

# Séminaire Général de Physique

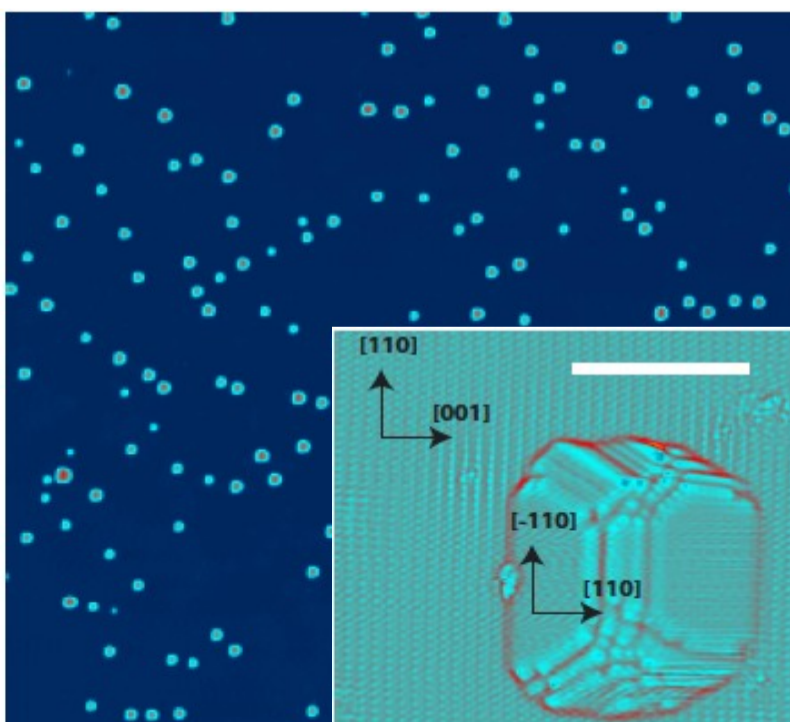
## La supraconductivité poussée dans ses retranchements

### Dimitri Roditchev

*LPEM (ESPCI-Paris) & INSP (Sorbonne Université)*

**Amphi PGG, vendredi 24 mai 2019, 10h**  
(café-croissants à partir de 9h40)

Découverte en 1911 à Leiden (Leyde, Pays-Bas) par le chercheur hollandais Heike Kamerlingh Onnes et ses collaborateurs, la supraconductivité, phénomène quantique macroscopique par excellence, est aujourd'hui utilisée dans de nombreux domaines et dispositifs de pointe : scanners IRM, accélérateurs de particules, fusibles, câbles, magnétomètres ultrasensibles, bits quantiques d'information, parmi beaucoup d'autres. Bien que la plupart de ces applications se fassent aux grandes dimensions, parfois allant jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres (câbles électriques supraconducteurs, par exemple), la nature quantique profonde de la supraconductivité fait appel aux échelles caractéristiques nanométriques. Et les scientifiques ont mis du temps à comprendre cela. Il a fallu attendre presque un quart de siècle après la découverte de Kamerlingh Onnes pour que la première longueur caractérisant un matériau supraconducteur, appelée longueur de pénétration  $\lambda_L$ , soit introduite par les frères Fritz et Heinz London. Elle caractérise l'échelle à laquelle les courants électriques et le champ magnétique s'atténuent à l'intérieur d'un matériau supraconducteur qui les expulse vers sa surface. La deuxième longueur, dite de cohérence  $\xi_{GL}$ , parfois associée à la « taille des paires de Cooper », a été introduite par Vitaly Ginzburg et Lev Landau 15 ans plus tard, en 1950. Elle correspond à la plus petite échelle à laquelle la fonction d'onde à N-corps du condensat supraconducteur peut évoluer dans l'espace. En fonction du matériau, ces deux longueurs varient entre 1 et 1000nm. La question simple se pose : la supraconductivité, existerait-elle dans des échantillons dont la taille dans une, deux ou toutes les trois directions devient plus petite que ces deux échelles caractéristiques ? Que se passe au-delà ou, plutôt, au-deçà ? Posées encore dans les années 50, c'est grâce aux progrès en techniques de microscopie à effet tunnel (STM), d'une part, et de nano-fabrication, d'autre part, que les réponses directes à ces questions ont été récemment apportées dans les expériences qui seront discutées au cours de ce séminaire.



*Image STM 500nm x 500 nm d'une collection de nanocristaux de Pb déposés sous ultravide sur la surface (110) du semi-conducteur InAs. Insert : le zoom différentiel sur un cristal permet d'identifier les facettes et l'ordre atomique du substrat InAs. Le plomb est un matériau dont la supraconductivité en-dessous de 7,3K a été découverte en 1913. Ces nano-îlots de Pb, sont-ils encore supraconducteurs ?*