

## Master 2: *International Centre for Fundamental Physics*

### **INTERNSHIP PROPOSAL**

Laboratory name: LP2N, Institut d'Optique Graduate School, Bordeaux

CNRS identification code: UMR 5298

Internship director's surname: P. Tamarat/B. Lounis/A. Bouzine

e-mail: philippe.tamarat@u-bordeaux.fr Phone number: 05 57 01 72 08

Web page: <https://sites.google.com/site/bordeauxnanophotonicsgroup/home>

Internship location: Institut d'Optique Graduate School, Bordeaux

Thesis possibility after internship: YES/ Funding: YES

If YES, which type of funding: Région Aquitaine

#### **Interaction entre un quantum de flux magnétique et un nano-émetteur**

Les vortex d'Abrikosov sont les objets magnétiques les plus compacts, avec une taille de quelques dizaines à quelques centaines de nanomètres. Ce sont des tubes de flux pénétrant les supraconducteurs de type II (tel le niobium) et portant un quantum de flux magnétique  $h/2e$ , autour desquels circulent des supercourants. Les prévisions théoriques indiquent qu'il existe au cœur d'un vortex une redistribution de la charge électrique qui produit un champ électrostatique similaire à celui créé par un dipôle de quelques Debyes, mais celui-ci n'a jamais pu être mesuré expérimentalement.

Au cours de la thèse, nous essaierons d'apporter la première preuve expérimentale directe de l'accumulation de charge électrique au cœur d'un vortex, en utilisant comme nanosonde optique une molécule fluorescente individuelle dont la résonance optique est très sensible au champ électrique auquel elle est soumise (effet Stark). L'enjeu de cette étude est la maîtrise de l'interaction électrostatique entre vortex, afin de contrôler les propriétés de la «matière de vortex» affectant profondément les propriétés de transport électrique dans les supraconducteurs. Les méthodes optiques innovantes récemment développées dans le groupe Nanophotonique du LP2N pour manipuler des vortex individuels par effet photothermique, et pour super-résoudre à 3D (nanoscopie) des molécules fluorescentes individuelles seront mises à profit pour cette étude.

Il sera aussi envisagé d'explorer l'interaction magnétique entre un quantum de flux piloté par laser et un spin individuel, présent dans un nano-émetteur quantique tel une molécule ou un centre coloré du diamant. La lecture de l'état de spin sera suivie par détection optique de la résonance magnétique (ODMR). Cette étude sera aussi l'occasion de cartographier précisément la distribution de champ magnétique autour d'un vortex avec les nano-objets individuels super-résolus à 3D.

#### Quelques références du groupe dans cette thématiques:

« Optical Manipulation of Single Flux Quanta », Nature Communications 7 (2016) 12801.

“Optical nanoscopy with excited state saturation at liquid helium temperatures”, Nature Photonics 9 (2015) 658

« Direct Evidence of the Flexomagnetolectric Effect Revealed by Single-Molecule Spectroscopy », PRL 2015

Please, indicate which speciality(ies) seem(s) to be more adapted to the subject:

Condensed Matter Physics: YES	Macroscopic Physics and complexity: NO
Quantum Physics: YES	Theoretical Physics: NO