La lettre du Collège de France

38 | juin 2014
La Lettre n° 38

L'Institut de physique du Collège de France

Jean Dalibard

Édition électronique
URL : https://journals.openedition.org/lettre-cdf/1777
DOI : 10.4000/lettre-cdf.1777
ISSN : 2109-9219

Traduction(s) :
The Physics Institute - URL : https://journals.openedition.org/lettre-cdf/2161 []

Éditeur
Collège de France

Édition imprimée
Date de publication : 1 juin 2014
Pagination : 13-15
ISSN : 1628-2329

Référence électronique
Jean Dalibard, « L'Institut de physique du Collège de France », *La lettre du Collège de France* [En ligne], 38 | juin 2014, mis en ligne le 01 avril 2015, consulté le 17 août 2022. URL : http://journals.openedition.org/lettre-cdf/1777 ; DOI : https://doi.org/10.4000/lettre-cdf.1777

Tous droits réservés

L'Institut de physique

L'Institut de physique du Collège de France est un nouveau centre de recherche installé sur le site historique de la place Marcelin-Berthelot. Sa mise en place s'inscrit dans la continuité d'une longue tradition illustrée dans un passé récent par les laboratoires de Louis Leprince-Ringuet, de Marcel Froissart et de Pierre-Gilles de Gennes. L'Institut regroupe trois chaires de physique et une pépinière de jeunes équipes, entourées de services techniques et administratifs performants. Au total, une centaine de chercheurs, enseignants, ingénieurs, techniciens, gestionnaires et étudiants, sont regroupés sur trois étages de ce bâtiment entièrement rénové.

Les équipes des chaires de Serge Haroche (physique quantique) et de Jean Dalibard (atomes et rayonnement) y mènent des recherches expérimentales sur la manipulation de particules matérielles et de photons, visant à proposer de nouveaux outils pour le traitement quantique de l'information et à mettre en évidence de nouvelles phases de la matière ultrafroide. L'équipe de la chaire d'Antoine Georges (physique de la matière condensée) étudie sur le plan théorique les propriétés des systèmes quantiques constitués d'un grand nombre de particules (électrons ou atomes) présentant de fortes corrélations, en collaboration étroite avec les physiciens et les chimistes des matériaux.

La pépinière de jeunes équipes, fruit d'un partenariat avec le CNRS, comptera à terme cinq groupes de recherche indépendants. Le premier appel d'offre, lancé fin 2013, a permis de sélectionner les deux premières équipes lauréates. Çağlar Girit va mener des recherches centrées sur la physique mésoscopique, à partir de graphène et de jonctions Josephson ; Alexei Ourjoumtsev va étudier de nouveaux régimes de l'interaction lumière-matière, avec des applications en calcul quantique et le développement de nouveaux capteurs.

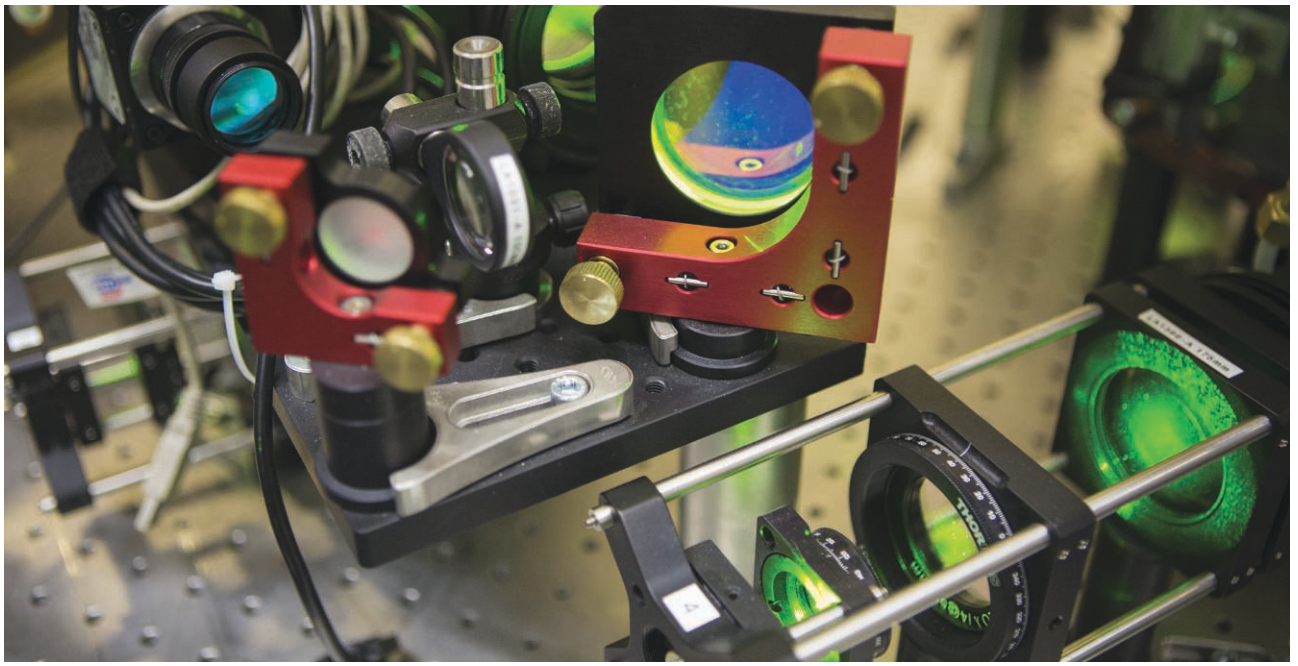
L'activité scientifique de l'Institut couvre donc un vaste champ de recherche, à la fois théorique et expérimental, au carrefour de la physique atomique, de l'optique, de la physique des solides et de la science des matériaux. Cette recherche pluridisciplinaire s'appuie sur des infrastructures de haute technicité : atelier de mécanique équipé de machines-outils de grande précision, systèmes de calcul numérique intensif, circuit d'hélium pour cryogénie, salle blanche pour la préparation d'échantillons.

