

Centres colorés du diamant comme sonde de supraconductivité en cellule à enclumes de diamant

Jean-François Roch

*Université Paris-Saclay, CNRS, ENS Paris-Saclay, CentraleSupélec, LuMin,
91190 Gif-sur-Yvette, France*

jean-francois.roch@ens-paris-saclay.fr

Les matériaux sous haute pression présentent des phases exotiques de la matière, avec l'apparition de phases supraconductrices atteignant des températures critiques records. Si les cellules à enclumes de diamant (CED) permettent d'atteindre des pressions supérieures à 100 GPa, le petit volume de l'échantillon rend extrêmement délicates l'utilisation de méthodes non optiques pour les caractérisations in situ. Je décrirai comment des centres colorés azote-lacune (NV) du diamant peuvent être fabriqués et exploités comme capteurs magnétiques intégrés à la CED afin de détecter l'effet Meissner du supraconducteur.

En adaptant les enclumes et l'intégration des centres NV, la technique de détection magnétique par centres NV permet d'explorer les phases magnétiques ou supraconductrices de nombreux composés sur une très large plage de pression, allant jusqu'au megabar. Cette méthode peut ainsi être appliquée à l'étude des cuprates sous pression, avec la possibilité de combiner les mesures magnétiques NV et la spectroscopie électronique de diffusion Raman pour déterminer le gap supraconducteur. Cette méthode permet également d'envisager l'étude des propriétés supraconductrices de composés moléculaires riches en hydrogène, les super-hydrures, pour lesquels des températures critiques records ont été observées. Cependant, des questions cruciales subsistent, liées à l'absence de reproductibilité des mesures de résistivité électrique sur des échantillons placés à des pressions supérieures au megabar. La détection optique de l'effet Meissner permettrait de contourner ces difficultés, ouvrant alors la voie à l'étude de nombreux matériaux qui peuvent être explorés par des méthodes ab initio.

Nous avons également montré que le diagnostic basé sur les centres NV peut être mis en œuvre sur une ligne de lumière synchrotron. La combinaison de ces techniques permettrait alors d'observer la supraconductivité et de déterminer simultanément la structure cristalline du super-hydrure supraconducteur qui possède une stœchiométrie non standard, comme par exemple H_3S ou LaH_{10} .

Ce travail est réalisé en collaboration avec Antoine Hilberer¹, Loïc Toraille², Marie-Pierre Adam¹, Baptiste Vindolet¹, Florent Occelli², Martin Schmidt¹, Thierry Debuisschert³, Dorothee Colson⁴ et Paul Loubeyre².

¹*Université Paris-Saclay, CNRS, ENS Paris-Saclay, CentraleSupélec, LuMin, 91190 Gif-sur-Yvette, France*

²*CEA, DAM, DIF, 91297 Arpajon, France*

³*Thales Research & Technology, 1 avenue Augustin Fresnel, 91767 Palaiseau cedex, France*

⁴*Université Paris-Saclay, CEA, CNRS, SPEC, F-91191, Gif-sur-Yvette, France*