



SUPRA 100

ART & SCIENCE

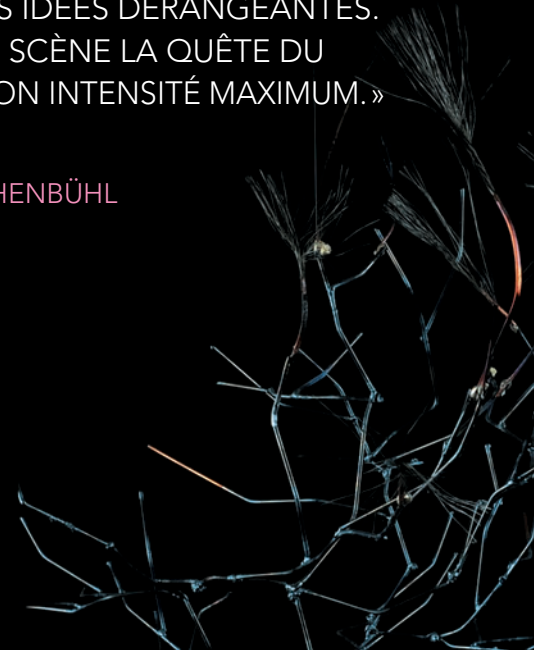
« DANS LA RECHERCHE FONDAMENTALE, LE CHERCHEUR N'EST PAS TENU D'INVENTER QUELQUE CHOSE DE SPÉCIFIQUE. IL EST LÀ POUR QUESTIONNER LA NATURE, L'UNIVERS. LORSQU'IL FAIT UNE DÉCOUVERTE, CELA PEUT N'AVOIR AUCUNE CONSÉQUENCE MAJEURE, COMME CELA PEUT DÉBOUCHER SUR UNE RÉVOLUTION.

Le pôle de recherche national MaNEP – Materials with Novel Electronic Properties – axe un grand nombre de ses recherches sur la supraconductivité. Il est basé à l'Université de Genève et rassemble un réseau de plus de 250 physiciens de Suisse autour de la recherche sur les matériaux électroniques du futur.

Etienne Krähenbühl est un artiste suisse renommé, connu notamment pour son travail impliquant des matériaux innovants et surprenants, tels que les métaux «à mémoire de forme». La supraconductivité a tout naturellement séduit l'artiste, qui une nouvelle fois a su nous surprendre par la magie et la légèreté de son approche sculpturale.

LE CÔTÉ INTÉRESSANT DE L'ARTISTE, C'EST QU'IL EXPRIME DES IDÉES DÉRANGEANTES. AINSI, QUAND LA QUÊTE DE L'ARTISTE L'AMÈNE À METTRE EN SCÈNE LA QUÊTE DU SCIENTIFIQUE, LA DÉMARCHE DE QUESTIONNEMENT ATTEINT SON INTENSITÉ MAXIMUM.»

— ETIENNE KRÄHENBÜHL





À L'OCCASION DES CENT ANS DE LA DÉCOUVERTE DE LA SUPRACONDUCTIVITÉ,
LE PÔLE DE RECHERCHE NATIONAL MANEP ET L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE
S'ASSOCIENT AVEC LE MONDE DES ARTS, AFIN DE FAIRE DÉCOUVRIR AU GRAND PUBLIC
CE PHÉNOMÈNE PHYSIQUE EMPREINT DE MAGIE.

AVEC SA SCULPTURE, ETIENNE KRÄHENBÜHL
JETTE UN REGARD NOVATEUR SUR CE PHÉNOMÈNE
ET EN OFFRE UNE LECTURE ORIGINALE.

Aujourd'hui, la supraconductivité est un champ de recherche très actif. Différents domaines comme la médecine, l'énergie, les transports et les télécommunications bénéficient déjà des avancées scientifiques réalisées autour des matériaux supraconducteurs. Même si ces derniers nécessitent qu'on les refroidisse à de très basses températures, la supraconductivité est déjà bien présente autour de nous et ses applications s'étendent au fil des décennies.