L'Institut de physique est fortement impliqué dans l'enseignement de la science. Les cours annuels liés aux chaires s'adressent à un vaste public, intéressé par la recherche « en train de se faire ». Par ailleurs, la plupart des membres des équipes de chaires et ceux des jeunes équipes participent à des cours de licence, de master ou de doctorat. Ces enseignements prennent place à l'École normale supérieure, au sein de l'université de recherche Paris, Sciences et Lettres (PSL) ou au sein d'autres institutions reliées à l'Institut de physique, comme l'université Pierre et Marie Curie ou l'École polytechnique.

Les chaires de physique hébergées au sein de l'Institut

L'équipe dirigée par le Pr Serge Haroche étudie le couplage matière – rayonnement à la limite où un seul atome interagit avec quelques photons stockés dans un équivalent moderne de la fameuse « Boîte à photons » d'Einstein, ici réalisée à l'aide de miroirs supraconducteurs. Ce système très simple, directement décrit par les postulats fondamentaux de la physique quantique, permet d'illustrer les comportements quantiques les moins intuitifs, comme la superposition d'états ou la mesure. Il permet de voir et revoir un même photon, sans le détruire, et d'observer les « sauts quantiques » de la lumière. Il rend possible une exploration quantitative de la limite entre le monde quantique étrange qui permet au fameux chat de Schrödinger d'être à la fois mort et vif, et le monde classique, seul accessible à nos sens, où les chats sont soit morts, soit vifs. Enfin, il constitue un prototype de système traitant de l'information en utilisant ces propriétés remarquables de la logique quantique. Les recherches menées par l'équipe de recherche de physique de la matière condensée, dirigée par le Pr Antoine Georges, concernent en premier lieu les matériaux dans lesquels les électrons interagissent fortement entre eux, comme les oxydes de métaux de transition. Ces interactions fortes conduisent à des propriétés physiques remarquables (comme la supraconductivité), qui confèrent à ces matériaux des fonctionnalités susceptibles de conduire à des applications innovantes. Dans ce domaine, une synergie forte devrait s'établir avec les chaires et équipes de chimie qui sont elles aussi localisées dans le bâtiment E, en particulier autour des matériaux pour l'énergie. L'équipe dirigée par le Pr Jean Dalibard étudie le comportement collectif d'atomes refroidis à une température extrêmement basse (le microkelvin et en deçà). ▶

DEUX NOUVEAUX INSTITUTS



Mise en forme de faisceaux laser pour une expérience d'atomes froids (équipe du Pr Jean Dalibard)

