



Conférence-débat LA SUPRACONDUCTION : AUJOURD'HUI ET DEMAIN

Mardi 26 janvier 2010 de 14h30 à 17h00

Organisateur Denis JÉROME
Membre de l'Académie des sciences

Académie
des sciences

14 h 30

Introduction

14 h 45

Denis JÉROME, *Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris-Sud, CNRS, Membre de l'Académie des sciences*

14 h 45

Les supraconducteurs à haute température : de surprise en surprise...

15 h 15

Julien BOBROFF, *Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris-Sud, CNRS*

Grande salle
des séances

15 h 15

Les fermions lourds : quand le magnétisme rencontre la supraconductivité...

15 h 45

Jean-Pascal BRISON, *CEA - Institut Nanosciences et Cryogénie (INAC) – Service de Physique Statistique, Magnétisme et Supraconductivité (SPSMS), CEA, Grenoble*

Palais de
l'Institut de
France

15 h 45

La supraconductivité est aussi organique

16 h 15

Claude BOURBONNAIS, *Université de Sherbrooke, Québec, Canada*

23, quai de Conti
75006 Paris

16 h 15

Des atomes froids aux supraconducteurs à température ambiante : vers une théorie de la supraconductivité

16 h 45

Thierry GIAMARCHI, *Département de Physique de la Matière Condensée (DPMC), Université de Genève, Suisse*



Conférence-débat

La supraconduction : aujourd'hui et demain

Mardi 26 janvier 2010

Ouverture

Denis JÉROME, *Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris-Sud,
CNRS, Membre de l'Académie des sciences*

La supraconduction : le mouvement perpétuel des électrons d'un anneau métallique placé à des températures inférieures à la température critique supraconductrice a été l'une des découvertes majeures d'un 20^e siècle d'ailleurs marqué par l'attribution de nombreuses distinctions Nobel liées au phénomène.

D'un point de vue expérimental et appliqué, la supraconduction permet la transmission de l'énergie sans perte et la lévitation magnétique, notamment pour les transports. La possibilité de créer de très forts champs magnétiques au moyen d'aimants supraconducteurs a été la clé du développement des accélérateurs de particules de dernière génération pour la physique des hautes énergies. Le domaine médical doit aussi beaucoup à la supraconduction puisque c'est la possibilité de détection de très faibles tensions qui a rendu possible la magnéto-encéphalographie, mais c'est surtout l'imagerie par résonance magnétique qui doit son existence à ce phénomène.

L'âge de pierre de la supraconduction correspond à sa naissance, il y a presque un siècle dans des métaux usuels tels le plomb, l'étain ou le mercure. Le phénomène est désormais parvenu à l'âge de fer avec les nouveaux composés arsenic-fer découverts en 2008 après avoir traversé l'âge de cuivre avec le bond spectaculaire observé en 1986 suite à la découverte des cuprates. Pour ne pas être en reste avec son temps, la supraconduction est même devenue organique en 1979.

Presque 50 ans ont été nécessaires pour l'établissement par John Bardeen et ses collègues d'un modèle théorique permettant la compréhension des supraconducteurs de l'âge de pierre. Toutefois, les découvertes récentes de supraconduction dans de nouveaux matériaux où elle n'était pas attendue suggèrent que les deux propriétés phares de la physique de la matière condensée, le magnétisme et la supraconduction, ne sont peut-être pas les ennemis héréditaires que le 20^e siècle nous avait laissé croire.

La possibilité d'une coopération entre magnétisme et supraconduction ainsi que les dernières expériences de simulation de la physique des atomes froids laissent entrevoir la possibilité de progrès considérables tant sur le plan d'une nouvelle théorie dépassant le modèle de Bardeen que sur celui de la découverte de nouveaux matériaux aux propriétés toujours mieux optimisées pour les applications.





Conférence-débat

La supraconduction : aujourd'hui et demain

Mardi 26 janvier 2010

Les supraconducteurs à haute température : de surprise en surprise ...

Julien BOBROFF, *Laboratoire de Physique des Solides – Université Paris Sud - CNRS*

Les cuprates supraconducteurs, des oxydes de cuivre découverts en 1986, ont suscité un engouement sans précédent chez les physiciens à cause de leur supraconductivité à des températures étonnamment élevées. Depuis, ils n'ont cessé de surprendre, tant par leurs propriétés supraconductrices originales que par leurs propriétés métalliques, qui échappent elles aussi aux paradigmes habituels de la matière condensée. On est encore loin de les comprendre, mais ils ont ouvert la voie à un nouveau champ de recherche, celui des électrons fortement corrélés. De nombreux autres systèmes à électrons fortement corrélés ont, depuis, été découverts, aux propriétés également surprenantes et riches en applications, de la magnéto-résistance géante dans les manganites aux pouvoirs thermoélectriques élevés dans les cobaltates. La découverte en 2008 de supraconductivité à haute température cette fois dans des composés à base de Fer, les pnictures, brouille encore plus les pistes. Trouvera-t-on un cadre commun pour comprendre le comportement singulier des électrons dans ces différentes familles de matériaux ? Voilà un des enjeux essentiels pour la physique des solides des années à venir.