Ce qui était considéré comme une véritable utopie voilà trente ans, à savoir découvrir des matériaux supraconducteurs à la température de l'azote liquide, est devenu réalité en 1987. Depuis, outre le développement de nouvelles applications, le rêve ultime de tout physicien des matériaux est de trouver un supraconducteur qui présente cet état sans refroidissement, à température ambiante. Cette découverte révolutionnerait véritablement notre quotidien. Utopie ou pas, l'avenir nous le dira.

The image features a dark, almost black background. At the top, there are several pine branches with thin, dark needles and a few small, reddish-brown cones. At the bottom, there is a diagonal section of a light-colored, textured wooden surface, possibly a table or a piece of wood, showing natural grain patterns and some darker spots. The text 'SUPRART' is centered in the middle of the image.

SUPRART



«LORSQU'ON M'A SOLlicitÉ POUR RÉALISER UNE ŒUVRE SUR LA SUPRACONDUCTIVITÉ,
JE SUIS ENTRÉ DANS UNE PÉRIODE D'EXPLORATION. QUEL SENS DONNER À CE TRAVAIL ?
QUELLE HISTOIRE RACONTER ?»

Quand on se sert d'un téléphone portable, d'un ordinateur ou de n'importe quel appareil électrique, on remarque bien vite qu'il chauffe: c'est parce que le courant électrique rencontre une résistance. Les électrons (autrement dit les particules qui véhiculent l'énergie électrique) sont gênés dans leur course par la structure atomique du matériau conducteur (fil électrique, circuit imprimé, etc.). Cet échauffement représente une perte d'énergie importante.





Au contraire, les matériaux supraconducteurs, lorsqu'on les refroidit au-dessous d'un certain seuil – la *température critique* – n'opposent plus aucune résistance au courant. Ce phénomène a été découvert en 1911 par les Néerlandais Heike Kamerlingh Onnes et Gilles Holst dans le mercure refroidi avec de l'hélium liquide à -269°C . Dans l'état supraconducteur, les électrons évoluent par paires, ce qui leur permet de circuler plus efficacement dans le matériau et qui explique la disparition de la résistance (théorie de Bardeen, Cooper et Schrieffer, dite théorie BCS). Un supraconducteur peut ainsi transporter jusqu'à cent cinquante fois plus de courant qu'un métal ordinaire, comme le cuivre, de mêmes dimensions !

« UN JOUR, ON M'A DONNÉ DES ÉCHANTILLONS DE CÂBLES SUPRACONDUCTEURS. JE LES AI OUVERTS ET J'AI DÉCOUVERT LES FIBRES QUI LES COMPOSENT. CES FIBRES JOUENT AVEC LE VENT, LA LUMIÈRE, LE TEMPS; ELLES SONT DIAPHANES, FRAGILES, ET POURTANT CAPABLES DE CANALISER UNE ÉNERGIE INCROYABLE. JE ME TROUVAIS EN PRÉSENCE DE CE « PRESQUE RIEN » FONDAMENTAL À PARTIR DE QUOI TOUT EST POSSIBLE. IMMÉDIATEMENT, MON IMAGINAIRE S'EST MIS EN MARCHÉ. »





UTOPIE! ET ALORS?

A l'époque des premiers ordinateurs, qui pesaient 30 tonnes et occupaient 70 mètres carrés, l'utopie était de créer un ordinateur d'une tonne. L'ordinateur et le téléphone multimédia portables étaient inimaginables, car les transistors et les microprocesseurs n'avaient pas encore été inventés. L'utopie fut largement dépassée par la réalité, comme on le sait.

Les supraconducteurs d'aujourd'hui, avec leurs exigences de refroidissement à très basse température, sont un peu comme les ordinateurs de l'après-guerre. En 1985, il était utopique d'imaginer des matériaux supraconducteurs à la température de l'azote liquide (-196°C). On sait aujourd'hui que cette utopie est devenue réalité et que, grâce à ces nouveaux matériaux, la révolution a déjà commencé. Ils n'attendent plus que la découverte qui les affranchirait du froid et leur permettrait de donner la pleine mesure de leurs capacités... à température ambiante.

