

ANTOINE GEORGES

LES ÉLECTRONS SOCIABLES

« C'est adolescent que j'ai commencé à m'intéresser à la physique théorique, peut-être pour me démarquer alors de mes parents, adeptes d'une science plus humaine et plus complexe : la médecine », se souvient Antoine Georges, 46 ans. Il travaille sur des matériaux où le mouvement de chaque électron est fortement corrélé à celui des autres. À l'inverse des matériaux les plus simples, où les électrons sont suffisamment rapides pour ne pas s'influencer, dans ces milieux ils se repoussent fortement.

LA PHYSIQUE STATISTIQUE, SURTOUT, A LEURS FAVEURS MAIS EN 1985 LA PHYSIQUE THÉORIQUE DES PARTICULES CONNAÎT UNE EXPLOSION AVEC LA THÉORIE DES CORDES : IL FALLAIT CHOISIR.

Il débute sa thèse en 1984 dans le laboratoire de Jean Iliopoulos, à l'École normale supérieure. Le contrat est clair : les étudiants doivent apprendre la théorie des champs – un outil mathématique utile dans plusieurs branches de la physique –, mais par ailleurs ils sont plutôt libres. « Nous formions un trio : Jean-Philippe Bouchaud, Pierre Le Doussal et moi-même. Selon nos lectures, nos envies, nous nous donnions régulièrement de nouveaux sujets d'étude, sur lesquels, ensuite, nous écrivions des articles. Cela donnait des publications parfois un peu hors du coup, mais d'autres plutôt bonnes. » La physique statistique, surtout, a leurs faveurs : « La physique théorique des particules me semblait à cette époque moins attirante, car jamais mise en défaut par l'expérience. Mais en 1985, elle a connu une explosion avec la théorie des cordes : il fallait choisir. »

L'actualité scientifique va l'y aider. En 1986, avant la fin de sa thèse, il est embauché au CNRS. La même année est découverte une nouvelle famille de supraconducteurs – matériaux qui en dessous d'une certaine température n'opposent plus de résistance au passage du courant électrique – : les cuprates. Leur température critique est bien plus élevée que celles de leurs prédécesseurs, ce qui laisse présager beaucoup d'applications. Une intense activité théorique en résulte. En mars 1987, paraît un article devenu célèbre du grand physicien Philip W. Anderson. Il explique qu'on peut considérer les cuprates comme des « isolants de Mott », matériaux dans lesquels la répulsion entre électrons est si forte que ceux-ci restent cantonnés dans les atomes et ne se déplacent plus. Habituellement, il n'y a donc pas de courant dans ces matériaux, sauf si des porteurs de charge électrique y sont introduits.

En 1989, après avoir soutenu sa thèse, Antoine Georges effectue un séjour de deux ans dans le groupe d'Anderson