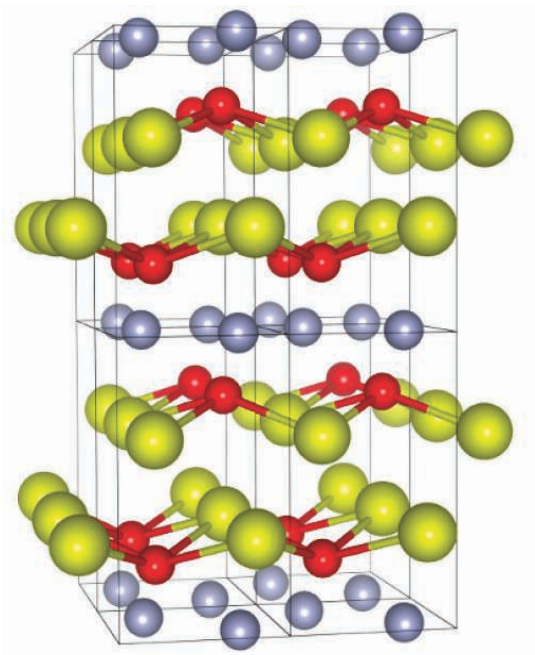
▶ Cette température est atteinte en éclairant les atomes par des faisceaux lasers de fréquence judicieusement choisie, les atomes étant alors piégés dans des « cages de lumière ». Les propriétés de ces gaz ultra-froids sont très différentes de celles des fluides habituels, car le caractère quantique du mouvement des atomes y joue un rôle important. On y observe par exemple le phénomène de superfluidité, c'est-à-dire l'écoulement sans viscosité autour d'un obstacle. Ces assemblées d'atomes froids permettent de simuler le comportement d'autres systèmes encore mal compris, comme certaines classes de matériaux supraconducteurs ou des objets astrophysiques, étoiles à neutrons par exemple. Les atomes froids trouvent également de nombreuses applications en métrologie, avec le développement de nouvelles horloges, et en mesures de haute précision (gravimétrie, accélérométrie).

Les groupes de Serge Haroche et de Jean Dalibard sont des équipes de recherche du Laboratoire Kastler Brossel, dont le Collège de France est une des tutelles, avec l'École normale supérieure, l'université Pierre et Marie Curie et le CNRS. L'équipe d'Antoine Georges est affiliée au Centre de physique théorique de l'École polytechnique.

La physique et la chimie du Collège de France au sein de PSL et en réseau avec la recherche francilienne

La fondation Paris Sciences Lettres (PSL), dont le Collège de France est membre fondateur, joue un rôle actif dans le renforcement des synergies scientifiques entre les équipes de physique, de chimie et de biologie de ses membres. Elle permet notamment aux équipes de circuler aisément d'une institution à l'autre et d'avoir un accès privilégié aux ressources techniques disponibles dans chaque établissement. La dotation de l'Initiative d'Excellence, dont PSL est lauréat, permet de financer de nouveaux projets de recherche transdisciplinaires et de créer des chaires internationales.

L'Institut de physique dans son ensemble a tout naturellement des liens privilégiés avec le département de physique de l'École normale supérieure, tant au niveau de la recherche que pour la

