



Un cirque supraconducteur en démonstration devant le public © ENSCI-Supradesign

## PHYSIQUE ET DESIGN : UNE RENCONTRE INATTENDUE ! \*

\* Julien Bobroff est physicien, professeur à l'Université Paris Sud (Orsay) et chercheur spécialiste de physique quantique dans la matière au Laboratoire de Physique des Solides.

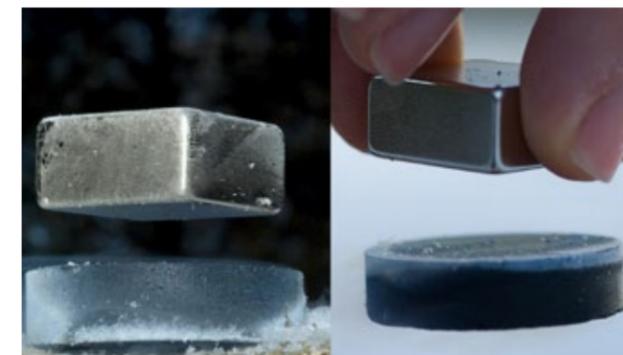
Pour célébrer les cent ans de la découverte de la supraconductivité, le CNRS a organisé et accompagné en 2011 de nombreux événements partout en France, à travers des expositions, des animations, des rencontres, et la production de contenus (voir [www.supraconductivite.fr](http://www.supraconductivite.fr)).

Les chercheurs ont à cette occasion développé des dispositifs mettant en scène la lévitation supraconductrice : un train, un Hula Hoop, une Tour Eiffel, et même un « magsurf », overboard pouvant faire léviter des personnes.

Certains physiciens ont saisi cette occasion pour explorer de nouvelles formes de médiation, en collaboration avec des artistes, des graphistes, des médiateurs scientifiques, ou des designers. C'est ainsi qu'est né le projet SupraDesign, une collaboration entre physiciens et designers pour répondre à ce besoin d'ouvrir la physique à d'autres formes de représentation et pour toucher un public non spécialiste. L'objectif commun : mettre en scène la lévitation supraconductrice au présent et au futur avec les outils du design. Concrètement, treize étudiants d'une école de design industriel, l'ENSCI, encadrés par des designers professionnels ont travaillé avec des chercheurs pendant un semestre pour produire des démonstrateurs, des œuvres d'art, des jeux, et des vidéos futuristes. Ces rendus ont été depuis utilisés comme porte d'entrée vers la physique quantique dans des expositions, par exemple à la Cité des Sciences ou à l'Espace Pierre Gilles de Gennes, mais aussi par les chercheurs eux-mêmes dans des conférences, des fêtes scientifiques, ou dans les médias. Voici l'histoire de cette rencontre.

### La lévitation supraconductrice : un effet quantique !

On sait faire léviter des objets avec des aimants, de l'air ou des courants électriques. Mais ces lévitations sont toutes très instables et l'objet en lévitation a de bonnes chances de tomber. Au contraire, la lévitation supraconductrice dans certaines conditions est étonnamment stable. Elle permet de véritablement tenir l'objet à distance sans le toucher !



Un aimant lévite au-dessus d'une pastille supraconductrice refroidie à  $-196^{\circ}\text{C}$ , si on soulève l'aimant, il « accroche » la pastille qui reste suspendue.  
© ENSCI-Supradesign

Découverte en 1911, la supraconductivité est une propriété d'origine quantique qui apparaît dans de nombreux métaux à très basse température. Lorsqu'il devient supraconducteur, un métal se met à conduire le courant électrique de façon parfaite, sans aucune résistance et sans échauffement. De plus, si un aimant est approché de ce supraconducteur, ce dernier génère en son sein des courants électriques qui repoussent l'aimant et le font léviter.

