

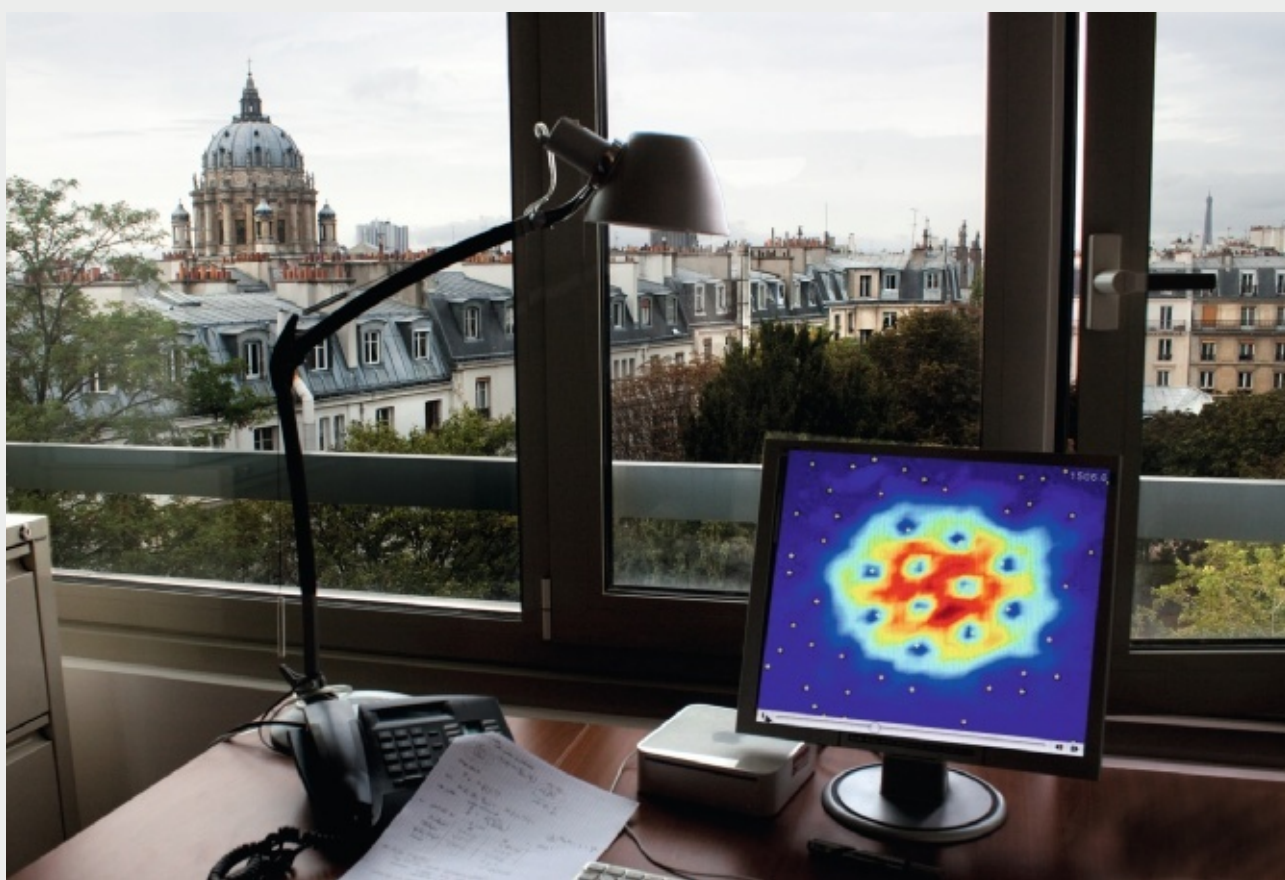


Institut Francilien
de Recherche
sur les Atomes Froids

L'exploration des richesses du monde quantique

« Par la mise en réseau de ses équipes de recherche, l'IFRAF contribue à enrichir la vision moderne du monde quantique et à mieux maîtriser les technologies du temps et de l'espace »

Michèle Leduc, directrice de l'IFRAF



Les petits nuages d'atomes ultrafroids en tournant sur eux-mêmes engendrent des tourbillons quantiques qui inspirent les théoriciens de l'IFRAF.

La physique quantique a élargi notre vision du monde et suscité de multiples découvertes qui, du transistor au laser, ont bouleversé notre vie; au XXI^e siècle, cette exploration s'amplifiera et contribuera de façon majeure à notre environnement technique. La physique des atomes froids est une magnifique réussite qui estompe les barrières entre physique fondamentale et physique appliquée, les nouvelles propriétés découvertes offrant une perspective pour des outils prometteurs. Cette recherche où les propriétés quantiques de la matière sont exacerbées, est le prolongement vivace et fructueux d'une longue tradition de physique atomique de haut niveau en France; elle a été personnifiée, entre autres, par les prix Nobel d'Alfred Kastler en 1966 et de Claude Cohen-Tannoudji en 1997.