Conférence-débat

La supraconduction : aujourd'hui et demain

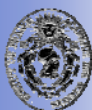
Mardi 26 janvier 2010

Les fermions lourds : quand le magnétisme rencontre la supraconductivité ...

Jean-Pascal BRISON, *CEA - Institut Nanosciences et Cryogénie (INAC) –
Service de Physique Statistique, Magnétisme et Supraconductivité (SPSMS),
CEA, Grenoble*

La découverte du premier supraconducteur à fermions lourds, qui remonte à 1979, a surtout suscité beaucoup de scepticisme avant que d'autres supraconducteurs de la même famille ne soient découverts quelques années plus tard. Et depuis, comme avec les autres supraconducteurs à électrons fortement corrélés, on n'a cessé d'aller de surprise en surprise alors même qu'on disposait d'une théorie microscopique du phénomène de la supraconductivité particulièrement précise et quantitative. Les évolutions conceptuelles qu'ont déclenchées ces découvertes ont irrigué tout le champ de recherche, stimulant un intérêt jamais démenti pour ces composés malgré les conditions extrêmes de basse température où la supraconductivité apparaît. La dernière "révolution" en date, c'est la coexistence fructueuse du ferromagnétisme et de la supraconductivité, confirmée maintenant dans trois composés différents.





Conférence-débat

La supraconduction : aujourd'hui et demain

Mardi 26 janvier 2010

La supraconductivité est aussi organique

Claude BOURBONNAIS, *Université de Sherbrooke – Québec - Canada*

La découverte du premier supraconducteur moléculaire organique célèbre ses trente ans. Résultat d'une collaboration féconde entre la chimie de synthèse organique et la physique de la matière condensée, les conducteurs moléculaires organiques sont des matériaux remarquables pour étudier l'apparition d'états de la matière inattendus et nouveaux. Ils permettent tout spécialement d'explorer l'émergence de la supraconductivité dans des conditions d'anisotropie spatiale très prononcée, s'approchant de celles que l'on trouve dans des systèmes parfaitement unidimensionnels ou bi-dimensionnels. Le mécanisme de condensation de paires d'électrons, qui est à l'origine de la supraconductivité, revêt alors un caractère singulier en se liant de manière énigmatique à d'autres mécanismes concurrents de mise en ordre comme l'antiferromagnétisme proche d'un isolant parfait. La compréhension de ce lien entre magnétisme et supraconductivité, sans pareil dans les supraconducteurs classiques, mobilise depuis plusieurs années une part importante des activités de recherche en physique de la matière condensée. Les supraconducteurs organiques pourraient bien se révéler comme des systèmes phares permettant de percer le mystère.





Conférence-débat

La supraconduction : aujourd'hui et demain

Mardi 26 janvier 2010

Des atomes froids aux supraconducteurs à température ambiante : vers une théorie de la supraconductivité

Thierry GIAMARCHI, *Département de Physique de la Matière Condensée
(DPMC), Université de Genève – Suisse*

Le phénomène remarquable de la supraconductivité a été expliqué par une théorie célèbre de Bardeen, Cooper et Schrieffer, récompensée entre autres par le prix Nobel en 1972. Bien que cette théorie marche pour la plupart des matériaux, nous connaissons maintenant de nombreux cas, et en particulier les fameux supraconducteurs à haute température critique, pour lesquels elle ne peut expliquer les phénomènes observés. L'explication théorique de la supraconductivité dans de tels matériaux reste donc un défi théorique majeur. Les expériences faites en physique des solides apportent bien évidemment des éléments de réponse, mais paradoxalement une aide importante pour comprendre ce mystère est également venue d'un domaine en apparence totalement différent : l'optique quantique. Il est en effet possible de créer des cristaux virtuels faits d'atomes piégés dans des réseaux de lumière et avec lesquels les ingrédients essentiels des théories peuvent être testés. Au delà du phénomène même de la supraconductivité, c'est un nouveau domaine de la physique qui s'ouvre, avec la perspective d'importantes découvertes.