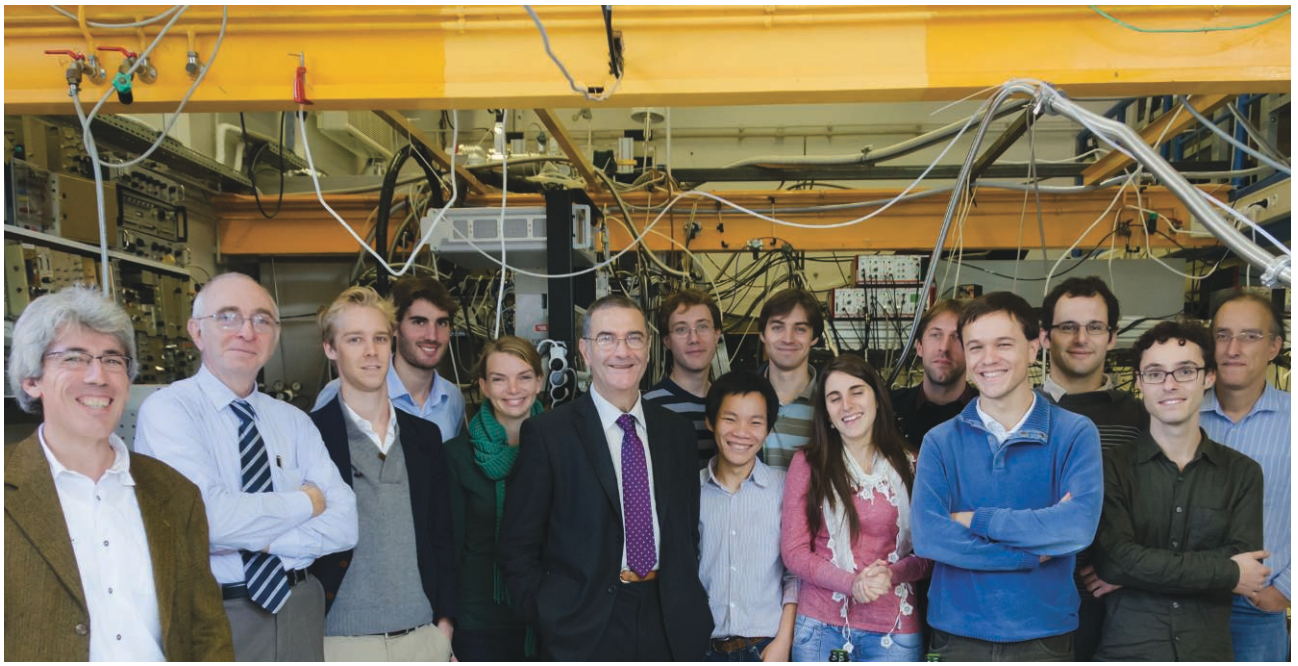


Structure cristalline du fluorosulfure de cerium, un pigment rouge étudié dans l'équipe du Pr Antoine Georges. Certains supraconducteurs à base de fer ont une structure analogue.



Pr Serge HAROCHE
Physique quantique

Pr Antoine GEORGES
Physique de la matière condensée



Le Pr Serge Haroche (au centre), entouré de ses collaborateurs Michel Brune et Jean-Michel Raimond, et de son équipe

mutualisation d'équipements scientifiques. De plus, l'École normale supérieure et l'Institut de physique du Collège de France ont vocation à contribuer ensemble à un enseignement de M2 et à un encadrement doctoral de haut niveau. En particulier, les chercheurs accueillis dans l'incubateur sont encouragés à participer activement aux enseignements de l'École normale supérieure.

Par ailleurs, les liens du Collège de France avec l'université Pierre et Marie Curie sont renforcés par l'accueil des équipes du laboratoire Kastler Brossel, du laboratoire de Chimie de la matière condensée de Paris et du laboratoire de Chimie des processus biologiques. Les recherches du professeur Antoine Georges et de son groupe sont menées en relation directe avec l'École polytechnique. Enfin, le laboratoire de Chimie des processus biologiques mène une collaboration active avec l'École normale supérieure et le CEA. ■

Pr Jean DALIBARD

Les jeunes équipes en physique au Collège de France

L'Institut de physique offre un environnement scientifique et technique particulièrement favorable à l'accueil d'un incubateur de jeunes équipes, fruit d'une alliance entre le Collège de France et le CNRS. Cette unité de service et de recherche (USR 3573), dénommée « Jeunes équipes institut de physique du Collège de France », est dirigée par Michel Brune. Les thèmes de recherche potentiels pour ces équipes couvrent tout le spectre de la recherche actuelle en physique, en incluant les domaines frontières avec la chimie, la biologie et la science des matériaux. Le porteur du projet de chaque équipe définit son thème de recherche en toute indépendance par rapport aux équipes des chaires.

Lorsqu'il sera pleinement opérationnel, l'incubateur pourra accueillir jusqu'à cinq jeunes équipes. Leur recrutement se fait sur appels à projets, ouverts à des chercheurs ayant soutenu leur thèse depuis moins de 10 ans, disposant d'une expérience post-doctorale importante ainsi que d'un projet de recherche approfondi. Les jeunes équipes bénéficient d'une salle d'expériences, d'un espace de bureaux, ainsi que d'un support matériel et administratif. Le financement initial de leur activité est assuré par un contrat de quatre ans, permettant le fonctionnement courant de l'équipe. Le développement de leur recherche doit leur permettre de se porter ensuite candidats aux sources de financement habituelles.

À l'issue d'une première période de quatre ans, l'activité des équipes sera évaluée par le jury d'admission. Un contrat supplémentaire de même durée pourra être attribué si la production scientifique de l'équipe le justifie et si le financement de la poursuite des recherches est assuré. Le but de l'incubateur est de fournir aux porteurs de projets un environnement matériel et intellectuel idéal pour faire émerger des projets innovants, jusqu'au point de maturité où ils pourront s'installer de façon permanente dans d'autres établissements.

Pr Jean DALIBARD
Atomes et rayonnement

