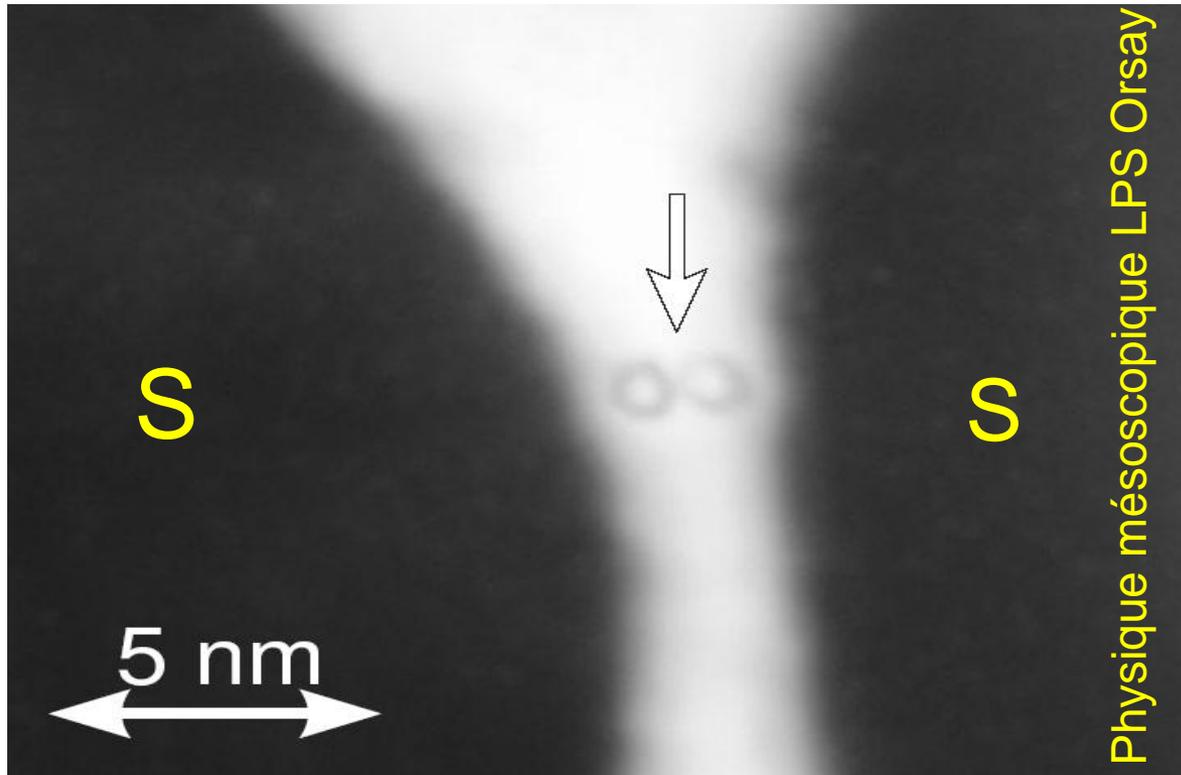
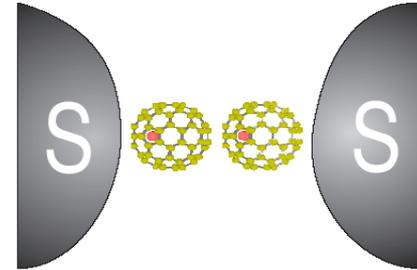


Supercourant à travers un nanomètre carré!



Quels nano objets entre deux supraconducteurs?

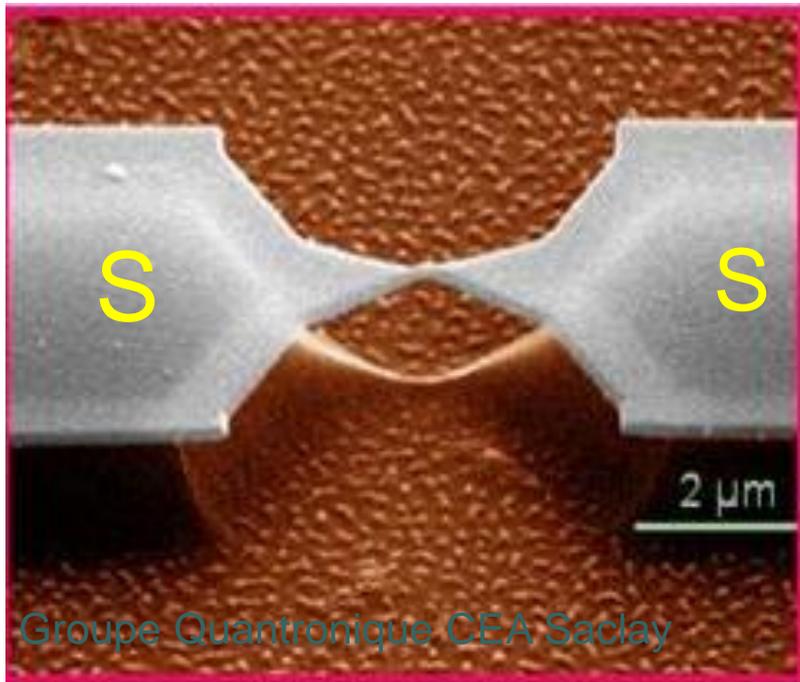
- Deux molécules!





Quels nano objets entre deux supraconducteurs?