SUPRANUAGE

«AU-DESSUS DE NOS TÊTES, LE NUAGE DE FIBRES. CE NUAGE QUI CHANGE AVEC LA LUMIÈRE FLOTTE COMME UN «SIGNE» DIVIN. IL SYMBOLISE POUR MOI L'UTOPIE D'UNE SOCIÉTÉ EN TRAIN DE VIVRE **UNE MUTATION RADICALE**; IL EST ÉGALEMENT PORTEUR D'UN IDÉAL, D'UN **ESPOIR**, D'UNE AUTRE RÉVOLUTION, QUI EST CELLE DE L'ÉNERGIE. C'EST LE RÊVE DES SCIENTIFIQUES: **UNE SUPRACONDUCTIVITÉ À TEMPÉRATURE AMBIANTE**. CES FIBRES SONT LE TISSU NEURONAL DE LA SUPRACONDUCTIVITÉ. »



SUPRASPHÈRE

« SOUS LE NUAGE, UNE SPHÈRE, EN LÉVITATION SUR UN PLAN CARRÉ. CETTE SPHÈRE, C'EST NOTRE PLANÈTE. LE PLAN CARRÉ, C'EST LA CRÉATION DE L'HOMME. IL EST SYMÉTRIQUE, SIMPLE, POUR QUE TOUTE L'ATTENTION SE CONCENTRE SUR LE PHÉNOMÈNE. ON AURAIT PU CHOISIR DE L'INOX, UN MATÉRIAU COMPOSITE, QUELQUE CHOSE DE BIEN TECHNOLOGIQUE... IL S'AGIT EN FAIT D'UNE GRAVURE SUR PAPIER RÉALISÉE AVEC UNE MATRICE D'ACIER ROUILLÉ. CAR CE CARRÉ MARQUÉ PAR LE TEMPS, C'EST AUSSI NOTRE HISTOIRE. »

ATTRACTION ET RÉPULSION

Face à un champ magnétique – un aimant – le supraconducteur refroidi au-dessous de sa température critique génère un champ magnétique exactement opposé (effet Meissner). Les deux champs se repoussent, ce qui permet à l'aimant de flotter au-dessus du supraconducteur ou vice-versa. Dans la sculpture d'Étienne Krähenbühl, l'aimant est caché dans la sphère et le supraconducteur sous la gravure.

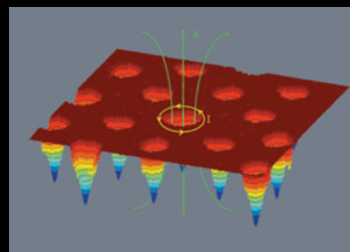


Certains supraconducteurs peuvent même être piégés dans le champ magnétique d'un aimant. Si on les déplace, ils reviennent à leur position de départ. Si on retourne l'aimant, ils flottent au-dessous de l'aimant sans le quitter.

Dans ces supraconducteurs, le champ magnétique pénètre sous forme de vortex – des sortes de tourbillons d'électrons. L'ancrage ou le piégeage de ces vortex par les impuretés et les défauts du matériau produit une force qui retient le supraconducteur lorsqu'il lévite dans le champ magnétique de l'aimant et assure ainsi sa grande stabilité.