Indépendance de la pensée et mise en commun des idées

Alfred Kastler, avec Jean Brossel, a été le pionnier des recherches sur les inversions de populations des atomes qui ont permis le laser. Claude Cohen-Tannoudji et ses collègues du laboratoire Kastler-Brossel ont travaillé sur la théorie du ralentissement, du refroidissement et du piégeage des atomes par la lumière.

Pendant longtemps les propriétés quantiques n'ont pu être observées que sur des moyennes; les conséquences des lois régissant les électrons et les photons portaient sur des comportements d'ensembles gigantesques de particules (de l'ordre du nombre d'Avogadro, 10^{24}). C'était le domaine de la physique du solide, des liquides superfluides, des cristaux supraconducteurs. Aujourd'hui le refroidissement et le piégeage des atomes permettent de mettre en évidence des propriétés quantiques sur des atomes isolés et de réaliser des expériences de pensées dont la réalisation était inenvisageable à l'époque d'Einstein. En outre, il devient possible d'observer des comportements collectifs prédits par la mécanique quantique pour de petits nuages dilués d'atomes, en particulier la condensation de Bose-Einstein.

Ces petits nuages de gaz, comportent moins d'un milliard d'atomes. Ils lévitent, sont confinés par la lumière laser et refroidis à des températures de quelques milliardièmes de degré au-dessus du zéro absolu.

Le but de l'*Institut Francilien de Recherche sur les Atomes Froids*, lancé en 2005, est de fédérer les recherches sur cet état de la matière.

Réflexion individuelle et démarche collective

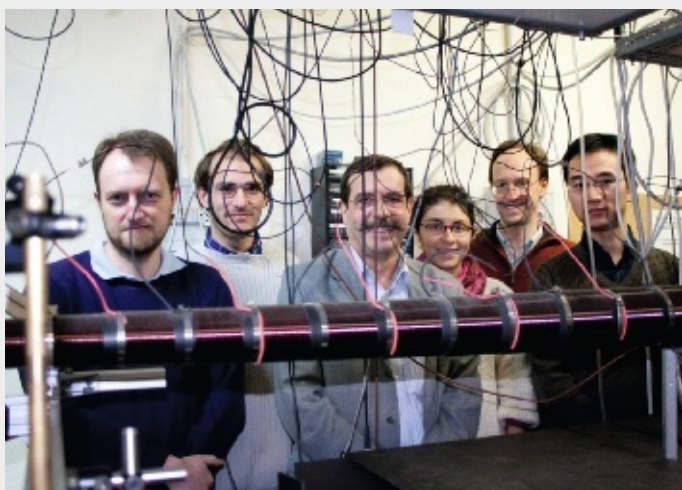
Donnons la parole aux acteurs de la recherche comme ils se sont exprimés dans le livre de Jean-François Dars et Anne Papillault, *Le plus grand des hasards, Surprises quantiques*, 2010, Éditions Belin.

« Les atomes froids, a dit Claude Cohen-Tannoudji, sont devenus des outils privilégiés pour la recherche. Ils permettent des tests très sévères des théories fondamentales, telles que la relativité générale, et ouvrent de nouveaux champs comme l'interférométrie atomique, les molécules ultra-froides, les gaz quantiques dégénérés. L'IFRAF contribuera de manière essentielle au développement de cette aventure scientifique. » Pour William Phillips, prix Nobel de Physique, « la meilleure façon d'apprendre est de travailler avec des gens de qualité... Certaines de mes meilleures occasions d'apprendre ont résulté de ma capacité à contaminer les autres par ma propre confusion, ou lors d'un violent désaccord avec mes collègues sur un point de physique: j'ai la conviction que lorsqu'il s'agit de physique, il y a une réponse ».

La physique quantique est dépeinte comme énigmatique et Antoine Georges témoigne de cette fascinante difficulté: « Comme tout serait facile si nous autres, physiciens quantiques, pouvions accéder à ce monde secret avec l'évidence de nos sens. Au lieu de cela, il nous faut construire des appareils sophistiqués, effectuer des calculs com-

“ Le critère incontournable de la valeur d'une théorie physique est la propriété étonnante de receler plus de richesses que ce qu'on y avait mis. ”

Alain Aspect



Denis Boiron, Aurélien Perrin, Alain Aspect, Valentina Krachmalnicoff, Chris Westbrook, Hong Chang



William D. Phillips exprimant des idées et des doutes fertiles devant Juliette Simonet