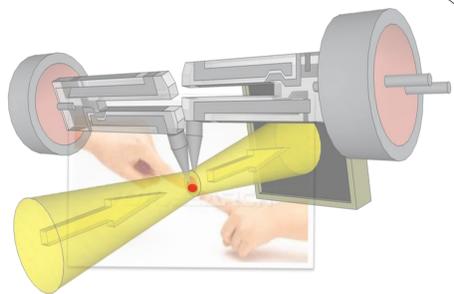


N. AMARI<sup>4</sup>, F. Marchi<sup>1,2</sup>, F. Comin<sup>1</sup>, J-L. Florens<sup>3</sup>, and A. Ferreira<sup>4</sup>

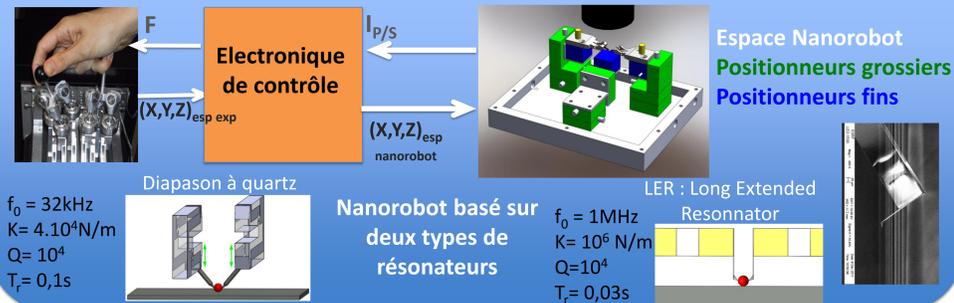
<sup>1</sup>ESRF, <sup>2</sup> Institut Néel CNRS et Université Joseph Fourier, <sup>3</sup>ACROE, <sup>4</sup> PRISME

**Contexte:** Ce projet vise la possibilité d'avoir une restitution haute fidélité du sens du toucher pour manipuler des objets submicroniques dans des faisceaux d'analyse afin d'étudier des phénomènes dynamiques. Le projet s'inscrit dans le plus vaste domaine des environnements de connaissance par le toucher (Touching Learning Environments) visant à soutenir l'acquisition des connaissances avec une multiplicité d'environnements et de scénarios.