SUPRALÉVITATION

« DÈS LE DÉPART, IL ÉTAIT VITAL POUR MOI DE MARQUER LA DIFFÉRENCE ENTRE LA LÉVITATION D'UN SUPRACONDUCTEUR ET L'EFFET CLASSIQUE D'UN ÉLECTROAIMANT. DANS CETTE DIFFÉRENCE RÉSIDAIT LE SENS MÊME DE MON TRAVAIL. LA RÉPONSE, C'EST QUE L'OBJET SUPRACONDUCTEUR EN LÉVITATION « MÉMORISE » EN QUELQUE SORTE LE CHAMP MAGNÉTIQUE DANS LEQUEL IL SE TROUVE. IL SE DÉPLACE À SA GUISE. IL A L'AIR LIBRE, MAIS IL EST AUSSI CAPTIF; PRISONNIER, MAIS AVEC UNE VIE PROPRE. »



Les grandes découvertes sont souvent le fruit d'une démarche non conventionnelle. Comme d'innombrables chercheurs, le Suisse K. Alex Müller et son collègue allemand J. Georg Bednorz testent de nouveaux matériaux. Leur coup de génie, c'est d'avoir cherché la supraconductivité ailleurs que dans des alliages conduisant naturellement le courant électrique; c'est ainsi qu'ils parviennent en 1986 à découvrir qu'un oxyde, réputé mauvais conducteur, devient supraconducteur à -238°C ! Depuis, on a mis en lumière de nouveaux supraconducteurs de la même famille jusqu'à -135°C , où la supraconductivité est obtenue simplement en refroidissant avec de l'azote liquide.

SUPRAMYSTÈRE

« IL ÉTAIT IMPORTANT QUE, DANS CETTE SCULPTURE, ON NE VOIE AUCUN MÉCANISME, QUE TOUT DEMEURE MYSTÉRIeux, MAGIQUE. AUTANT DIRE QUE, POUR QUE MON RÊVE SE MATÉRIALISE, LES TECHNICIENS ET LES SCIENTIFIQUES ONT DÛ ACCOMPLIR DES PROUESSES: LA MAINTENANCE DU DISPOSITIF AUX TEMPÉRATURES BASSES INDISPENSABLES, LES MOUVEMENTS ALÉATOIRES DE LA SPHÈRE, TOUT CELA SANS QUE RIEN N'APPARAISSE... CE RÊVE EST DEVENU RÉALITÉ GRÂCE À EUX. »

SUPRAAPPLICATIONS

AUJOURD'HUI LA SUPRACONDUCTIVITÉ EST UN DOMAINE DE RECHERCHE EN EFFERVESCENCE. LES MATÉRIAUX SUPRACONDUCTEURS À TRÈS BASSES TEMPÉRATURES ONT DÉJÀ TROUVÉ DE NOMBREUSES APPLICATIONS. DEPUIS LA DÉCOUVERTE DE MATÉRIAUX SUPRACONDUCTEURS À DES TEMPÉRATURES PLUS ÉLEVÉES – LES SUPRACONDUCTEURS À HAUTE TEMPÉRATURE CRITIQUE POUVANT ÊTRE REFROIDIS À L'AZOTE LIQUIDE –, ON OSE RÊVER À LA SUPRACONDUCTIVITÉ À TEMPÉRATURE AMBIANTE.

VOYONS D'UN PEU PLUS PRÈS DE QUOI LES SUPRACONDUCTEURS SONT DÉJÀ CAPABLES ET CE QU'ILS NOUS PROMETTENT POUR DEMAIN.

La croissance exponentielle de la téléphonie, de l'informatique et d'Internet représente un marché gigantesque; son explosion a pourtant un prix non négligeable: 10% de l'électricité produite sur la planète est engloutie par les nouveaux médias.

Demain, avec des supraconducteurs à température ambiante, votre ordinateur ne chaufferait presque plus et verrait sa consommation et sa taille réduites, pour des performances décuplées.

SUPRAMÉDIAS

Savez-vous que lorsque vous téléphonez avec votre portable, la supraconductivité peut vous assurer une meilleure qualité de communication? En effet, les filtres micro-ondes supraconducteurs permettent de multiplier le nombre d'appels passant par une même bande de fréquence, tout en réduisant les bruits parasites. Pour une même puissance, la distance entre émetteurs peut ainsi être augmentée, réduisant la pollution électromagnétique. 4000 filtres de ce type sont déjà en fonction aux Etats-Unis et pratiquement tous les pays industrialisés financent le développement de ces filtres!

