

SUPRACONDUCTIVITÉ

UN MODÈLE POUR LES SCIENCES DU VIVANT ?

PASSER DE LA PHYSIQUE À L'ÉVOLUTION DES ESPÈCES ? À L'ULg LE GROUPE DES SUPRAS RÉCONCILIE, D'UN COUP DE BAGUETTE MAGIQUE, L'ORDRE ET LE CHAOS.

Pascal Durand

Comme il y a, dans le trafic routier, les mauvais et les bons conducteurs, il y a, en matière de circulation électrique, les semi-conducteurs et les supraconducteurs. À l'ULg, une équipe facultaire explore les propriétés et les potentialités de certains matériaux de ce second type. Et fait l'hypothèse que leur logique de fonctionnement pourrait bien "conduire" à comprendre par une voie originale les processus hyper-complexes de la croissance et de l'évolution.

SUPRAS — Services universitaires pour la recherche et les applications en supraconductivité — fédère à l'université de Liège une quinzaine de chercheurs relevant de la faculté des Sciences et de la faculté des Sciences appliquées, attachés à l'étude intensive des matériaux supraconducteurs et de leurs applications potentielles, en particulier de nouvelles céramiques dont la propriété est de conduire l'électricité sans aucune perte calorifique ni dépense d'énergie — à condition de les utiliser à froid (très froid : à -135° C). Il y a moins de dix ans, ces céramiques relevaient encore, pour beaucoup, de la science-fiction et de l'imagination de quelques scientifiques survoltés qui auraient fait leurs classes chez Jules Verne. Elles font aujourd'hui, dans le monde entier, l'objet de recherches et d'expérimentations approfondies ouvrant des perspectives considérables dans les domaines les plus divers.

COUPS DE PROJECTEUR

La mise en commun de diverses expertises spécifiques a permis à travers une synergie remarquable s'agissant de petits laboratoires initialement isolés d'atteindre une visibilité internationale assez "anormale", selon le mot de Marcel Ausloos, ingénieur physicien et chef de travaux à la faculté des Sciences. C'est ainsi que les travaux du groupe SUPRAS ont été mis en évidence à de nombreuses reprises cette année par la revue bimestrielle *High To-Update*, qui constitue aux États-Unis le véritable échangeur informationnel des chercheurs en supraconductivité et la référence de base pour les *hot news* en ce domaine. Les années précédentes, le groupe SUPRAS n'intéressait qu'une ou deux fois par an les *nota bene* épinglés à la une de *High To-Update*. Aussi, nous confie non sans fierté M. Ausloos, « Quand en mars deux travaux différents furent sélectionnés pour être "notabilisés", le groupe ne se tenait plus de fête; en mai, la quatrième fois, cela faisait beaucoup. Puis vinrent juin, juillet,



Grains supraconducteurs montrant les joints et une distribution d'impuretés (fractale). Un modèle de croissance menant à une description nouvelle des phénomènes naturels ?

août, et enfin ce 15 novembre... » Soit, pour la neuvième fois, la mise en vitrine des travaux d'une équipe dont on devine qu'elle est désormais en pleine surchauffe et tenue d'honneur, par de nouvelles initiatives, la renommée qui s'est abattue sur elle dans un contexte de haute compétition scientifique internationale.

Un tel coup de projecteur n'est pas, en effet, le fait d'un simple concours de circonstances ni de quelque relâche momentanée, en d'autres universités, dans cette véritable "quête du Graal" que constitue la recherche "du plus haut courant à la plus haute température". Il résulte de la collaboration aussi concertée qu'intensive de plusieurs chercheurs engagés sur trois terrains de recherche appro-

fondie : la production de matériaux supraconducteurs, la compréhension de leur croissance et la caractérisation de ces matériaux. La production incombe en particulier au chimiste Rudi Cloots, premier assistant à la faculté des Sciences (laboratoire de Chimie Inorganique structurale du Pr A. Rulmont) qui imagine et synthétise de nouveaux matériaux « en priant, nous dit-il, qu'ils soient supraconducteurs ». À Nicolas Vandewalle, chercheur FRIA en mécanique statistique, revient de tenter de comprendre les mécanismes de croissance de ces matériaux, à la faveur d'un modèle original contenant le nombre de paramètres minimum mais suffisants pour décrire sur ordinateur la croissance des céramiques, le piégeage des impuretés, la caractérisation de certaines propriétés

électriques, etc. Quant aux mesures expérimentales, elles sont réalisées au laboratoire de métrologie d'instrumentation électrique (MIEL) du professeur H. W. Vanderschueren à l'Institut Montefiore. Hassan Bougrine, docteur en sciences, a mis en œuvre dans ce cadre un dispositif expérimental pour mesurer simultanément diverses propriétés thermiques des matériaux conducteurs électriques. Et l'on annonce pour 1996, au point de convergence de ces travaux, une expérience totalement nouvelle qui fera grand bruit, nous assure-t-on sans en dire davantage, dans le "grand petit monde" de la science et des technologies.

