



# <u>ETUDE DES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DE NANO-</u> <u>OBJETS :</u> du couplage d'un AFM à un microscope inversé au développement d'un banc original de microscopie SNOM à sondes actives

**C. FIORINI-DEBUISSCHERT** 

CEA-IRAMIS / SPEC, UMR 3680, Laboratoire NanoPhotonique, 91191 Gif-sur-Yvette, France







### Mise en œuvre de nanosources hybrides







### Nanoparticules d'or colloïdales

PAGE 3

#### Plasmon de surface localisé (LSP)

#### Synthesis : S. Marguet (CEA / NIMBE)



Des propriétés d'ensemble aux propriétés d'objets uniques

### <u>NB:</u> luminescence 1 NR ↔ 25 10<sup>6</sup> fluorescein molecules !!





### **Couplage AFM – microscope inversé**



# Cea

#### **Alignement pointe-laser**



#### Alignement grossier laser / cantilever



Utilisation de billes de latex de100 nm

Si besoin, correction de l'alignement

# Cea

### Cartographie TPL de nanobâtonnets d'or





### **Dimères lithographiés**





Collab., R. Bachelot, UTT

### **Dimères hybrides**





slow (µm)

slow [µm]

0

400

slow [nm] 200 300 -

100

0

0



PAGE 9





### EN RÉSUMÉ ...

### Importance de pouvoir corréler topographie et photons



Simultaneous imagesTopography/Photon Case of CdSe/ZnS Qdots ( $\Phi$ =7 nm) immobilized onto glass substrates









## **CARACTÉRISATION À L'ÉCHELLE NANO ?**



de fond



### **CARACTÉRISATION À L'ÉCHELLE NANO ?**



| PAGE 13

**SONDE ACTIVE** 

### SONDES ACTIVES

### Caractéristiques:

- dimensions nano (~10 nm)
- émission intense
- émission stable

### → Etat de l'art :

Nano-source = nano-objet fluorescent accroché à l'extrémité d'une pointe:

--> nano-cristaux dopés, SC, Centres NV ...



> délicate











### **SHG SOUS POINTE**



Jonction STM :

$$\Rightarrow I_T \propto \exp\left(-\sqrt{8m\phi/\hbar^2}Z\right)$$
$$\Rightarrow \mathbf{E}_0 \alpha \mathbf{Z}^{-1}$$

Champ electrique local + laser :





#### **SHG SOUS POINTE**





Concept innovant de sondes actives, processus original d'auto-assemblage Brevet CEA n° 12 51495





I. Berline et al. J. Appl. Phys., (2008)





Balayage de la pointe au-dessus du laser
Détection d'un spot de signal provenant des molécules



## **APPLICATION À L'IMAGERIE DE NANOFIL**



P. Hsia et al. , en préparation (thèse – 2015)





### Rôle des molécules ?

Imagerie de nanofils fabriqués par lithographie électronique



#### Le contraste provenant des fils est révélé par la SHG des molécules !





## **RÉSOLUTION OBTENUE**



Imagerie de nanofils fabriqués par lithographie électronique

Sonde moléculaire ~ 200 nm

P. Hsia et al., en préparation (thèse – 2015)



## EN RÉSUMÉ ...

пЪ

2ω

CPM

### Nouvelle technique de microscopie en champ proche

- Reposant sur la SHG de molécules ORIENTÉES en solution
- LOCALISANT le signal SHG sous la pointe
- Permettant l'enregistrement d'images de nanofils d'or







Novotny et al., Annu. Rev. Phys. Chem. (2006)













Cez

### → <u>AFM multifonctionnel :</u>

topographie, fluorescence/ONL,

+ forces optiques (dev. en cours)

### **REMERCIEMENTS** :