Dans les fibres optiques, les détecteurs de photons à base de supraconducteurs permettent d'optimiser la lecture des signaux de manière spectaculaire: ils peuvent réagir sous l'impact d'une seule particule de lumière, d'un seul photon! Ils sont appelés à jouer un rôle dans les installations de transport d'information par voie optique à très haut débit sur de longues distances et dans de nouveaux protocoles de transmission de données sécurisées (cryptographie quantique).





SUPRAÉNERGIE

Les tensions croissantes autour de l'approvisionnement énergétique et la brutale remise en question de la filière nucléaire conduisent aujourd'hui de nombreux gouvernements à repenser leur stratégie énergétique. Parce qu'ils permettent d'optimiser de manière spectaculaire la production, le transport et l'utilisation du courant, les supraconducteurs sont naturellement appelés à jouer un rôle clé. Plusieurs projets sont en cours.

Dans la région new-yorkaise, 600 mètres de câbles supraconducteurs expérimentaux refroidis à l'azote liquide permettent de transporter cinq fois plus de courant qu'un câble conventionnel pour un même encombrement et alimentent environ 600 000 habitants.

Dans les centrales électriques de Preston, en Grande-Bretagne, et de Boxberg, en Allemagne, deux limiteurs de courant supraconducteurs viennent d'être mis en service. Ce dispositif limite instantanément le courant dès qu'un court-circuit se produit, avant que des dégâts ne soient occasionnés au réseau.

Ces projets laissent entr'apercevoir un avenir prometteur en termes d'énergie renouvelable. Ces avantages sont obtenus avec les supraconducteurs connus, mais la supraconductivité à température ambiante permettrait de faciliter encore le transport d'énergie, en nous affranchissant du refroidissement à l'azote liquide et en permettant d'augmenter la puissance transportée, le rendant du coup meilleur marché.

Le barrage d'Hirschaid, en Allemagne, accueillera le premier générateur supraconducteur à haute température critique. Courant 2011, ce générateur sera monté sur la turbine à la place de l'ancien, sans qu'il soit nécessaire de procéder à d'autres transformations, pour une production électrique supérieure de 25%.

Les qualités des générateurs supraconducteurs – plus petits et plus performants – intéressent particulièrement l'industrie des éoliennes, très soucieuse de gagner en efficacité et en légèreté. Un dispositif permettant un gain de puissance de 40% par rapport aux éoliennes les plus performantes est d'ailleurs en cours de développement.

Ainsi, demain, votre électricité circulerait quasiment sans perte, à des tensions suffisamment basses pour être transportée dans des lignes souterraines à grand débit, sur de grandes distances, avec un impact réduit sur l'environnement. Le courant pourrait donc être produit dans des sites très éloignés des centres habités et l'excédent stocké pour être redistribué aux heures de forte demande, deux des grands défis des énergies renouvelables aujourd'hui.

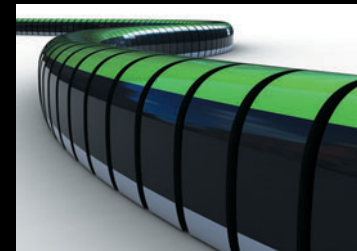
De par le monde, de nombreux groupes industriels et chercheurs travaillent sur des régulateurs de tension supraconducteurs pour maintenir une alimentation constante sur le réseau électrique. Des dispositifs expérimentaux de stockage d'énergie dans des bobines supraconductrices ou dans des systèmes à volant d'inertie (flywheel) sont en cours d'étude pour conserver l'énergie électrique et l'utiliser en fonction de la demande.



Les performances accomplies par les trains à sustentation magnétique rivalisent avec celles de l'avion, constituant de plus un atout notable pour le développement durable. Par ailleurs, avec la supraconductivité à température ambiante, tous les trains et trams pourraient se déplacer sur des rails magnétiques: un confort et un silence inimaginables aujourd'hui.

