

TP de Nanophysique

au sein de la plate-forme Nanomonde

Enseignant responsable : Florence Marchi (MCF physique-UJF)

Autres enseignants : Joël Chevrier (Pr physique-UJF), H. Sellier (MCF physique UJF), F.Dubreuil (MCF Chimie UJF)

Objectifs des TP : illustration des phénomènes physiques à l'échelle nanométrique

Contexte de travail :

Quatre postes de travail dédiés à l'enseignement, constitue actuellement la plateforme nanomonde : deux microscopes AFM, un microscope STM et un profilomètre vibromètre optique FOGAL. Un poste complémentaire, un nanomanipulateur à retour d'effort, est mis à disposition partiellement à l'enseignement. La mise en place d'un appareillage similaire au sein de la plateforme est prévue pour la rentrée 2008-09.

TPs AFM

A / Introduction à l'imagerie et aux mesures de forces locales en mode contact (4h)

- Prise en main de l'appareillage : Caractérisation d'un réseau de calibration et mise en évidence les artéfacts classiques liées à cette technique (convolution pointe-objet).
- Courbes de forces sur un échantillon de Si avec une pointe conductrice polarisée ou non : mesure des forces à longues portées et des propriétés d'adhésion à l'échelle nanométrique.
- Prise en main de l'appareillage : Caractériser un réseau de nanostructures de dimensions calibrées et mise en évidence les artéfacts classiques liées à cette technique.

B / Introduction à l'imagerie et aux mesures locales de spectroscopie en mode dynamique (4h)

- Courbes de spectroscopie sur un échantillon conducteur avec une pointe conductrice polarisée ou non, afin de mettre en évidence les différents régimes d'interaction pointe-surface conduisant à un comportement linéaire ou non-linéaire de la sonde.

Ce TP est préalable au TP avancé portant sur la microscopie à force électrostatique (EFM).

C / Introduction à l'imagerie en milieu liquide en mode dynamique (4h)

- Imager des couches de polymères à l'air puis en milieu liquide pour observer leur gonflement. Cette étape permet de prendre en main l'appareillage dans les deux milieux et d'illustrer les principales différences (facteur de qualité, forces d'interactions...).

D/ Injection et détection de charges électriques par EFM (4h)

- Injection de charge par la pointe AFM polarisée dans des clusters de Si enfouis dans une matrice d'oxyde.
- Détection de ces charges par EFM : détermination de leur nature, estimation de leur nombre.

E/ Nanolithographie par AFM

- Elaboration de nanofils d'oxyde de silicium sur une surface de Si par application d'une tension entre la pointe et la surface.
- Détermination de l'influence des paramètres clés : polarité et valeur de la tension, vitesse d'écriture, etc. Discussion autour de la résolution de la technique.

TP STM

Imagerie d'une surface de graphite de l'échelle submicronique à l'échelle atomique (4h)

- Fabrication de la pointe et préparation de l'échantillon.
- Imager les terrasses de graphite et mesure de leur hauteur (mono ou multicouches).
- Imager la surface à l'échelle atomique : mesure du paramètre de maille et confrontation des résultats avec ceux obtenues par d'autres techniques.
- Spectroscopie tunnel : $I(V)$ et $I(Z)$

TP Nanomanipulateur à retour d'effort

"Les mains dans le nanomonde" (4h)

Le couplage d'un système à retour d'effort (TGR) à un microscope AFM en une direction (verticale) permet de réaliser une courbe de force en commandant la pointe (via le tube piezoélectrique) et de se renvoyer les forces d'interaction pointe-surface dans la main. A travers ce TP les étudiants discutent sur les forces dominantes dans le monde nanométrique (adhésion, frottement, ..) et les confrontent aux forces régissant le monde macroscopique (gravité, ...). Ce TP a lieu au laboratoire ICA/ACROE situé à l'INPG.

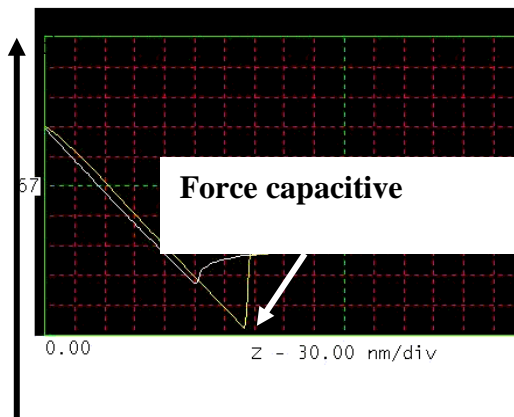
TP Profilomètre/vibromètre optique

Caractérisation de microsystèmes : (4h) prévu pour rentrée 2008

L'objectif de ce TP sera de caractériser les déplacements induit par excitation mécanique ou électrique d'un microsystème basique et si possible de détecter le mouvement Brownien.

Illustrations :

Courbe de force polarisée (5V) obtenue par les étudiants



Etudiant utilisant le nanopalpeur



TGR

Station de travail

Formations utilisatrices de l'UJF :

2007-08 : Master 1 de Physique, option Nanophysique, 70 étudiants, 8h de TP/étudiant

Master 2 micro et nanostructures : 12 étudiants, 8h de TP/étudiant

Master 2 Ingénierie, école Polytech' : 12 étudiants, 4h/étudiant

Ecole Européenne des nanosciences & nanotechnologies : 50 stagiaires, 8h TP/stagiaire