



Soutenance de thèse

Ivan Berline (IRAMIS/SPCSI/LEPO)

Mardi 19 Octobre 2010 à 14h

Amphithéâtre Condorcet - Bâtiment d'Alembert (1^{er} étage)

ENS de Cachan

GENERATION DE SECOND HARMONIQUE SOUS POINTE METALLIQUE :
VERS UN NOUVEAU TYPE DE MICROSCOPE OPTIQUE A SONDE LOCALE

Résumé : Ce travail s'inscrit dans le contexte des microscopies optiques à très haute résolution. Nous proposons un nouveau concept de sonde active pour la microscopie optique en champ proche (SNOM), exploitant les effets de génération de second harmonique (SHG) de molécules. L'idée développée vise à s'affranchir de l'une des principales limitations des sondes actives fluorescentes réalisées jusqu'à présent : l'accrochage des sondes à l'extrémité de la pointe SNOM, étape toujours délicate et souvent peu fiable. Pour ce faire, nous avons mis en œuvre une technique qui consiste à utiliser la localisation du champ électrique au sein d'une jonction pointe métallique-substrat conducteur immergée dans une solution de molécules non-linéaires dipolaires. L'interaction champ-molécules entraîne l'orientation locale un nano-volume de ces molécules dont l'excitation par un laser permet ensuite la génération d'un signal de second harmonique.

Après avoir validé ce concept dit de « nano-EFISHG » (Electric Field Induced SHG) nous avons conçu un nouveau banc expérimental, dédié à l'imagerie de second harmonique haute résolution : celui-ci a permis d'obtenir les premières images présentant un contraste de second harmonique sur un échantillon structuré à l'échelle micrométrique.

Nous avons ensuite travaillé à l'optimisation de la résolution de l'expérience mise en place : nous avons notamment démontré la possibilité de tirer parti d'effets d'exaltation locale du champ électromagnétique se produisant à l'extrémité de pointes ou de nano-objets métalliques. L'extrapolation des résultats obtenus montre que de telles exaltations devraient permettre d'atteindre des résolutions de l'ordre de 50 nm.

SECOND HARMONIC GENERATION INDUCED AT A METALLIC TIP:
TOWARDS A NEW CONCEPT OF SCANNING PROBE OPTICAL MICROSCOPY

Abstract :

This work was achieved within the context of high resolution optical microscopy. We propose a new concept of active probe for near-field optical microscopy (SNOM), exploiting the effect of second harmonic generation (SHG) of molecules. The idea intends to avoid one of the main limitations of currently developed fluorescent active probes: the anchoring of the probes at the end of a SNOM tip which is a very delicate and often unreliable step. The technique implemented here consists in using the electric field localization in a metallic tip - conducting substrate junction immersed in a solution containing dipolar non-linear molecules. The interaction between the molecules and the electric field gives rise to the local orientation of a nano-volume of these molecules whose excitation by a laser allows generation of a second harmonic signal.

After validation of this concept named as "nanoEFISHG" (Electric Field Induced SHG) we have designed a new experimental setup, dedicated to high resolution second harmonic imaging. Successful implementation of this setup has led to the recording of the first images presenting a second harmonic contrast on a sample structured at the micrometric scale.

Next step has consisted in working towards optimization of the experimental resolution: we have especially studied the possibility of taking advantages of local field enhancement effects occurring at metallic nano-structures or sharp tip's apex. The extrapolation of the obtained results shows that such effects should allow to reach resolutions about 50 nm.