

# La Société Française de Physique célèbre les 100 ans de la supraconductivité

L'année 2011 marque le 100<sup>e</sup> anniversaire de la découverte de la supraconductivité dans le mercure, le 8 avril 1911 à Leyde, aux Pays-Bas, par Heike Kamerlingh Onnes et son équipe. Cette découverte a été rendue possible par la liquéfaction de l'hélium, trois ans auparavant, et couronnée du prix Nobel en 1913.

La supraconductivité est la première manifestation d'un état quantique à l'échelle macroscopique dans la matière condensée. Elle se caractérise par la perte de toute résistance électrique en dessous de la « température critique » du matériau,  $T_c$ , et par l'exclusion du champ électromagnétique.

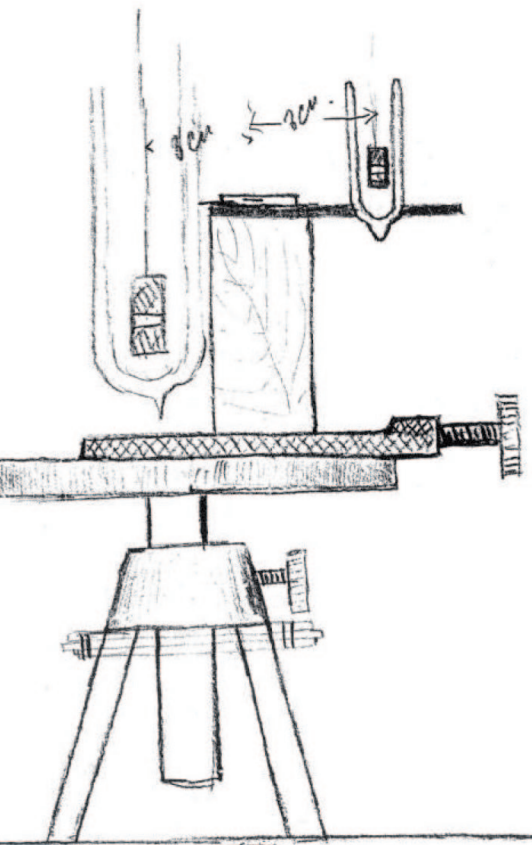
Bien que centenaire, la recherche sur la supraconductivité continue d'être ponctuée de découvertes spectaculaires, remettant en cause les paradigmes de la physique du solide. Ainsi, 1986 vit la découverte, par Georg Bednorz et Alex Müller, de la supraconductivité dans les cuprates à haute température critique. Là où l'on croyait que des  $T_c$  supérieures à 25 – 30 K étaient inatteignables à cause de la nature du mécanisme de la supraconductivité, celle des cuprates apparaît dans des oxydes isolants, qui deviennent conducteurs lorsque l'on y introduit, par dopage chimique, des porteurs de charge. Aussi récemment que 2008, la découverte de la supraconductivité dans des composés à base de fer a fait sensation.

Le lien de la recherche française avec la supraconductivité a toujours été très fort, et le reste aujourd'hui. L'influence du groupe d'Orsay et de Pierre-Gilles de Gennes sur le sujet garde toute son importance à travers le monde à ce jour, le livre fondateur de de Gennes [1] étant toujours le principal ouvrage didactique sur le sujet. Suite à l'une de ses propositions, la France a été le théâtre de la mise en évidence du réseau de vortex par diffraction neutronique par Daniel Cribier et ses collaborateurs à Saclay en 1964 ; puis ce furent les découvertes des chalcogénures de plomb, supraconducteurs bidimensionnels à très fort champ critique (Roger Chevrel, Marcel Sergent et Jacques Prigent, Rennes, 1971) et de la supraconductivité dans les sels organiques de Bechgaard (Denis Jérôme, Orsay, 1978).

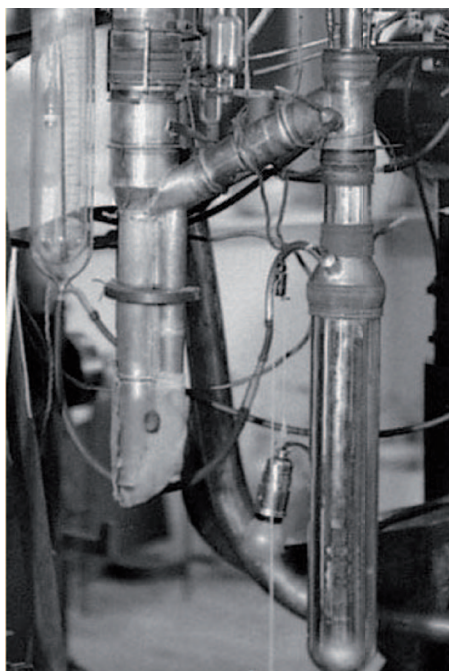
H																He	
Li	Be									B	C	N	O	F	Ne		
Na	Mg									Al	Si	P	S	Cl	Ar		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn						

