

L'atelier quantique

REGARDS ARTISTIQUES SUR L'INFINIMENT PETIT

Exposition

Caroline Delétoille

09 octobre 2025 > 08 janvier 2026

COLLÈGE
DE FRANCE
— 1530 —

en partenariat avec :

némo **CENT QUATRE #104 PARIS**



L'atelier quantique : regards artistiques sur l'infiniment petit au Collège de France

La physique quantique remet en cause nos intuitions sur le réel et notre capacité à le connaître. Très abstraite, elle décrit des objets d'ordinaire inaccessibles à nos sens, qui bousculent nos imaginaires. Cette exposition propose une plongée sensible dans l'infiniment petit et ses mystères, au cœur du laboratoire Kastler Brossel, acteur majeur de la recherche en physique quantique.

Instruments et documents historiques dialoguent avec des œuvres issues de la résidence de l'artiste Caroline Delétoille auprès des chercheurs du laboratoire. Avec humour, l'artiste explore leur quotidien pour révéler la dimension matérielle, mais aussi émotionnelle, de la construction du savoir. Au sol, une figure inspirée d'une table de manipulation, imaginée par le scénographe Kevin Lebouvier, fait le pont entre disciplines.

Ce regard subjectif évoque aussi la dimension créative partagée par les sciences et les arts, la porosité entre laboratoire et atelier. Le parcours s'enrichit d'une perspective historique retraçant les grandes étapes de la physique quantique au Collège de France, de Paul Langevin et Frédéric Joliot-Curie jusqu'aux recherches contemporaines de Claude Cohen-Tannoudji, Serge Haroche et Jean Dalibard.

L'Atelier quantique se prolonge au Centquatre-Paris dans le cadre de Nêmo – Biennale des arts numériques de la Région Île-de-France (11 octobre 2025 – 11 janvier 2026), dévoilant la démarche art-science menée par Caroline Delétoille aux côtés d'une physicienne du Laboratoire Kastler Brossel, Aurore Young, et d'une philosophe, Céline Boisserie-Lacroix. Une déambulation poétique tisse un lien entre atomes et souvenirs, invitant à se glisser dans la peau des expérimentateurs de l'infiniment petit.

Un projet développé par l'association
convergences créations

La physique quantique au Collège de France, une longue histoire

La physique quantique au Collège de France s'inscrit dans une longue tradition d'excellence initiée par des pionniers comme Paul Langevin, Léon Brillouin ou Frédéric Joliot-Curie. Aujourd'hui, l'Institut de Physique et le laboratoire Kastler Brossel perpétuent cet héritage, en étudiant les interactions entre lumière et matière, notamment à travers le refroidissement et le piégeage des atomes. Ces recherches fondamentales ont ouvert la voie à des avancées majeures en optique et en technologies quantiques.

Chronologie des professeurs et intitulés de leurs chaires



Paul Langevin
Physique générale et expérimentale
1909 - 1946



Léon Brillouin
Physique théorique
1932-1941



Frédéric Joliot-Curie
Chimie nucléaire
1937 - 1958



Maurice de Broglie
Physique générale et expérimentale
1942 - 1945



Marcel Froissart
Physique corpusculaire
1973 - 2004



Pierre-Gilles de Gennes
Physique de la matière condensée
1971 - 2004



Anatole Abragam
Magnétisme nucléaire
1960 - 1985



Louis Leprince-Ringuet
Physique nucléaire
1959 - 1972



Francis Perrin
Physique atomique et moléculaire
1946 - 1972



Claude Cohen-Tannoudji
Physique atomique et moléculaire
1973 - 2004



Philippe Nozières
Physique statistique
1983 - 2001



Serge Haroche
Physique quantique
2001 - 2015



Gabriele Veneziano
Particules élémentaires, gravitation et cosmologie
2004 - 2013



Michel Devoret
Physique mésoscopique
2006 - 2012



Marc Henneaux
Champs, cordes et gravité
2019 - aujourd'hui



Jean Dalibard
Atomes et rayonnement
2012 - aujourd'hui



Antoine Georges
Physique de la matière condensée
2009 - aujourd'hui

Objets de laboratoire

Prisme à coupelle



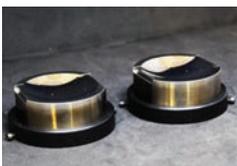
Titre : *Trampoline à atomes*
Objectif : jouer avec des ondes de matière
Matériau : verre BK7 / Années : 1992 - 1996
Équipe : Claude Cohen-Tannoudji et Jean Dalibard,
Laboratoire Kastler Brossel

Ce prisme en verre a été façonné de manière à former un miroir parabolique. Lorsqu'une onde lumineuse issue d'un laser vient effleurer sa surface par l'intérieur, elle génère une "onde évanescente" à l'extérieur, vue par les atomes. Cette fine nappe de lumière cent fois plus mince qu'un cheveu agit comme un véritable trampoline optique sur lequel des atomes de césium peuvent rebondir... jusqu'à cent fois !