SUPRATRANSPORTS

Avec sa vitesse record de 581 km/h, le train à sustentation magnétique japonais JR-Maglev est aujourd'hui le mode de transport terrestre utilitaire le plus rapide. Le JR-Maglev flotte sur un champ magnétique intense créé par des aimants supraconducteurs fixés sous son châssis et des électroaimants conventionnels installés le long des voies de guidage. Le 27 mai 2011, le Japon a confirmé le développement commercial de ce train sur le tronçon Tokyo-Nagoya à l'horizon 2027 et Tokyo-Osaka à l'horizon 2045.



Le JR-Maglev japonais vise les vitesses extrêmes, mais d'autres prototypes, comme le concept allemand Dresden SupraTrans, s'intéressent aux possibilités de développement dans le transport urbain. A basse vitesse, en utilisant les capacités de lévitation et de guidage de supraconducteurs à haute température critique refroidis à l'azote liquide, les problèmes de coûts sont moins aigus. Un autre projet spectaculaire est le Maglev Cobra brésilien sur le campus de l'Université de Rio de Janeiro: un véritable «train-serpent» capable d'aborder les itinéraires les plus sinueux!



Le remplacement des bobines de cuivre par des bobines supraconductrices à haute température critique permet de développer des moteurs électriques plus compacts (1/3 du volume) et plus légers (1/3 du poids). Pour un poids et un volume équivalents, le moteur supraconducteur va donc fournir deux à trois fois plus de puissance, avec une efficacité renforcée.

Un signe qui ne trompe pas : l'armée américaine finance le développement de moteurs supraconducteurs pour ses navires. Le prototype le plus puissant actuellement testé développe 50 000 chevaux.

D'un usage plus quotidien, le premier taxi expérimental à moteur électrique supraconducteur a été présenté en 2008 au Japon. C'est cependant surtout dans les transports en commun, autobus électriques notamment, que l'on attend des applications imminentes.

Avec la supraconductivité à température ambiante, tous les véhicules électriques bénéficieraient d'un avantage décisif : le véhicule ne consommerait qu'une partie de l'énergie nécessaire aujourd'hui.

SUPRAMÉDICAL

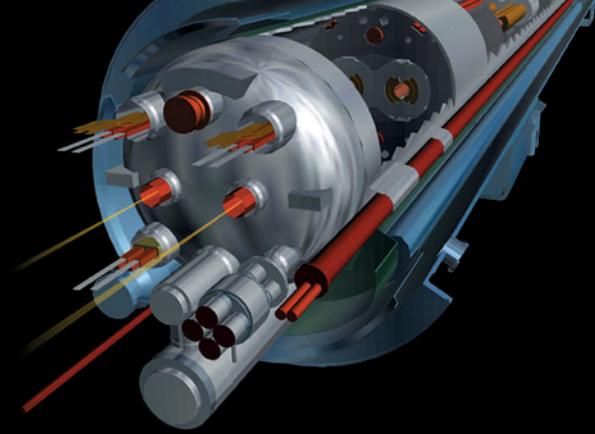
Les supraconducteurs constituent un outil extraordinaire pour l'observation scientifique et médicale. Dès les années 80, ils ont favorisé le développement de l'imagerie par résonance magnétique – IRM – qui permet d'observer l'intérieur du corps avec une résolution inégalée. La sensibilité de l'IRM est directement liée à l'intensité et à la stabilité du champ magnétique mis en œuvre; l'utilisation d'électroaimants supraconducteurs pouvant générer des champs magnétiques plusieurs centaines de milliers de fois plus intenses que le champ magnétique terrestre et extrêmement stables est donc déterminante.

Les champs magnétiques intenses des supraconducteurs sont aussi à la base des performances de la spectroscopie magnétique, notamment utilisée dans l'industrie pharmaco-chimique pour développer de nouveaux médicaments.