La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

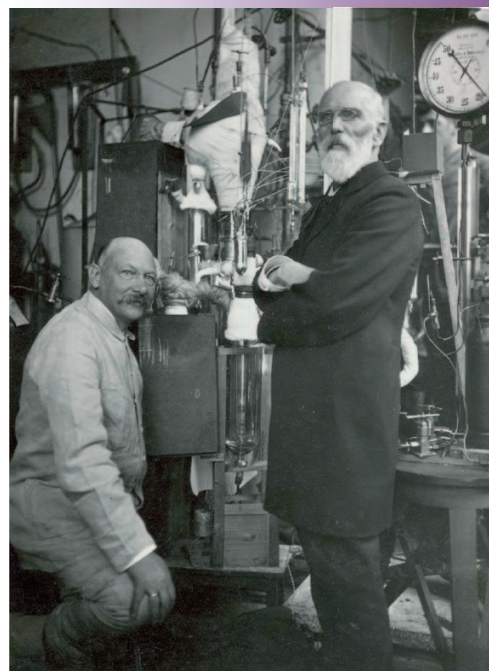
**Les éléments supraconducteurs.** Loin d'être rare, la supraconductivité se manifeste dans tous les éléments colorés en vert. En plus, 24 autres éléments sont supraconducteurs sous haute pression (bleu clair). Le carbone et le silicium deviennent supraconducteurs lors d'un dopage adéquat. Le bismuth est supraconducteur sous forme de couche mince ou de nanofil.



Croquis des premières expériences de courant permanent effectuées en 1914.



Dispositif expérimental du 8 avril 1911, lorsque la supraconductivité du mercure a été découverte.



Heike Kamerlingh Onnes (à gauche) et Johannes Diderick van der Waals, en 1913.

À partir des années 1980, de très importantes contributions à l'élaboration de nouveaux supraconducteurs à base d'éléments aux niveaux électroniques  $f$  partiellement remplis, les « fermions lourds », ont été effectuées par les physiciens et chimistes grenoblois.

Aujourd'hui, l'effort soutenu dans le domaine de la supraconductivité fait que les physiciens français sont parmi les principaux acteurs lorsqu'il s'agit d'études fondamentales sur le sujet. En particulier, des contributions essentielles ont été apportées et continuent de l'être en ce qui concerne les propriétés électroniques et la structure magnétique de l'état normal des cuprates, et sur leur supraconductivité exotique. Dans les cinq dernières années notamment, des mesures à très fort champ (Toulouse), des expériences de diffusion neutronique (Saclay), de résonance magnétique nucléaire (Orsay) et de spectroscopie Raman (Paris) ont eu un impact mondial. La France, et particulièrement les groupes de Lyon, Orsay et Grenoble, est également en pointe en ce qui concerne la supraconductivité dans les composés à liaisons covalentes, comme le silicium et le diamant.

L'année 2011 a été très riche en événements commémorant la découverte de la supraconductivité, et mettant ce phénomène en valeur. Ces derniers ont été le fruit du

travail bénévole acharné de chercheurs à travers le pays, en particulier du groupe de Julien Bobroff à Orsay. Cependant, ils n'auraient pas pris la même ampleur sans l'apport du Centre National de la Recherche Scientifique, du Triangle de la Physique du Plateau de Saclay, et de la Société Française de Physique. On mesure leur succès à l'aune du site *web* sur la supraconductivité, unique, que l'on trouve sur [www.supraconductivite.fr/fr/index.php](http://www.supraconductivite.fr/fr/index.php). Un survol des activités dans le cadre du centenaire est disponible sur [www.cnrs.fr/supra2011/](http://www.cnrs.fr/supra2011/), tandis qu'une centaine d'articles sont mis à disposition gratuitement sur <http://iopscience.iop.org/page/centenary>.

À l'occasion du centenaire de la supraconductivité, le bureau de la division « Physique de la matière condensée » de la SFP a voulu compléter ce tableau en publiant, dans *Reflets de la Physique*, une série d'articles qui survolent l'activité scientifique contemporaine sur ce thème. Le dossier comporte un article d'introduction (dans ce numéro) et sera suivi (n°28) d'un papier sur les lignes de flux magnétique quantifié, ou vortex. On présentera ensuite des articles thématiques sur la supraconductivité à haute température critique, celle des matériaux covalents, et les supraconducteurs magnétiques. Le dossier sera clos par une revue historique et un article sur les applications. ■

[1] P.G. de Gennes, *Superconductivity of metals and alloys*, Benjamin (1964) (réédition : Advanced Book Classics (1999), 274 p., 52 \$).

**Kees van der Beek** ([kees.vanderbeek@polytechnique.edu](mailto:kees.vanderbeek@polytechnique.edu))  
 Directeur de recherche au CNRS, Président de la division « Physique de la matière condensée » de la SFP  
 Laboratoire des Solides Irradiés, École polytechnique, 91128 Palaiseau Cedex