

Des champs magnétiques très intenses à l'Université de Genève : Inauguration d'un aimant supraconducteur de 21.3 Tesla



UNIVERSITÉ DE GENÈVE



L'aimant qui sera inauguré le 21 octobre au sein de la Section de Physique de l'Université de Genève est le premier aimant supraconducteur de laboratoire permettant non seulement d'atteindre un champ magnétique parmi les plus élevés réalisables aujourd'hui, 21.3 Tesla, mais, en plus, doté d'un écrantage dynamique. Cet écrantage permet de réduire drastiquement le champ magnétique à l'extérieur de l'aimant : en effet, à 3.5 mètres de l'aimant, il ne subsiste qu'un champ résiduel de 5 Gauss. L'aimant prototype de 21.3 Tesla et le cryostat dans lequel il est refroidi à 2.2 Kelvin ont été réalisés à Fällanden (Zurich) par la maison Bruker BioSpin AG, le leader mondial des spectromètres à résonance magnétique (NMR). Cette réalisation et les recherches correspondantes sont affiliées au pôle de recherche national MaNEP - *Materials with Novel Electronic Properties*, dont l'institution hôte est l'Université de Genève.

Un dispositif de mesure unique permet de caractériser l'effet des contraintes mécaniques sur les fils supraconducteurs à 4.2 K, lorsqu'ils sont traversés par de forts courants électriques, allant jusqu'à 1'000 Ampère, à des champs jusqu'à 21.3 Tesla. Ce nouveau dispositif a suscité un grand intérêt dans la communauté scientifique : de nombreuses collaborations avec des scientifiques et des industriels du monde entier sont en cours. De ce fait, les meilleurs fils supraconducteurs du monde sont actuellement étudiés à la Section de Physique de l'Université de Genève. Pour l'équipe du professeur René Flükiger, il s'agit d'optimiser les courants critiques dans des fils de Nb₃Sn, Nb₃Al, mais aussi de supraconducteurs à Haut T_c, en fonction du champ magnétique appliqué et surtout en fonction des contraintes mécaniques causées par les importantes forces électromagnétiques présentes à des champs magnétiques intenses.

Cet aimant est un prototype spécialement réalisé par Bruker BioSpin, qui l'a mis à disposition de l'Université de Genève. Son installation et son exploitation sont rendues possible par les ressources humaines et financières fournies d'une part par l'Université, d'autre part par le Fond National, au travers de MaNEP, et finalement par un soutien de la Confédération dans le cadre d'une collaboration CTI (Commission pour la Technologie et l'Innovation).

Les recherches utilisant le nouvel aimant sont menées dans deux directions :

Recherche fondamentale: vise à mieux comprendre les phénomènes gouvernant la supraconductivité. Il s'agit également de la mise au point de matériaux aux caractéristiques plus pointues (température critique, courant critique et champ critique plus élevés; meilleure tenue mécanique et stabilité chimique accrue).

Recherche appliquée, dans les domaines suivants:

- Mise au point de fils supraconducteurs destinés aux aimants des spectromètres à résonance magnétique (RMN) du futur. Ils opéreront à des champs plus élevés que ceux de la génération actuelle, ce qui permettra d'accroître d'autant la résolution des analyses.
- Développement de fils supraconducteurs pour les dipôles destinés aux grands accélérateurs de l'avenir, par exemple le "Next European Dipole" en cours d'étude au CERN.
- La réalisation de rubans supraconducteurs à base de matériaux de nouvelle génération : les oxydes dits "à haute température critique", destinés aux applications industrielles à grande échelle du futur. Citons le Maglev supraconducteur (Maglev : train à lévitation magnétique), le stockage de l'énergie électrique, etc.

Quelques caractéristiques de l'aimant

L'aimant de 21.3 Tesla installé à l'Université de Genève est constitué de plusieurs bobines supraconductrices concentriques. Les bobines extérieures sont faites à base de fils de NbTi, tandis que les bobines intérieures, celles produisant les plus hauts champs magnétiques, contiennent des fils en Nb₃Sn.

Espace libre au centre de la bobine : 64 mm de diamètre. Il permet d'insérer divers dispositifs expérimentaux afin d'effectuer des mesures aux champs magnétiques intenses produit par l'aimant.

Champs opérationnels :

- 19 Tesla à la température de 4.2 Kelvin, température de l'hélium liquide.

- 21.3 Tesla à 2.2 Kelvin ; on atteint cette température très basse à l'aide d'un "réfrigérateur lambda" situé dans le cryostat.

Poids de l'aimant et du cryostat : environ 1700 kg.

Énergie emmagasinée dans l'aimant à pleine charge : 2.9 Méga-joule.

Consommation en hélium liquide (pour le maintien de l'aimant à basse température) :

- 0.4 litres/heure sans champ magnétique
- 1 litre/heure avec champ magnétique