L'importance de la forme parabolique avait été soulignée dès 1992 par les travaux théoriques de Jean Dalibard et Claude Cohen-Tannoudji. L'année suivante, en 1993, une première réalisation expérimentale a été menée au laboratoire de Spectroscopie Hertzienne (aujourd'hui Laboratoire Kastler Brossel). Ce dispositif s'inscrit dans une série d'expériences pionnières de manipulation des atomes par la lumière, qui mèneront plus tard à l'attribution du prix Nobel de physique à Claude Cohen-Tannoudji en 1997.

Par la suite, l'équipe de Jean Dalibard a recouru à ce dispositif pour développer des expériences d'optique atomique, exploitant la nature ondulatoire de la matière découverte par Louis de Broglie au début du siècle. L'optique atomique consiste à agir sur les atomes comme l'optique traditionnelle le fait sur la lumière, au moyen de miroirs et de lentilles. Ce trampoline à atomes a été utilisé comme un miroir et a permis en 1994 l'observation de la modulation de phase d'ondes de matière avec des atomes de Césium.

Cavités miroirs



Titre : *Piège à photons*
Objectif : créer un "chat de Schrödinger" avec de la lumière
Matériau : cuivre et niobium / Années : 1999 - 2006
Équipe : Serge Haroche, Laboratoire Kastler Brossel

Le célèbre paradoxe imaginé par Erwin Schrödinger met en scène un chat à la fois mort et vivant, enfermé dans une boîte, dont l'état ne se détermine qu'au moment de l'ouverture. Cette expérience de pensée met en évidence une question fondamentale en physique quantique : comment un système superposé, fragile par nature, bascule-t-il vers un état classique sous l'influence de son environnement ? Ce passage, que l'on désigne sous le terme de « décohérence », marque la limite de la mécanique quantique avec le monde classique.

Pour explorer ce phénomène, Serge Haroche et son équipe ont mis au point, dans les années 1990, des cavités optiques aux parois presque parfaitement réfléchissantes. Le défi consistait à piéger la lumière assez longtemps pour pouvoir créer et manipuler un état superposé de photons, l'équivalent quantique du « chat de Schrödinger ». Ces miroirs étaient les meilleurs jamais réalisés à l'époque : un photon pouvait y rebondir en moyenne 1,3 milliard de fois avant de disparaître, soit une distance totale équivalente à la circonférence terrestre.

En 2006, ces dispositifs ont permis pour la première fois de créer et de manipuler des états quantiques superposés de la lumière*, puis d'en suivre l'évolution. En envoyant des atomes sonder ces états lumineux, l'équipe a pu observer leur dégradation progressive, ouvrant la voie à une étude expérimentale de la décohérence. Ces expériences ont valu à Serge Haroche le prix Nobel de physique en 2012.

*Le terme lumière est ici utilisé pour désigner le champ électromagnétique au sens large. Dans ces expériences, les chercheurs ont utilisé des micro-ondes plutôt que des longueurs d'onde visibles.

Enceinte à vide



Titre : *Scaphandre pour nuage atomique*

Objectif : observer des ondes de matière géantes

Matériau : titane, aluminium / Années : 2007 - 2021

Équipe : Jean Dalibard, Laboratoire Kastler Brossel

Certains changements d'états de la matière sont familiers : un glaçon qui fond, de l'eau qui bout, un métal qui devient liquide au chalumeau. En physique quantique, de tels changements – appelés « transitions

de phase » – existent aussi. Cependant, ils ne dépendent pas seulement de la température ou de la pression : ils sont aussi gouvernés par les lois quantiques.

En refroidissant un gaz d'atomes proche du zéro absolu, on peut par exemple former un nouvel état de la matière, le "condensat de Bose-Einstein", où ses milliers d'atomes se comportent comme une seule onde géante. De même, dans certains matériaux, les transitions quantiques donnent naissance à des phénomènes comme la supraconductivité, où le courant électrique circule sans aucune résistance.

Ces phases pouvant être très sensibles à l'environnement, il est nécessaire pour les observer de réduire les perturbations électromagnétiques extérieures. Cette enceinte à vide a été fabriquée afin d'éviter toute source de décohérence magnétique pour les atomes piégés en son sein. Elle a été réalisée en titane, matériau amagnétique particulièrement adapté aux conditions d'ultravide. Ses hublots ont subi un traitement spécial pour transmettre de manière optimale la lumière des faisceaux laser, indispensable pour manipuler les atomes.

