

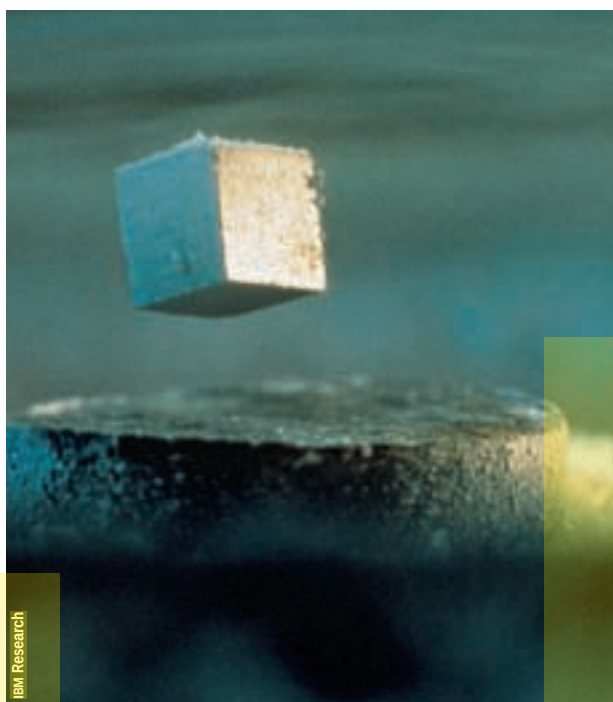
La supraconduction à haute température

JOHN KIRTLEY • CHANG TSUEI

Des expériences qui testent des phénomènes quantiques dans les matériaux conduisent vers une explication de la supraconduction à haute température.

Le 18 mars 1987, dès 19 heures 30, la salle de réception de l'hôtel Hilton de New York est comble. Plus de 2 000 physiciens s'y pressent, entassés jusque dans les couloirs, pour assister à une séance de communications du congrès de la Société américaine de physique. Cette séance, programmée à la va-vite en raison du grand nombre de communications envoyées en dernière minute, se prolonge jusqu'à trois heures du matin, sans que l'attention des participants faiblisse. Ceux-ci parleront ensuite d'un «Woodstock de la physique».

Quelques mois avant, à la fin de 1986, Georg Bednorz et Alexander Müller, de la Société IBM à Zurich, ont fait sensation en annonçant qu'un oxyde de cuivre, de baryum et de lanthane devient supraconducteur (il perd toute résistance électrique) au-dessous de la température critique de 35 kelvins (-238°C). Quoique basse, cette température est supérieure de plus de dix degrés aux températures critiques les plus élevées des supraconducteurs classiques, métaux ou alliages. Rapidement, des équipes se sont passionnées pour le phénomène ; leurs explorations les ont conduites à des matériaux nouveaux dont les températures critiques sont supérieures à 90 kelvins ; des rumeurs de supraconduction à 130 ou à 240 kelvins se sont même répandues. Cette animation est compréhensible : la décou-



1. LA LÉVITATION D'UN PETIT AIMANT au-dessus d'un supraconducteur à base d'yttrium préfigure peut-être des applications industrielles telles que la lévitation des trains.

verte d'un matériau qui serait supraconducteur à la température ambiante (autour de 300 kelvins) bouleverserait l'électricité et l'électronique.

Dès le mois de mars 1987, des physiciens présentent donc leurs résultats théoriques et expérimentaux sur les nouveaux supraconducteurs. Les utilisations potentielles de ces matériaux ne sont pas leur seule motivation. Certains d'entre eux craignent aussi que ces oxydes de cuivre, nommés cuprates, ne livrent leurs secrets à d'autres collègues ; le prix Nobel de physique a déjà été attribué quatre fois (un record pour un seul sujet) pour des

travaux sur la supraconduction. Ceux qui élaboreraient la théorie de la supraconduction à haute température seraient certainement honorés de cette distinction (quelques mois plus tard, G. Bednorz et A. Müller reçoivent effectivement le prix Nobel de physique pour leur découverte).

Aujourd'hui, presque dix ans ont passé, mais des milliers de physiciens essaient encore de comprendre pourquoi et comment les cuprates sont supraconducteurs à de si hautes températures. Ces questions restent ouvertes, mais les progrès ont été considérables. Des expériences récentes montrent des différences fondamentales entre les cuprates et les supraconducteurs classiques : leurs résultats contribuent à réduire le nombre de théories possibles. Elles indiquent en particulier que l'une d'entre elles mérite l'attention des physiciens : la théorie de l'onde de spin, selon laquelle la supraconduction est liée à l'excitation collective des moments magnétiques, ou spins, des atomes.

L'idée que le magnétisme soit à l'origine du phénomène est incompatible avec la théorie classique de la supraconduction à basse température. Cette dernière apparaît lorsque les électrons s'apparient en «paires de Cooper» (d'après Leon Cooper, de l'Université de l'Illinois, qui a introduit ce concept). Contrairement aux