

Zeitschrift: Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique
Herausgeber: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
Band: - (1993)
Heft: 18

Artikel: Nouveau coup de chaleur sur la supraconductivité
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-556018>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Nouveau coup de chaleur sur la supraconductivité

La supraconductivité permet le transport de l'électricité sans perte. Mais les matériaux supraconducteurs doivent être refroidis à de très basses températures. Alors que depuis cinq ans la recherche n'avait plus connu de progrès spectaculaires, une équipe du Poly a gagné six degrés d'un coup.

Décidément, le climat du canton de Zurich semble propice aux records en matière de «supraconductivité». En 1987, Alex Müller et Georg Bednorz du Centre de recherche IBM de Rüschlikon recevaient le Prix Nobel de physique pour «une découverte ouvrant de nouveaux horizons...», dit le jury de Stockholm. Les deux hommes avaient en effet découvert la formule d'un matériau capable de conduire le courant électrique sans perte à -238°C , alors que les scientifiques stagnaient à -250°C depuis 25 ans. Tout récemment, c'est l'équipe du Prof. Hans Rudolf Ott (A. Schilling, M. Cantoni et J.D. Guo) au laboratoire de physique du solide de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich, qui a franchi une nouvelle étape: l'élaboration d'un matériau qui ne demande que -140°C pour devenir supraconducteur. Mais que signifie ce nouveau record mondial?

L'énergie électrique est merveilleusement pratique. Elle a cependant deux inconvénients majeurs: premièrement, on en perd une partie en la transportant; deuxièmement, on ne peut pas la stocker en grande quantité.

La supraconductivité gomme potentiellement ces deux défauts. Dans un câble supraconducteur, l'électricité circule en effet sans perte; de plus, elle peut être conservée théoriquement à volonté dans des anneaux de stockage supraconducteurs. Vient alors à l'esprit le fameux «mouvement perpétuel», ce phantasme d'appareillage qui pourrait tourner *ad aeternam* sans apport d'énergie. Mais, alors que le mouvement perpétuel est condamné à rester un rêve parce qu'il contredit les lois de la nature, la supraconductivité, qui est déjà utilisée en physique expérimentale, est en passe de devenir une réalité quotidienne.

Pour annuler la résistance d'un fil de métal ou d'une bobine destinée à servir d'aimant, il faut les refroidir intensément. Au voisinage du zéro absolu (-273°C , le plus grand froid qu'il est possible d'atteindre), même des matériaux ordinaires comme l'aluminium deviennent supraconducteurs. Ce qui se passe à cet instant échappe au regard, comme l'explique le Prof. Ott: «A ce froid intense, les électrons de conduction du métal tombent soudainement dans un état très ordonné qui laisse passer l'électricité sans perte. A plus haute température au contraire, comme

c'est le cas dans notre environnement, cet ordre est rompu, donnant naissance à une résistance dans le passage du courant: une partie de l'énergie électrique se transforme en chaleur...»

Si la chaleur dégagée par la résistance des matériaux conducteurs est mise à profit dans bon nombre d'appareils ménagers – comme les cuisinières ou les sèche-cheveux – ces pertes sont malvenues sur les longs parcours des lignes à haute-tension ou dans les bobinages des transformateurs.

Lorsqu'en 1911 la supraconductivité fut découverte par le Hollandais K. Onnes,

on était très loin du but. Il fit l'expérience avec du mercure plongé dans de l'hélium liquide, à -269°C ! Pour engendrer ce froid extrême, il dut évidemment dépenser énormément d'énergie – bien plus qu'il aurait pu en épargner grâce à l'absence de résistance du mercure. Depuis lors, l'idée d'obtenir une supraconductivité économique ne lâcha pas le monde scientifique. On chercha donc longuement des matériaux dotés d'une meilleure «température critique» – nom donné au point où un conducteur d'électricité devient soudainement supraconducteur.



Verdict de l'ordinateur relié aux instruments de mesure: la supraconductivité s'installe à -140°C ...

Il y a seulement sept ans, les physiciens rêvaient encore, sans trop y croire, à une température critique de -196°C , celle qui règne dans l'azote liquide. Car l'azote, premier composant de l'atmosphère, est relativement facile à liquéfier et à manipuler. Et il coûte dix fois moins cher que l'hélium liquide.


