

Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars 2010)

Proposition de stage pour l'année 2009-2010

Date de la proposition : 25 novembre 2009

Responsable du stage / internship supervisor:			
Nom / name:	TREUSSART	Prénom/ first name :	François
Tél :	01 47 40 75 55	Fax : 01 47 40 24 65	
Courriel / mail:	francois.treussart@ens-cachan.fr		
Nom du Laboratoire / laboratory name:	Laboratoire de Photonique Quantique et Moléculaire		
Code d'identification :	Organismes : Ecole Normale Supérieure de Cachan et CNRS UMR 8537		
Site Internet / web site:	http://www.lpqm.ens-cachan.fr/version-francaise/equipes/nanophotonique-quantique/		
Adresse / address:	61 av. du président, 94235 Cachan cedex		
Lieu du stage / internship place:	Ecole Normale Supérieure de Cachan, Cachan		

Titre du stage/internship title: Imagerie de nanoparticules de diamant par résonance magnétique du centre coloré NV, détectée optiquement. Application à la localisation super-résolue de nanoparticules en milieu biologique.

Résumé / summary

Les nanoparticules solides ont des applications biomédicales prometteuses. Elles allient les propriétés du matériau massif (photoluminescence, moment magnétique...) à une grande surface spécifique appropriée au greffage de biomolécules. En la matière, les nanoparticules de diamant se singularisent grâce à leurs centres colorés azote-lacune (N-V) qui possèdent à la fois une luminescence parfaitement stable et un spin électronique dont la résonance est détectable par voie optique (technique ODMR : *Optical Detection of Magnetic Resonance*) [1]. Ces propriétés remarquables ont été mises à profit dans de nombreux domaines depuis environ douze ans, notamment en optique quantique [2], et récemment pour la réalisation de capteurs magnétiques ultrasensibles à l'échelle nanométrique [3].

L'objectif à long terme du **projet** qui fait l'objet de ce stage de Master est **d'imager la résonance magnétique** des centres NV contenus dans des nanodiamants par microscopie optique dans un environnement biologique complexe tel qu'un neurone en culture. L'application d'un fort gradient de champ magnétique donnera accès à une résolution spatiale sub-longueur d'onde dans la direction de ce gradient. Le marquage intracellulaire avec des nanodiamants permettra par exemple le suivi précis des déplacements d'organelles dans les cellules. La détection optique de la résonance de spin du centre NV devrait aussi permettre de mesurer de façon non invasive de faibles courants ioniques, via la mesure du déplacement de cette résonance dû au champ magnétique associé.

Jusqu'à présent la détection optique du spin du centre NV a été faite dans notre équipe par microscopie confocale. Elle requiert d'apporter à une distance d'environ 1 µm du centre NV un champ radiofréquence à la fréquence de résonance du spin (~2.9 GHz). **Le stage de Master** aura pour objectif d'étendre cette approche à l'imagerie de cette résonance sur un capteur CCD sensible, en mode d'illumination laser grand champ. Le travail à réaliser comporte de façon équilibrée des parties d'alignement optique, d'électronique haute fréquence et d'acquisition de données.

Références :

- [1] A. Gruber et al, *Scanning confocal optical microscopy & magnetic resonance on single defect centers*, *Science* **276**, 2012 (1997).
- [2] V. Jacques, E Wu, F. Grosshans, F. Treussart, P. Grangier, A. Aspect, and J.-F. Roch, *Experimental realization of wheeler's delayed-choice gedanken experiment*, *Science* **315**, 966–068 (2007).
- [3] G. Balasubramanian et al. *Nanoscale imaging magnetometry with diamond spins under ambient conditions*, *Nature* **455**, 648–652 (2008)

Techniques: microscopie confocale, vidéomicroscopie, photon unique, corrélations temporelles d'intensité lumineuse, hyperfréquences.

Publications récentes de l'équipe :

- N.D. Lai, D. Zheng, F. Jelezko, F. Treussart, and J.-F. Roch, *Influence of a static magnetic field on the photoluminescence of an ensemble of NV color centers in a diamond single-crystal*, *Appl. Phys. Lett.* **95**, 133101 (2009)
- O. Faklaris, V. Joshi, T. Irinopoulou, P. Tauc, M. Sennour, H. Girard, C. Gesset, J.-C. Arnault, A. Thorel, J.-P. Boudou, P. Curmi and F. Treussart, *Photoluminescent diamond nanoparticles for cell labelling: study of their uptake mechanism in mammalian cells*, *ACS Nano*, doi:10.1021/nn901014j (2009).

Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : oui

Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: projet ANR ou bourse d'école doctorale.

Lasers et matière	X	Lumière, Matière : Mesures Extrêmes	
Optique de la science à la technologie	X	Physique des plasmas	