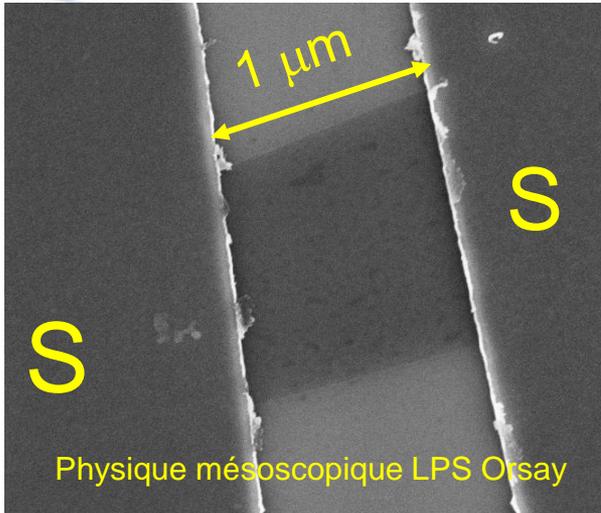
- Un seul atome (taille= 0.1 nanomètre)



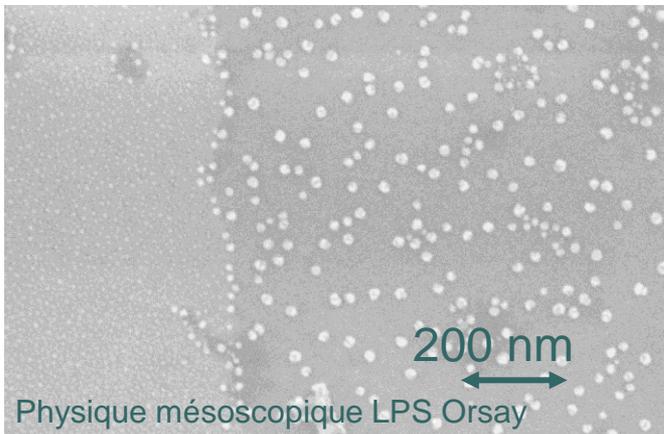
- En déformant le substrat on réduit le contact à un seul atome.
- Combien de supercourant passe par un atome?



Supraconductivité induite dans le graphène



- Le graphène (Nobel 2010)= crystal de carbone d'épaisseur un seul atome
- Contacter du graphène à deux supraconducteurs (petites distances: 1000 nm)



- Ou bien disposer des **nanoparticules supraconductrices** sur de grands morceaux de graphène (un dixième de mm).



Des nano-circuits supraconducteurs pour faire des ordinateurs quantiques?

- Ordinateur classique:

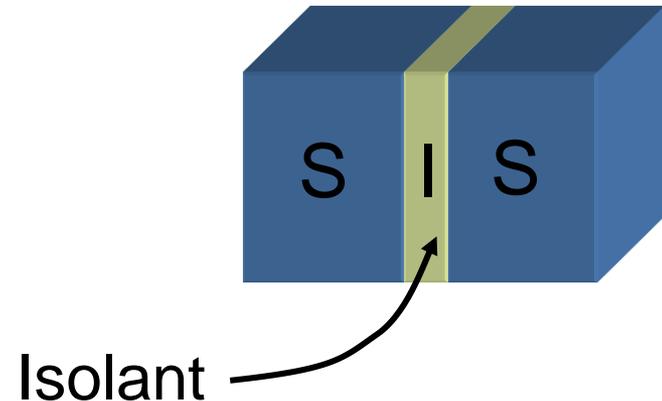
Basé sur le bit classique, qui vaut 0 ou 1

- Ordinateur quantique:

Bit quantique: toute superposition des états 0 et 1.

- Un bit quantique possible:

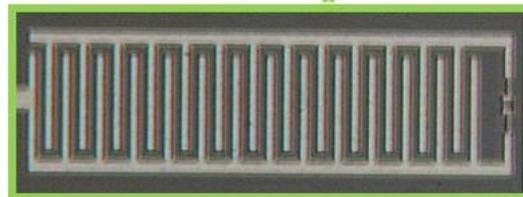
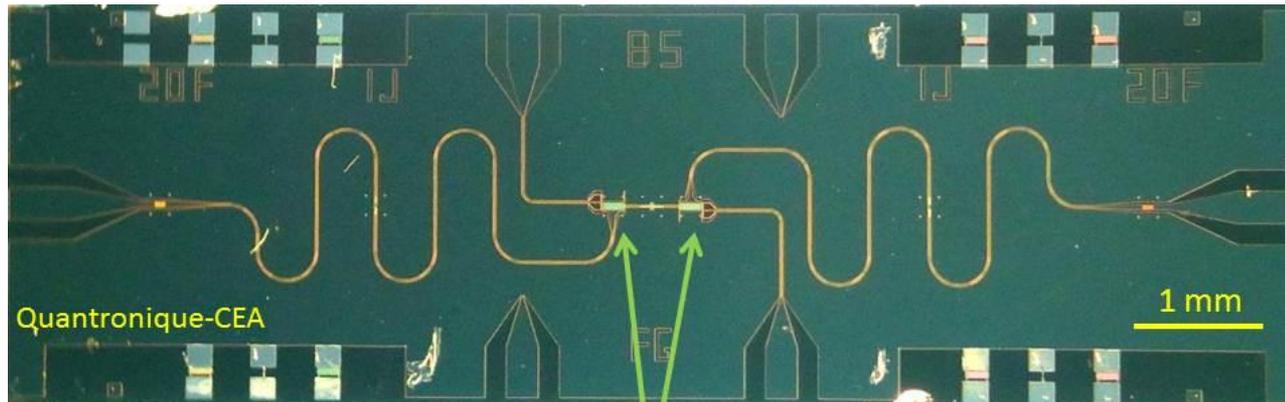
La jonction Josephson





Des nano-circuits supraconducteurs pour faire des ordinateurs quantiques?

- Un processeur quantique à deux bits quantiques (Quantronique, 2010)



Qubit= Jonction Josephson + Capacité

- Au cœur d'un échantillon de graphène...