L'AUTO-ORGANISATION MODÉLISÉE

« Et puis, s'exclame-t-on à SUPRAS, comme dans toute histoire féérique, il y a le coup de baguette magique, la surprise, le rêve qui devient réalité. » En étudiant les conditions de croissance des cristaux dans des conditions extrêmes, les chercheurs se sont avisés qu'ils touchaient, n'osant trop y croire, à la possibilité d'une description nouvelle des phénomènes naturels.

À la lumière de leurs investigations, il est apparu en effet que les modèles de croissance étudiés pour décrire la formation de cristaux supraconducteurs contenaient quelque chose comme l'essence de modèles de croissance plus généraux, susceptibles d'être appliqués aux processus les plus divers. Toute croissance doit commencer par une "semence". Après quoi, le processus lui-même n'est rien d'autre qu'un processus physico-chimique en partie réactionnel, mais mettant en jeu des mécanismes complexes. « Commencé avec une semence, explique M. Ausloos, l'objet ne peut en général croître que comme un arbre ou une fleur, c'est-à-dire un objet ramifié, ou comme un grain. » Aussi l'équipe SUPRAS tente-t-elle actuellement de percer à jour la différence entre les conditions de croissance d'objets granulaires et les conditions de croissance des objets de type ramifié. Ayant la possibilité de

"décrire des arbres" — en tout cas à travers les notions, désormais classiques, de la géométrie fractale —, il était normal de s'atteler à décrire les arbres les plus abstraits (ou les plus généraux) possibles.

La recherche s'est alors déplacée vers les phénomènes paléontologiques et biologiques. L'application à un modèle stochastique — i.e. aléatoire — d'évolution était presque immédiat. Mais l'impact scientifique de cette application porte bien au-delà des modèles physiques actuellement définis dans ce domaine. Les travaux menés par N. Vandewalle et M. Ausloos confirment ainsi, par une voie originale, que l'évolution biologique a bien lieu à la limite de l'ordre et du chaos, c'est-à-dire, commentent-ils, « entre la représentation antique d'un monde quasi statique, celle de Parménide, et le principe de sélection naturelle aléatoire mis en évidence par Darwin ». En un certain sens et plus simplement, leur modèle fait valoir que l'évolution des races et des espèces est sans doute un événement exceptionnel, non déterminé, mais néanmoins caractérisé par des nombres universels (ou naturels). Selon ce modèle, un véritable état stationnaire n'est jamais atteint — les écosystèmes sont contraints d'évoluer — et une fraction d'espèces ne participera plus jamais à l'évolution. En jargon de physicien, ces processus de croissance sont dits "critiques auto-organisés", concept très récent en physique et qui peut être actuellement considéré comme l'un des principes, sinon même le principe des phénomènes naturels et plus fondamentalement de la vie.

UN APPEL AU MONDE UNIVERSITAIRE

Les perspectives ouvertes par un tel modèle, qu'il va s'agir de vérifier et d'exploiter, paraissent aussi décisives que scientifiquement porteuses dans de nombreuses disciplines. Aussi les chercheurs SUPRAS se montrent-ils désireux d'ouvrir ce domaine d'investigation au monde universitaire en général. N. Vandewalle et M. Ausloos appellent de tous leurs vœux l'installation à l'ULg d'un forum de réflexion portant sur ces processus d'auto-organisation et d'évolution¹. On peut en effet montrer du doigt, estiment-ils, les domaines d'application possibles, allant de la physique, de la chimie et de la biologie à diverses branches des sciences humaines, telles que l'économie, la sociologie, l'urbanisme ou encore ce que M. Ausloos appelle, d'un néologisme plaisant, la "traficologie" — soit, dans l'esprit du modèle proposé, l'étude des processus auto-organisateurs du trafic routier. Par quoi la boucle est bouclée, qui nous entre elles supraconductivité et conduite automobile...

¹ Contact Internet : <http://www.phc.ulg.ac.be/supras.html>