Les neurologues se servent des SQUIDS pour étudier l'épilepsie; ces dispositifs supraconducteurs permettent de détecter des variations de champ magnétique un milliard de fois plus faibles que le champ magnétique terrestre et ainsi d'observer le fonctionnement du cerveau en détectant les signaux extrêmement faibles émis par les neurones.

Les cardiologues, quant à eux, utilisent cette technologie pour l'examen et le dépistage intra-utérin de malformations cardiaques aux premières heures de la vie.

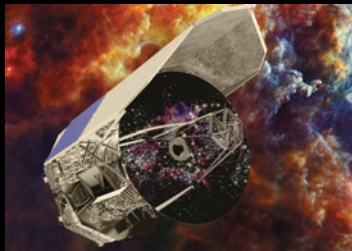




SUPRAINFINI

Les supraconducteurs permettent de scruter les confins de l'Univers. L'Agence spatiale européenne a développé une caméra révolutionnaire qui est capable non seulement de «voir» tous les photons, mais en plus de mesurer l'énergie de chacun d'entre eux. Ces caméras équipent ainsi les télescopes ALMA (télescope terrestre au Chili) et Herschel (télescope spatial).

Enfin rappelons que c'est encore grâce aux supraconducteurs qu'on étudie les origines de la matière dont est fait tout l'Univers. Le Large Hadron Collider – LHC – du CERN propulse les particules à des vitesses proches de celle de la lumière, permettant de recréer l'état de la matière quelques fractions de seconde après le big-bang ! Un exploit réalisé grâce aux bobines supraconductrices qui créent un champ magnétique très intense canalisant le flux de particules dans l'anneau du LHC.



Dans tous ces domaines aussi, la supraconductivité à température ambiante libérerait l'extraordinaire potentiel des supraconducteurs susceptible de conduire à des avancées technologiques difficiles à imaginer aujourd'hui.

SUPRAHISTORIQUE

1877 Le Suisse Raoul Pictet, à Genève, et le Français Louis Paul Cailletet, à Châtillon-sur-Seine, liquéfient simultanément et indépendamment l'oxygène à -183°C . 1908 Heike Kamerlingh Onnes, à Leiden, liquéfie l'hélium à -269°C . 1911 Les Néerlandais Heike Kamerlingh Onnes et Gilles Holst découvrent par hasard la supraconductivité en refroidissant du mercure dans de l'hélium liquide. Kamerlingh Onnes reçoit le prix Nobel pour ses travaux sur la matière à basse température en 1913. 1933 Les Allemands Walther Meissner et Robert Ochsenfeld découvrent l'effet Meissner. 1957 Les Américains John Bardeen, Leon Cooper et Robert Schrieffer dévoilent leur théorie de la supraconductivité, la théorie BCS. Ils reçoivent le prix Nobel en 1972. 1962 Le Britannique Brian Josephson prédit l'effet Josephson qui permettra le développement d'applications comme le SQUID. Il reçoit le prix Nobel en 1973, en même temps que le Norvégien Ivar Giaever, lequel confirme expérimentalement la validité de la théorie BCS. 1977 Pour la première fois, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) est appliquée à l'homme. 1986 Le Suisse K. Alex Müller et l'Allemand J. Georg Bednorz découvrent un oxyde supraconducteur à -238°C et reçoivent le prix Nobel en 1987. 1987 Les Américains Maw-Kuen Wu et Paul Ching-Wu Chu découvrent un matériau de la même famille des oxydes devenant supraconducteur à -180°C , permettant de passer au-dessus de la barrière de l'azote liquide (-196°C) pour le refroidissement. 1993 Le record actuel de température critique à pression atmosphérique est atteint en Suisse avec un oxyde de la même famille, supraconducteur à -135°C . 2001 On découvre la supraconductivité à -234°C dans le diborure de magnésium, un matériau courant et bon marché, ouvrant la voie à de nouvelles applications. 2003 Le prix Nobel est attribué aux Russes Alexei A. Abrikosov et Vitaly L. Ginzburg et au Britannique Anthony J. Leggett pour leurs contributions pionnières à la théorie des supraconducteurs et des superfluides. Dans les années 50, Abrikosov avait décrit que, dans certains supraconducteurs, le champ magnétique pénètre sous forme de vortex, un aspect crucial pour les applications. 2008 La supraconductivité est découverte dans les pnictures de fer, une nouvelle famille de supraconducteurs à haute température critique. Aujourd'hui L'aventure continue.