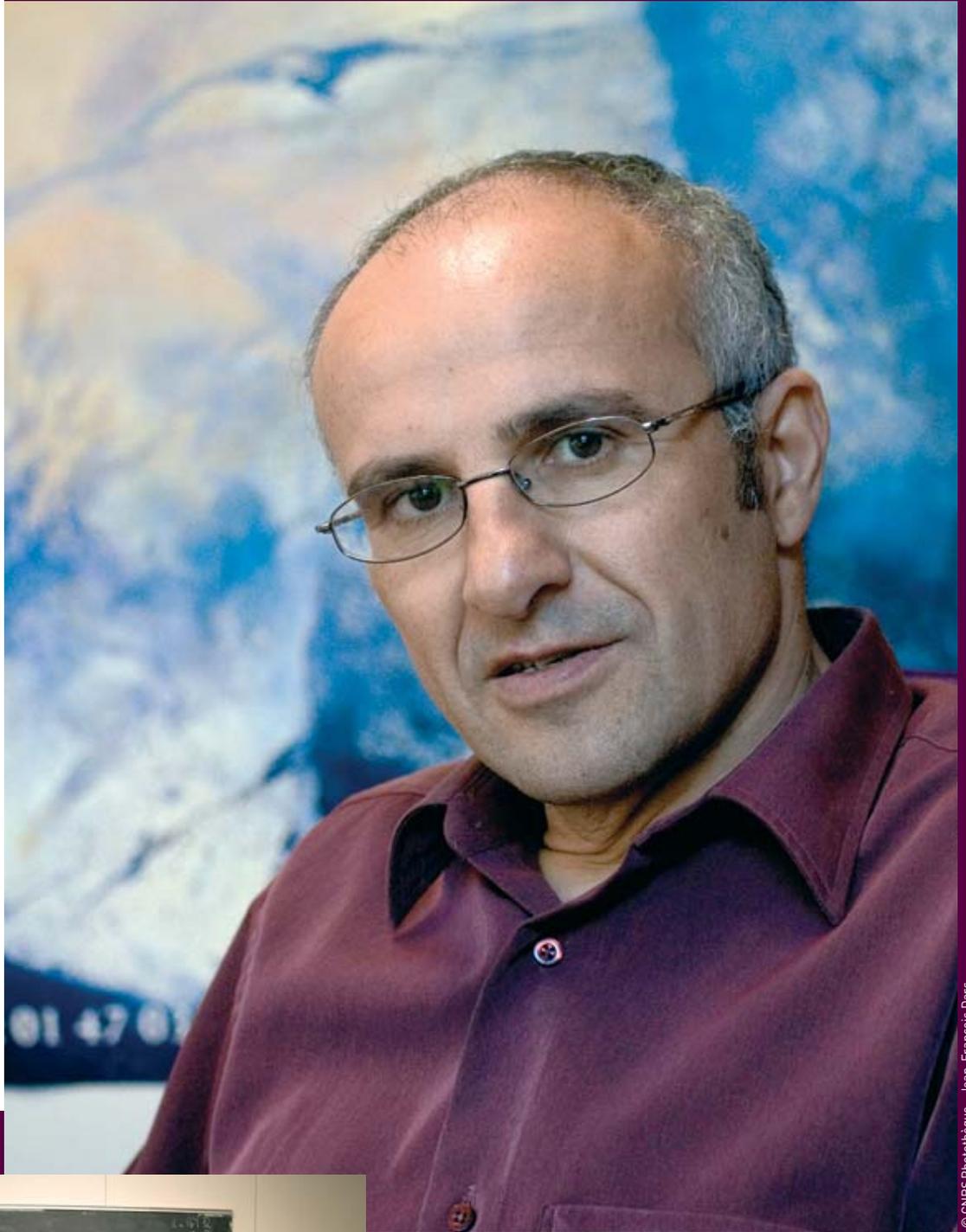
à Princeton. Là-bas, il commence à collaborer avec Gabriel Kotliar, professeur dans une université voisine. « À l'époque, aux États-Unis, la tendance pour expliquer les cuprates était aux mécanismes nouveaux, exotiques. Mais ils restaient très qualitatifs. Nous pensions, à l'inverse, que pour pouvoir avancer, il fallait forger des outils théoriques capables de faire des prédictions quantitatives. » Les travaux récents de deux chercheurs allemands, Walter Metzner et Dieter Vollhardt, leur laissent entrevoir une piste. En 1991, ils élaborent la « théorie du champ moyen dynamique » : les électrons sont « échangés entre un atome "effectif" et un réservoir (le reste du solide) », selon des probabilités qui dépendent de l'échelle d'énergie.

IL S'INTÉRESSE AUX ATOMES ULTRA-FROIDS QUI, SI ON LES PIÈGE DANS L'ESPACE GRÂCE À DES LASERS, PEUVENT SIMULER DES SYSTÈMES QUANTIQUES TRÈS SIMILAIRES AUX ÉLECTRONS FORTEMENT CORRÉLÉS.

Mais assez vite, ils s'aperçoivent que leur théorie permet des avancées sur d'autres problèmes que les cuprates : la transition vers l'isolant de Mott, la description des spectres de photoémission de certains matériaux. Dès lors, au cours des années 1990, ils n'auront de cesse que leur théorie décrive des solides réels, complexes chimiquement. Ainsi, en 2002, Antoine Georges organise en Californie un atelier de six mois, où des chercheurs du monde entier, notamment spécialistes de la structure électronique des solides, viennent échanger leurs idées. Au début des années 2000, plusieurs expériences confirment la validité de la nouvelle approche théorique. Il reçoit en 2006 le prix *Agilent-Europhysics* de l'*European Physical Society*, avec G. Kotliar, W. Metzner et D. Vollhardt.

Aujourd'hui, il étend cette approche pour arriver à décrire les cuprates, en y incluant une interaction magnétique qui relie entre eux les électrons. Parallèlement, il s'intéresse aux atomes ultra-froids, qui, si on les piège dans l'espace grâce à des lasers, peuvent simuler des systèmes quantiques très similaires aux électrons fortement corrélés. « Beaucoup de travaux menés actuellement visent à observer la transition de Mott dans le cas des atomes fermioniques. »

Depuis 2003, il a quitté l'École normale pour l'École polytechnique, afin d'y organiser une équipe de recherche. En 2006, il a pris la tête du département de physique. « J'aimerais renforcer les liens entre enseignement et recherche », dit-il.



© CNRS Photothèque – Jean-François Dars.



© CNRS Photothèque – Jean-François Dars.

MATHÉMATIQUES, PHYSIQUE, PLANÈTE ET UNIVERS (MPPU)
 CENTRE DE PHYSIQUE THÉORIQUE (CPHT)
 CNRS / ÉCOLE POLYTECHNIQUE
 PALAISEAU
<http://www.cpht.polytechnique.fr/>
<http://www.cpht.polytechnique.fr/cpht/correl/mainpage.htm>