Dans certains supraconducteurs, une situation plus subtile opère : le champ magnétique créé par l'aimant arrive à pénétrer par endroits, le long de petites colonnes

appelées vortex. Ces colonnes s'accrochent alors au supraconducteur comme des ancres de bateaux. Le supraconducteur piège alors l'aimant dans sa position. On peut déplacer ou même retourner le supraconducteur, l'aimant reste « accroché » à distance, quelle que soit sa direction.

En 1986, deux chercheurs, Bednorz et Müller, découvrent de nouvelles céramiques supraconductrices à bien plus haute température que les métaux (jusqu'à  $-120^{\circ}\text{C}$  pour les meilleures). Ces céramiques ouvrent un nouveau champ de recherche, parmi les plus actifs actuellement car on n'en comprend pas encore bien le fonctionnement. D'un point de vue pratique, même si il faut toujours les refroidir, ces céramiques fonctionnent désormais à  $-196^{\circ}\text{C}$ , température de l'azote liquide, peu cher et facile d'utilisation. Voilà ce qui a ouvert le champ de la lévitation supraconductrice au grand public. Musées scientifiques, festivals, fêtes des sciences, autant de lieux où l'on montre au public en direct et à peu de frais une lévitation quantique réellement spectaculaire !

### Quand designers et scientifiques travaillent ensemble

Le projet supradesign a été développé à l'ENSCI-Les Ateliers, une école de design parisienne dont la pédagogie, originale, est fondée sur la pratique des projets. L'ENSCI propose une formation pluridisciplinaire théorique et pratique. L'école est ouverte 24h/24, les étudiants ne sont pas regroupés par année d'étude mais mélangés quelle que soit leur expérience. Ils sont chacun acteurs de leur propre cursus qui dure de 3 à 5 ans. Les étudiants viennent d'horizons et de formations très variés. Ainsi les 13 étudiants de SupraDesign comptaient parmi eux un ancien artisan spécialiste du bronze, une ancienne contrôleur de gestion, une ingénieure, ou encore des étudiants venus d'Israël, du Canada ou d'Italie.

Les projets sont encadrés par des designers professionnels et cofinancés par des partenaires extérieurs. Dans notre cas, c'est l'atelier « Formes et Matières » qui a accueilli le projet supradesign. Dirigé par François Azambourg et Clémentine Chambon, cet atelier repose sur la relation au pragmatique. Les étudiants partent d'une question précise qu'ils doivent tester et vérifier par l'expérimentation. L'atelier apprend ainsi aux futurs designers à tester les modes de fabrication de l'objet, et questionner les matériaux par une manipulation directe. A travers cette recherche, les étudiants peuvent ensuite élargir leur champ d'investigation et développer des imaginaires formels.

Pour le projet SupraDesign, nous avons proposé comme point de départ aux étudiants la lévitation supraconductrice. Dans un premier temps, les étudiants ont eux-mêmes expérimenté le phénomène, en commençant par visiter un laboratoire de physique travaillant sur la supraconductivité. Ateliers pratiques, rencontre de chercheurs, séminaires sur le sujet leur ont permis de se familiariser

avec le sujet et le contexte scientifique. A partir de là, ils ont imaginé de nombreuses pistes, le jeu, la sécurité, la maison, l'hygiène, le son, l'art, le sport, la beauté, la nourriture, et même l'animal. C'est cette grande variété de sujets qui a fait l'originalité de cette collaboration par rapport aux collaborations classiques entre un scientifique et un artiste.

Autre exemple cette fois du côté du rire : un cirque supraconducteur développé par Alexandre Echasseriau. Dans l'esprit du cirque du sculpteur Alexander Calder, le SupraCircus met en scène de petits oiseaux poilus dans un décor en bois de cirque miniature. Le médiateur-marionnettiste manipule devant le public les oiseaux pour leur faire subir des aventures où se mêlent humour, acrobaties et explications physiques. Un oiseau rose à plumes danse un french-cancan en lévitation. Un petit diable poilu parcourt des rampes magnétiques. Un pingouin fait la grande roue en lévitation. Un petit oiseau blanc est expulsé d'un canon sous l'effet de l'évaporation de l'azote liquide. Testé devant le public, ce cirque suscite le rire, la curiosité, et permet de vaincre les réticences face à la physique fondamentale.