SUPRAGLOSSAIRE

AZOTE LIQUIDE Azote refroidi au-dessous de son point d'ébullition (-196°C). C'est le liquide cryogénique le plus répandu car le moins cher. L'azote constitue 78% de l'air.

EFFET JOSEPHSON Entre deux supraconducteurs séparés par une fine couche de matériau isolant, le courant continue de passer sous forme de paires. Cet effet, appelé effet Josephson en l'honneur de celui qui l'a prédit, permet la fabrication de capteurs ultrasensibles comme les SQUIDS.

EFFET MEISSNER Réponse d'un supraconducteur plongé dans un champ magnétique qui génère un champ magnétique exactement opposé. Permet au supraconducteur de léviter au-dessus d'un aimant. L'effet Meissner est l'une des propriétés définissant la supraconductivité, avec l'absence de résistance électrique.

FLYWHEEL OU VOLANT D'INERTIE Dispositif mécanique rotatif sur palier magnétique dont on utilise l'inertie pour stocker l'énergie.

HÉLIUM LIQUIDE Hélium refroidi au-dessous de son point d'ébullition (-269°C). C'est le liquide cryogénique le plus froid.

SUPERCONDUCTING QUANTUM INTERFERENCE DEVICE (SQUID) Dispositif ultrasensible de mesure des champs magnétiques. Le SQUID exploite l'effet Josephson. Il permet de détecter des champs magnétiques aussi faibles que le milliardième du champ magnétique terrestre.

TEMPÉRATURE CRITIQUE Température au-dessous de laquelle un matériau perd toute résistance électrique et devient supraconducteur.

VORTEX Tourbillons d'électrons qui se créent dans le cœur de certains supraconducteurs plongés dans le champ magnétique d'un aimant. Les vortex forment une sorte d'empreinte « inversée » du champ de l'aimant, et assurent une grande stabilité au phénomène de lévitation supraconductrice.

ZÉRO ABSOLU Température – théorique et inaccessible – la plus basse qui puisse exister. Le zéro absolu se situe à -273.15°C ou 0K (Kelvin).



L'Université de Genève, le Pôle de recherche MaNEP et la Section de physique de l'UNIGE remercient chaleureusement Etienne Krähenbühl, Roland Goerg, Christian Jelk, Philippe Loup et Thomas Schunke, ainsi que leurs collaborateurs Louis Antognazza, Christophe Berthod, Adriana Bonito Aleman, Jean-Gabriel Bosch, Céline Corthay, Géraldine Cravotto, Michel Decroux, Lidia Favre-Quattropiani, René Flükiger, Thierry Giamarchi, Miguel Iglesias, Anne Laufer, Ivan Maggio-Aprile, David Parietti, Didier Raboud, Carmine Senatore et Laurent Stark.

Un grand merci à nos sponsors, la Fondation H. Dudley Wright et Vacheron Constantin, sans qui ce projet novateur n'aurait pu voir le jour. Ce projet est soutenu par le Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique par l'intermédiaire du pôle de recherche national MaNEP.



Crédits photographiques:

American Superconductor

François Busson

Central Japan Railway Company

CERN

ESA/Herschel

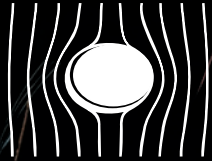
HUG – Julien Gregorio

MaNEP – Zoran Ristic

Université de Genève – Jacques Erard

Universidade Federal do Rio de Janeiro





100 ANS · SUPRA
CONDUCTIVITÉ