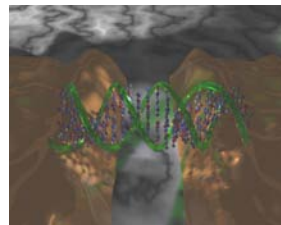


S. Lyonnais, J.-L. Mergny, MNHN, Paris  
 O. Pietrement, E. Le Cam, IGR, Villejuif  
 A. Chepelianskii, M. Ferrier, S. Guéron,  
 A. Kasumov, H. Bouchiat, LPS Orsay



**Intérêt des molécules d'ADN:** Physique des systèmes unidimensionnels (1D), dans lesquels l'effet des interactions électroniques et du désordre sont amplifiés. -> Propriétés de transport totalement différentes. ADN peut être synthétisé en solutions monodisperses et manipulé (biologie)

**Précédents résultats:**

Bons contacts avec des électrodes métalliques normales et supraconductrices possibles (Kasumov 2001). L'ADN peut transporter un courant électrique dans certaines conditions de préparation des molécules (Kasumov 2004). Supraconductivité induite par proximité, révélant la cohérence quantique de l'ADN sur quelques centaines de nm.

**Mais:** ADN toujours entouré d'un environnement complexe rendant les expériences difficiles à interpréter.

**Question:** l'ADN est-il intrinsèquement conducteur ou semi-conducteur dopé par les ions qui l'entourent ou par ses propres contacts métalliques?

**Projet de recherche: Sonder la cohérence quantique de l'ADN et son aspect unidimensionnel**

**ADN dans des circuits contrôlés:** Induire un véritable supercourant à travers la molécule. Puis, insérer une molécule d'ADN dans un anneau supraconducteur afin de former un squid et de mesurer directement la relation entre le supercourant induit et la phase supraconductrice contrôlée par un flux magnétique ce qui n'a encore jamais été fait pour un fil 1d. La relation courant/phase est, contrairement à une mesure de conductance, très sensible à la nature des interactions électroniques

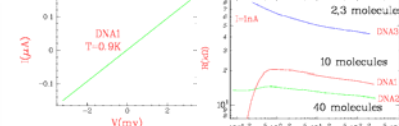
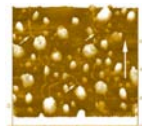
**Mesures sans contacts:** conductivité haute fréquence d'un nombre macroscopique de molécules d'ADN grâce à une technique résonante: phases denses d'ADN alignées ou anneaux d'ADN identiques à la base près.

**Molécules sans désordre:** Remplacer ADN avec séquences de bases aléatoires par molécules de G4, plus favorables au transport électronique.

**Transport non linéaire en champ magnétique:** Signature de l'hélicité?

### Précédents résultats

Contacts: supraconducteurs ReC/ADN/ReC



100 kΩ par brin (300 nm)!

Supraconductivité induite à travers des molécules d'ADN. A. Kasumov et al, Science 2001

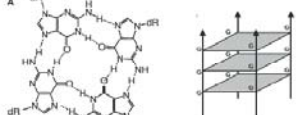
### Avec quelles molécules?

**A) ADN λ:** 16 microns de long, séquence de bases aléatoire



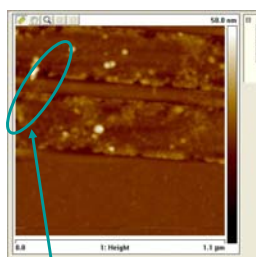
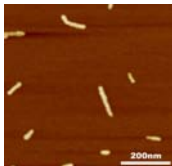
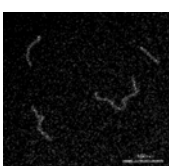
**B) Molécules G4:**

Bases identiques, plus robustes. Meilleure conductivité?



Domaine d'expertise du MNHN

Synthèse de molécules d'ADN quadruplex formées à partir de chaînes d'ADN simple-brin poly (dG)



Premier quadruplex déposé entre des électrodes! (mais isolant...)

Molécules déposées sur or et Platine!

S.Lyonnais, O.Pietrement, A.Chepelianski, S.Gueron, L.Lacroix, E.Le Cam & J.-L. Mergny.