A voir aussi, la vidéo désopilante de Samuel Bernier et

chercheurs ne sont pas capables de prédire si un jour des supraconducteurs existeront à température ambiante. Les étudiants ont dû, dans la logique de vérification par l'expérimentation, réaliser de vraies expériences avec refroidissement à l'azote liquide pour vérifier la pertinence de leurs scénarios en terme de distances, de forces, de matières. Libre à eux ensuite de s'affranchir de l'azote pour imaginer des scénarios d'usage futuristes et les mettre en image. Chacun de ces projets a débouché sur une vidéo ou des photos, toutes téléchargeables sur [www.vulgarisation.fr](http://www.vulgarisation.fr).

Ainsi, Delphine Mériaux propose une gamme de bijoux magnétiques qui léviteraient sur le corps, après application d'une crème invisible supraconductrice. Plus d'attache, plus de frottement. Subsiste uniquement l'essence du bijou, le corps devient le support. Dans une autre déclinaison, la crème est cette fois magnétique et permet au bijou supraconducteur non seulement de flotter mais aussi de se déplacer librement. Le bijou devient animé le long de trajectoires dessinées à même la peau.

Marion Gros invente une collection d'accessoires de sport à partir de textiles supraconducteurs: des chaussettes qui lèvent au-dessus des semelles et évitent ampoules et transpiration, un tee-shirt qui fait léviter le sac à dos et évite les frottements, des genouillères qui repoussent à distance la coque protectrice et amortissent les chocs éventuels. Le textile est obtenu par introduction d'une poudre supraconductrice dans le tissu.

Anne-Laure Weill imagine des usages domestiques à la lévitation, comme un plat à four qu'on tient à distance pour éviter de se brûler ou de nouveaux espaces de rangement dans la maison. Elsa Tarrago et Caroline Burzynski inventent la matière UPON, assemblage dense de billes en lévitation séparées par l'air. Cette matière granulaire aérée, entre gaz et solide, pourrait servir à faire de nouveaux types de matelas, des pare-chocs, ou des jeux de construction pour enfants.

### Retombées, ouvertures

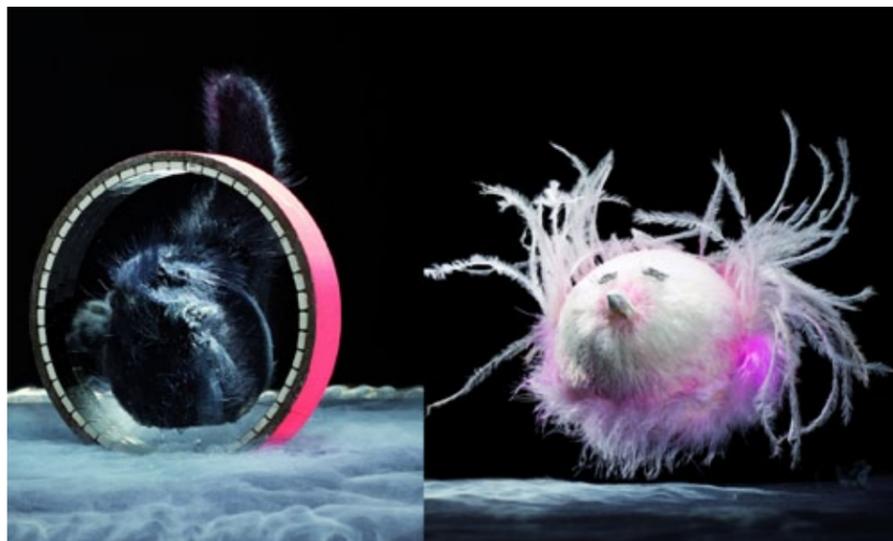
Au-delà des expositions à la Cité des Sciences et à l'Espace Pierre Gilles de Gennes, le projet supradesign a fait l'objet d'une forte médiatisation : web, télévisions, radios... Les vidéos produites par les étudiants sont maintenant abondamment utilisées par les chercheurs eux-mêmes comme accompagnement de leurs interventions publiques. Elles sont montrées en conclusion de conférences comme une ouverture futuriste et onirique, ou dans des fêtes des



