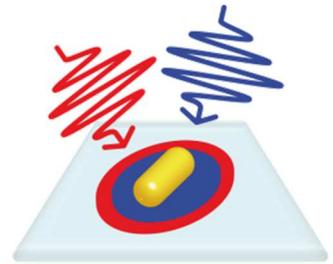


## Proposition de Stage M2 / Thèse pour l'année 2018-2019

### Equipe d'accueil

FemtoNanoOptics group  
<http://ilm.univ-lyon1.fr/femtonanooptics>  
Institut Lumière Matière  
Campus LyonTech-La Doua, Lyon



### Responsables de stage

Dr. Fabien Vialla [fabien.vialla@univ-lyon1.fr](mailto:fabien.vialla@univ-lyon1.fr)  
Pr. Natalia Del Fatti [natalia.del-fatti@univ-lyon1.fr](mailto:natalia.del-fatti@univ-lyon1.fr)

### Intitulé du stage

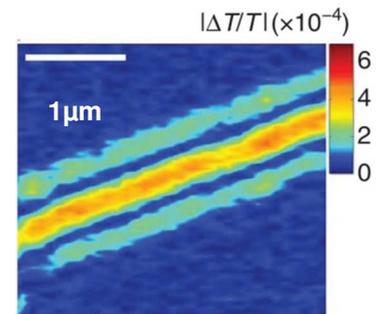
**Réponse optique d'un nano-objet individuel sous conditions extrêmes de pression**

### Mots-clés

optique, nanoscopie, hautes pressions, cellule à enclume de diamant, laser femtoseconde, nanoparticules, nanotubes de carbone

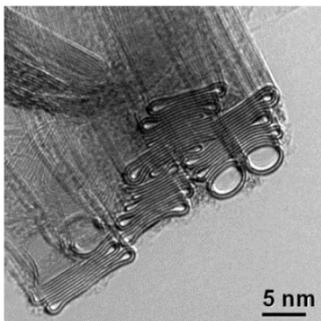
Peut-on "voir" optiquement un nano-objet individuel de taille beaucoup plus petite que la longueur d'onde, et étudier ses propriétés physiques par des méthodes optiques ?

Pour répondre à cet enjeu, l'équipe FemtoNanoOptics a développé une technique optique originale, la **Spectroscopie par Modulation Spatiale** [1] qui permet de détecter des nano-objets individuels, d'une taille aussi petite que quelques nanomètres, par mesure directe de la transmission ou de la réflexion d'une lumière laser focalisée. Très récemment, ces travaux ont permis de mesurer pour la première fois la section efficace d'absorption d'un **nanotube de carbone individuel** à pression et température ambiante, et de mettre en évidence l'effet de son interaction avec un substrat (élargissement et déplacement des raies excitoniques) [2].



Détection optique d'un nanotube de carbone individuel [2]

Nous proposons au cours de ce stage M2 d'étendre ces travaux à des conditions extrêmes de **très hautes pressions** (~10 GPa). Dans ces conditions, les propriétés opto-électroniques des nano-objets peuvent être largement modifiées du fait d'un changement de forme ou de structure. Ceci est particulièrement important dans le cas des nanotubes de carbone, pour lesquels des mesures d'ensemble indiquent que l'application d'une pression hydrostatique peut conduire à leur écrasement.



Imagerie électronique d'un fagot de nanotubes de carbone, où certains nanotubes présentent une déformation de leur structure [4]

L'étude de ces effets à l'échelle du nano-objet individuel nécessite un développement instrumental innovant. L'équipe a dans ce but mis en place **un équipement totalement inédit** en intégrant une cellule à enclume de diamant miniature au sein d'un montage optique à modulation spatiale. Ceci a permis de réaliser **la première étude optique de l'absorption d'une nanoparticule métallique à haute pression** [3]. Ce savoir-faire sera réinvesti au cours du stage afin d'obtenir la première signature optique de l'écrasement d'un nanotube de carbone individuel, permettant ainsi de comparer les résultats expérimentaux aux modèles.

Ces recherches bénéficient du **soutien de l'ANR** - projet TRI-CO, une **collaboration entre l'iLM (A. San Miguel de l'équipe SOPRANO et notre équipe), l'Institut Néel à Grenoble, le CIRIMAT à Toulouse et l'entreprise ARKEMA. Ce stage pourra se prolonger en Thèse de Doctorat** avec l'exploration d'autres nano-objets telles que des matériaux bidimensionnels à faible nombre de couches atomiques (graphène, ...).

[1] Voir l'animation de la Spectroscopie par Modulation Spatiale sur la page d'accueil de l'équipe.

[2] J.C. Blancon *et al.*, Nature Comm. 4, 2542 (2013); H.N. Tran *et al.*, Phys. Rev. B 95, 205411 (2017)

[3] F. Medeghini *et al.*, accepted in ACS Nano (2018), 10.1021/acsnano.8b05539

[4] M. Motta *et al.*, Adv. Mater. 19, 3721 (2007)