Functionalization of DNA G-Wires for patterning and nanofabrication. Nucleic Acids Symp Ser (Oxf), 2008.

Avec un Faisceau d'ions focalisés (FIB): fabrication d'électrodes



Croissance

Gravure avec ions Gallium

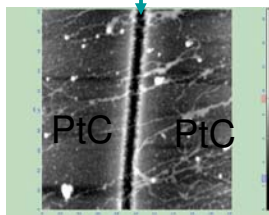
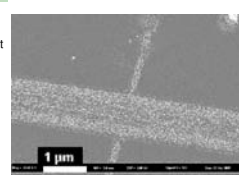
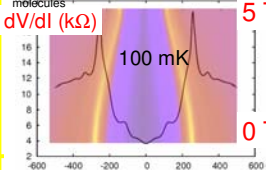
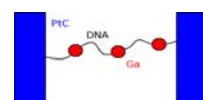


Image AFM d'une fente faite au FIB, ADN peigné par flux de solution, Coll. D. Klimov (Moscou): activation surface et dépôt molécules



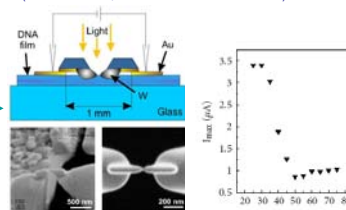
Conduction et signature de supraconductivité induite! à cause de nanoparticules Pt/Ga?



Expériences LPS, A. Chepelianski, Avril 2009

### Mesure électrique d'un film lipidique d'ADN

Nanocontacts avec un faisceau d'ions focalisés (A. Kasumov, coll F. Fortuna CSNSM)

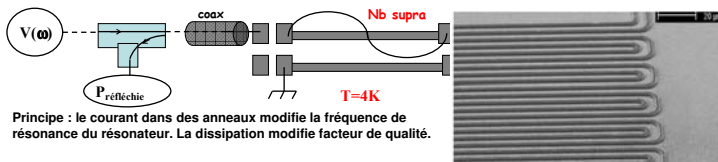


Mesure de la dénaturation par son effet sur le courant maximum à travers des molécules, et comparaison au RAMAN.

Effect of Premelting on Conductivity of DNA-Lipid Films, A. Yu. Kasumov, S. Nakamae, M. Cazayous, T. Kawasaki, and Y. Okahata, Research Letters in Nanotechnology, 2009

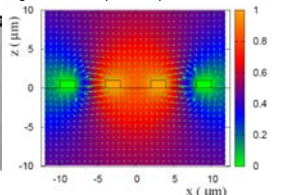
### Vers les mesures sans contact (wifi!):

Utilisation d'un résonateur multimode couplé à de l'ADN (Orsay)

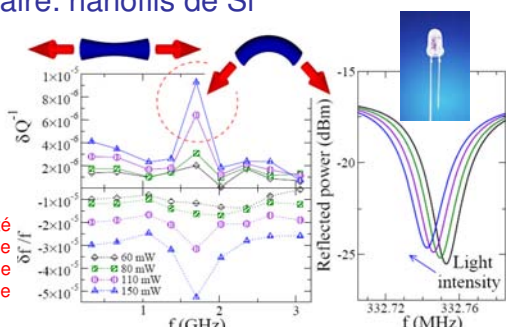
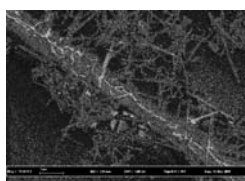


Principe: le courant dans des anneaux modifie la fréquence de résonance du résonateur. La dissipation modifie facteur de qualité.

Lignes de champ électrique dans le résonateur



### Expérience préliminaire: nanofils de Si



Projet: Réponse en de molécules d'ADN, sous éclaircissement de longueurs d'onde variable (pour mesurer le gap HOMO-LUMO)

A. Chepelianskii et al, soumis à APL cond-mat 0909.4401

### Conclusions:

Conditions de dépôt sur surface optimisées (caractérisation AFM conducteur D. Vuillaume, IEMN Lille).

Mesures avec contacts encore difficiles à interpréter (Utiliser une grille dans le futur).

Mesures haute fréquence sans contact avec éclaircissement prometteuses (génération d'excitons?).