«Oxydes», tel est le truc

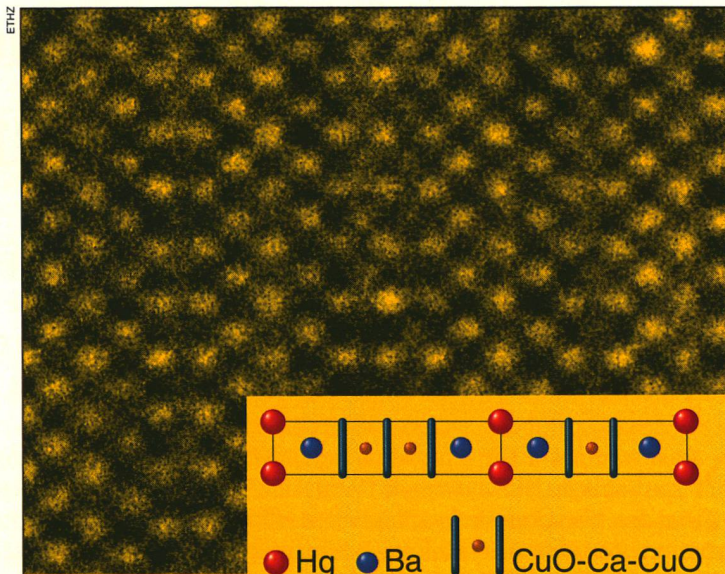
Pour franchir le pas décisif qui leur valut le prix Nobel, Alex Müller et Georg Bednorz n'avaient pas utilisé des alliages de métaux purs, mais des associations d'oxydes métalliques. Leur mélange miraculeux se composait ainsi d'oxydes de *baryum*, de *lanthane* et de *cuivre*.

Lorsque la communauté scientifique apprit que les oxydes pouvaient être de bons supraconducteurs, une course vers les hautes température débuta, surtout dans les laboratoires américains et japonais. 24 heures sur 24, les physiciens se mirent à mélanger divers composants dans des creusets – à l'instar des préparations alchimiques du Moyen-Age. A l'Université d'Houston (Texas), la recette de Bednorz et Müller reçut quelques modifications: l'*yttrium* remplaça le *lanthane*. A la joie des chercheurs qui obtinrent l'effet magique dès -180°C !

La montée vers la chaleur se poursuivit ainsi rapidement jusqu'en 1988, atteignant -146°C . Puis la recherche mondiale plafonna à nouveau.

Il a donc fallu attendre jusqu'à ce printemps pour que l'équipe du Prof. Ott du Poly de Zurich monte encore la barre de six degrés, avec un matériau composé d'oxydes de *mercure*, de *baryum*, de *calcium* et de *cuivre*. Avec en plus un avantage économique très important: au contraire des matériaux précédents qui contenaient de l'yttrium ou du lanthane, aucun des composants de la recette du Poly n'est coûteux.

Cependant un bon matériau supraconducteur ne doit pas seulement avoir une bonne température critique. Il doit pouvoir laisser passer une grande densité de courant, et ne pas être trop sensible au magnétisme qui lui fait quitter l'état de supraconductivité. De surcroît, contrairement aux métaux qui se laissent librement façonner pour donner des fils, les oxydes sont fragiles: ils ont une nette tendance à la rupture. Néanmoins, les physiciens sont sur le bon chemin pour résoudre ces difficultés. Rien qu'en Suisse, en dehors de l'équipe du Prof. Ott, une vingtaine de groupes de recherche travaillent sur différents aspects du problème. Certains se sont attelés à la théorie, d'autres essayent de fabriquer des fils, des rubans, ou encore des couches minces pour créer un jour des puces ultra-rapides... 



Vu au microscope électronique à transmission, le matériau supraconducteur développé par l'équipe du Prof. Ott. A ce très fort grossissement, on distingue les atomes de l'arrangement cristallin. Les chercheurs n'ont pas encore bien compris les mécanismes qui permettent à la supraconductivité de s'installer dès -140°C . L'élaboration d'une bonne théorie à l'échelle microscopique fait ainsi partie des priorités de la recherche.

C'est déjà demain

La supraconductivité est déjà une réalité quotidienne dans certains laboratoires de recherche dotés d'accélérateurs de particules et grands consommateurs d'électricité. A l'Institut Paul Scherrer (PSI) à Villigen (AG), par exemple, on développe des câbles supraconducteurs pour le transport du courant électrique et la création d'aimants puissants. Depuis 1992, le PSI dispose même d'une installation spéciale – SULTAN – pour ses tests. Le CERN, à Genève, est aussi très actif dans le domaine.

Dès le tournant du siècle, la supraconductivité devrait également entrer largement dans le domaine public. Un tour d'horizon:

Médecine: Les appareils de diagnostic et de traitement qui nécessitent un important champ magnétique (scanner RMN, par exemple) profiteront plus largement des aimants supraconducteurs.

Transports publics: Les trains à sustentation magnétique se déplaceront sans frottement, dépensant un minimum d'énergie. L'Allemagne (avec son «Transrapid») et le Japon (avec le «Maglev») étudient déjà des prototypes.

Réseaux électriques: Des génératrices électriques munies de bobines supraconductrices amélioreront le rendement des turbines; des câbles électriques supraconducteurs transporteront l'énergie sans pertes; des anneaux supraconducteurs stockeront l'énergie aux heures creuses pour la distribuer aux usagers aux heures de pointe.

Informatique: Avec les puces supraconductrices, ce sera la fin de l'échauffement des circuits. Il deviendra alors possible de construire des supercalculateurs d'un format de poche.

Fusion thermonucléaire: C'est sans doute la plus prometteuse des applications. Seuls les aimants supraconducteurs pourront produire – d'une manière économique – les très forts champs magnétiques nécessaires à contraindre les noyaux d'hydrogène à fusionner entre eux pour libérer de l'énergie.