**L'objectif ultime idéalisé :**  
Pilotage haptique d'un nano-outil pour manipuler des objets

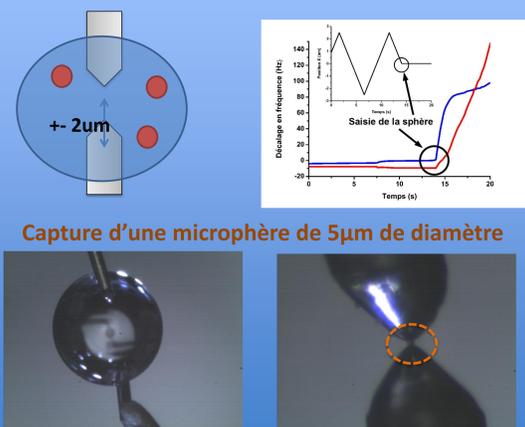


### Développement instrumental et couplage haptique

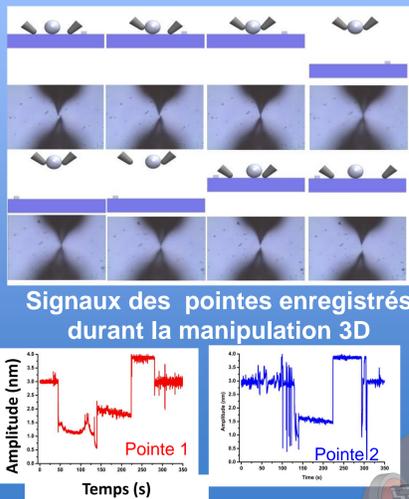


### Manipulation de sphère individuelle (sub)micronique

#### Micropêche en milieu liquide

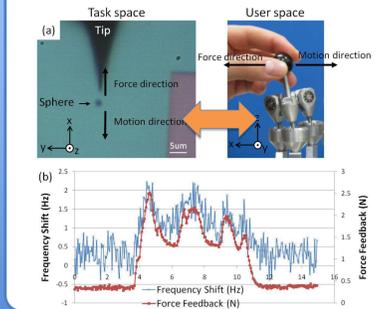


#### En 3D sur substrat à l'air, sphère de 1µm

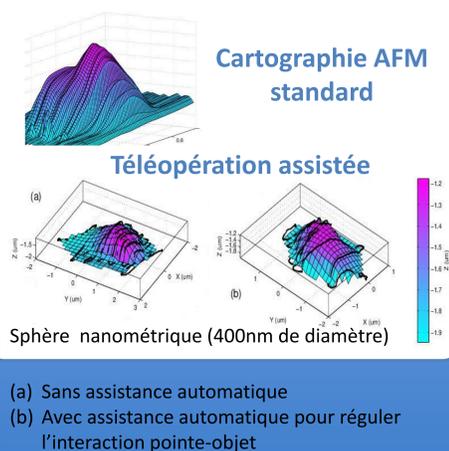


### L'apport de la téléopération via le couplage Système Haptique ↔ Nano-outil

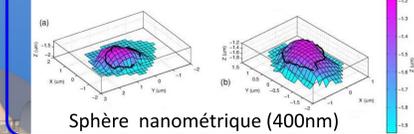
#### Sentir la friction



#### Reconnaissance de forme

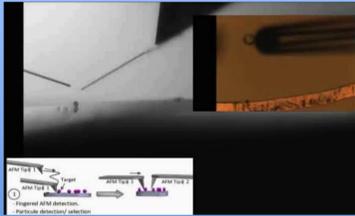


#### Tâche complexe : suivi de contour



### L'apport de la Robotique : Le suivi de l'ensemble NanoRobot-Objet au cœur d'un faisceau d'analyse

#### Repérage de la microsphère (9µm) et positionnement



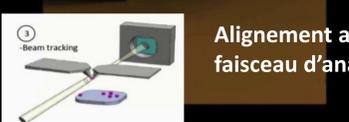
#### Saisie et déplacement en 3D de l'ensemble robot-micro-objet



#### Suivi et maintien au centre du faisceau d'analyse (Tracking)

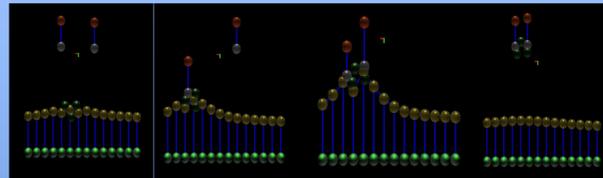


#### Alignement au centre du faisceau d'analyse

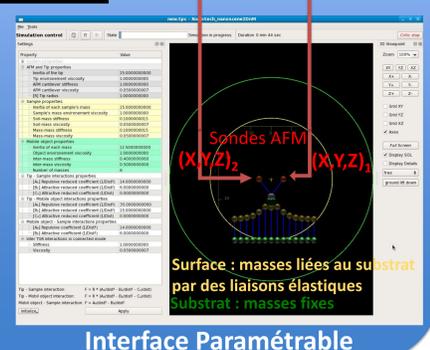
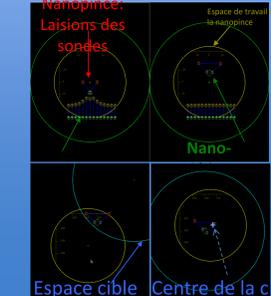


### L'apport de la Réalité Virtuelle : Identification des stratégies de Manipulation

#### Séquence de manipulation: Positionnement et saisie



#### Transport vers une cible (faisceau): métaphore d'un véhicule



### Production scientifique :

N. Amari et al, "Encyclopedia of Nanotechnology", 2nd edition, Chap. Nanorobotics for Synchrotron Radiation Applications. Springer Netherlands, 2016.  
 N. Amari et al. " Robust Nanomanipulation Control based on LaserBeam Feedback", IEEE International Conference on Robots and Intelligent Systems(IROS'2014)  
 N. Amari et al. "Robust laser beam tracking control using micro/nano dual-stage manipulators". IEEE (IROS'2013)

N. Amari et al. "Motion of a Micro/Nanomanipulator using a Laser Beam Tracking System". International Journal of Optomechatronics, 2014,  
 N. Amari et al. "Robust Tracking of a Two-Fingered Micro-manipulation System Working Through the Focus of an Optical Beam", American Control Conference 2014  
 A. Niguès et al. Haptic "localization and shape recognition of Nano Objects" IROS 2012

### CONTACTS :

N. AMARI  
nabil.amari@univ-lorraine.fr

