

# Proposition de stage M2 2018-2019

## Responsables du stage

Nom : William Sacks, Alain Mauger, Yves Noat (INSP)

Localisation : IMPMC - 4 place Jussieu,  
75005 Paris – Tour 22, couloir 22-23

Equipe : DEMARE

Courriel : [william.sacks@sorbonne-universite.fr](mailto:william.sacks@sorbonne-universite.fr)

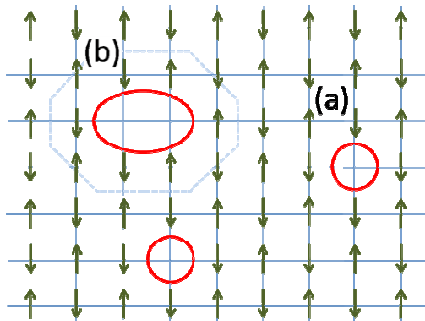
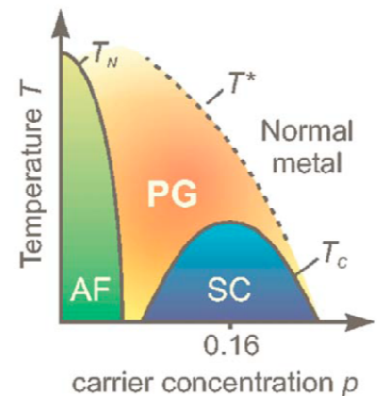
Téléphone : +33 (0)1 44 27 50 82

Page web : [W. Sacks page perso](#)

## Sujet du stage : Peut-on comprendre le mécanisme de la supraconductivité haute $T_c$ ?

Trente ans après leur découverte, les supra-conducteurs à haute température critique ( $T_c$ ), les cuprates, restent une énigme. À dopage nul, ce sont des isolants anti-ferromagnétiques (AF) et, à dopage fini, la phase supraconductrice (SC) apparaît avec une température critique ( $T_c$ ) qui évolue en forme de cloche (figure droite). Contrairement aux supraconducteurs conventionnels (Al, Nb...), les cuprates ne transitent pas au dessus de  $T_c$  vers un état de métal normal, mais vers un état 'pseudogap' (PG) caractérisé par un gap au niveau de Fermi dont l'origine reste très débattue.

Peut-on comprendre la supraconductivité haute  $T_c$  ? La théorie de Bardeen, Cooper et Schrieffer (BCS, prix Nobel 1972) qui avait expliqué avec succès le cas conventionnel, échoue pour décrire les cuprates, en particulier les ordres de grandeurs des paramètres ainsi que le diagramme de phases.



Une question fondamentale qui se pose concerne le mécanisme de la formation des paires de Cooper dans ces matériaux ainsi que leur condensation. Notre équipe a récemment développé un modèle [1-3] dans lequel deux trous bien séparés (a) gagnent de l'énergie en s'appariant sur des sites voisins (b) afin de gagner l'énergie d'échange  $J$  [3]. L'objet ainsi formé est appelé le 'païron' et la phase dite 'pseudogap', non supraconductrice, est constituée de païrons non condensés. La cohérence supraconductrice est établie grâce à la condensation des païrons dans un seul état quantique suivant les statistiques de Bose-Einstein.

Le but de ce stage est de poursuivre l'étude de l'hamiltonien décrivant les païrons et de confronter ses prédictions à l'ensemble des résultats expérimentaux. On étudiera notamment le rôle important des symétries de l'environnement local antiferromagnétique des païrons, figure (b) ci-dessus.

- [1] "Pair-pair interactions as a mechanism for high- $T_c$  superconductivity", William Sacks, Alain Mauger and Yves Noat, Supercond. Sci. Technol. **28**, 105014 (2015)
- [2] "Unconventional temperature dependence of the cuprate excitation spectrum", William Sacks, Alain Mauger and Yves Noat, Eur. Phys. Journ. B **89**, 183 (2016)
- [3] Cooper pairs without 'glue' in high- $T_c$  superconductors William Sacks, Alain Mauger, and Yves Noat, Europhys. Lett. (2017), <https://arxiv.org/abs/1704.03906>

Techniques utilisées : Théories quantiques et modélisation

Stage rémunéré : OUI

Ce stage pourra t-il se poursuivre en thèse : OUI

Si oui, financement envisagé : MENRT