Ou bien ces bijoux supraconducteurs en lévitation au-dessus de la peau enduite avec une crème magnétique

© ENSCI-Supradesign

Si la supraconductivité existe un jour à température ambiante, on pourra imaginer ce plat à four magnétique tenu à distance par des poignées supraconductrices



Deux des animaux utilisés dans le cirque supraconducteur : un petit chat supraconducteur qui lévite au-dessus d'un hula hoop magnétique, et un oiseau magnétique qui danse au-dessus d'un haut parleur supraconducteur. © ENSCI-Supradesign

Udi Rimon qui mettent en scène un petit déjeuner supraconducteur, inspiré des machines à cuisiner à la façon de Rube Goldberg. Ou encore l'étrange supraconducteur dansant de Piotr Widelka. Ou le labyrinthe supraconducteur développé par Abdel Malek Boumellil, dans lequel un aimant est contrôlé à distance par un supraconducteur.

### Design-fiction : la lévitation au futur

D'autres étudiants ont choisi d'orienter leurs projets vers le futur, en imaginant qu'on puisse utiliser les supraconducteurs sans avoir à les refroidir, même si les

sciences comme produit d'appel. Certains des dispositifs réalisés sont utilisés dans des lieux de culture scientifique pour des démonstrations publiques. Le cirque supraconducteur est actuellement développé dans une version simplifiée pour être diffusé à plus grande échelle (voir [www.physiccircus.com](http://www.physiccircus.com)).

Ce projet a aussi révélé une utilisation inattendue du design comme outil original pour montrer un autre visage de la physique moderne, enjeu essentiel pour remettre en culture la science auprès d'un large public.

Surtout, cette collaboration entre chercheurs et designers a révélé d'étonnantes similitudes dans les modes de tra-

vail propres à la recherche scientifique et au design. La vérification par l'expérimentation, le travail en équipe, la créativité dans un espace de contraintes fortes, autant de résonances entre deux mondes pourtant très différents. C'est sans doute pour cette raison que cette rencontre a été aussi fructueuse et a débouché depuis sur de nouveaux échanges. Un cours est maintenant proposé sur les découvertes récentes en physique aux étudiants designers de l'ENSCI. Réciproquement, un nouvel enseignement de vulgarisation s'inspirant des méthodes pédagogiques de l'ENSCI est proposé aux étudiants en physique à l'Université Paris Sud (voir [www.vulgarisation.fr](http://www.vulgarisation.fr) rubrique enseignement).

### Quelques liens utiles :

le projet sur [www.supradesign.fr](http://www.supradesign.fr)  
la supraconductivité sur [www.supraconductivite.fr](http://www.supraconductivite.fr)  
d'autres ressources utiles sur [www.vulgarisation.fr](http://www.vulgarisation.fr)

"La supraconductivité, 100 ans après",  
S. Blundell, Ed. Belin

J. Bobroff, « Une supraconductivité magnétique ? »,  
La Recherche 456, 56 (2011)

Le projet supradesign a été le fruit d'une collaboration entre l'ENSCI, le CNRS et l'Université Paris Sud. Il a bénéficié du soutien financier de Nexans, la Mairie de Paris, Universciences. Je tiens à remercier François Azambourg et Clémentine Chambon, les deux designers qui ont accompagné le projet, Verónica Rodriguez, qui a assuré toute la logistique, tous les étudiants qui ont participé au projet, Noémie Lesartre de l'ENSCI, Laurent Milon qui a accompagné les aspects vidéos du projet, Catherine Dematteis et Jean-Michel Courty de l'INP du CNRS, et Frédéric Bouquet du LPS.