Des condensats de Bose-Einstein ont été préparés dans l'équipe de Jean Dalibard et Fabrice Gerbier en piégeant des atomes de sodium à l'intérieur de cette enceinte. Différentes phases magnétiques de ces condensats ont ainsi pu être explorées, où les atomes cessent de se comporter comme une collection de particules indépendantes et deviennent une entité collective.

La fée quantique

Peinture numérique, 880 x 360 cm, Caroline Delétoille, 2025

L'artiste Caroline Delétoille rend hommage à La Fée Électricité de Raoul Dufy en la transposant dans l'univers de la physique quantique. De l'Antiquité, en passant par les premiers congrès Solvay jusqu'aux avancées récentes sur les atomes froids et l'informatique quantique, elle retrace les grandes étapes d'une discipline qui a bouleversé autant la science et la technologie que notre compréhension du monde.

L'artiste y rassemble un condensé de ses impressions, notes et échanges issus de ses résidences auprès de chercheurs en physique quantique. Elle met en lumière les grandes découvertes théoriques et expérimentales, les figures marquantes, ainsi que celles qui prolongent aujourd'hui cet imaginaire par de nouvelles représentations et idées.



La fée électricité, 1937

Raoul Dufy (1877-1953), peintre moderne, reçoit pour l'Exposition internationale de 1937 à Paris la commande d'une fresque en l'honneur de l'électricité.



Crédit : Musée d'Art Moderne (Paris)

Cette composition déploie l'histoire de l'électricité et de ses applications, depuis les premières observations jusqu'aux réalisations techniques les plus modernes, ponctuée de références mythologiques. Sur la partie basse de la frise sont disposés les portraits de cent dix savants et inventeurs ayant contribué au développement de l'électricité. Au centre, les dieux de l'Olympe et les générateurs de la centrale électrique reliés par la foudre de Zeus. Des aplats de couleurs rouges, bleus, jaunes ou verts indépendants du dessin très souple, organisent et dynamisent cette composition.

Source : <https://www.mam.paris.fr/fr/oeuvre/la-fee-electricite>



Notes du premier Congrès Solvay

Titre : *Actes du Congrès Solvay*

Année : 1911

Rédacteur : Paul Langevin, annotations de Marcel Brillouin

Paul Langevin, Maurice de Broglie et les premiers Conseils de physique Solvay

Les travaux de Planck en 1900 sur le quantum d'action sont souvent considérés comme marquant le début de la première révolution quantique. Ce n'est cependant qu'en 1911, au premier Conseil de physique Solvay « La théorie du rayonnement et les quanta », que la nécessité de remplacer la physique classique par une nouvelle théorie basée sur des concepts radicalement différents s'est imposée à la communauté des physiciens. Les débats suscités par les rapports qui y ont été présentés, auxquels Poincaré a apporté des contributions profondes, y ont irrévocablement éliminé toute possibilité de réconcilier la physique classique avec les faits expérimentaux.

Deux personnalités du Collège de France ont joué un rôle essentiel dans ce premier Conseil Solvay : Paul Langevin et Maurice de Broglie, qui en étaient les secrétaires scientifiques. Paul Langevin y a en outre présenté un rapport « Sur la théorie du magnétisme et les magnétons » et a été extrêmement actif dans toutes les débats. Les historiens des sciences rapportent également que la vocation de Louis de Broglie pour la physique a été suscitée par son frère Maurice au retour de cette réunion scientifique.

Par la suite, Maurice de Broglie a présenté un rapport sur la vérification expérimentale de la formule $E = h\nu$ dans les phénomènes photo-électriques au Conseil de physique de 1921, « Atomes et électrons ». Paul Langevin est l'un des rares scientifiques à avoir participé à tous les Conseils Solvay qui se sont tenus avant la Seconde guerre mondiale, et à avoir ainsi accompagné toute la première révolution quantique. Il a assuré la présidence des conseils de 1930 et 1933 après le décès de Hendrik Lorentz.





Du premier au cinquième Congrès

Si l'une des quatre vitrines de l'exposition présente une pièce historique liée au premier Congrès Solvay de 1911, la cinquième édition du Congrès en 1927 constitue une date tout aussi marquante pour la physique quantique. On y voit s'affronter les partisans d'une physique quantique déterministe (Einstein, De Broglie, Schrödinger) et ceux d'une physique quantique reposant sur les relations d'indétermination (Bohr, Heisenberg, Born, Dirac, Ehrenfest,...). Bohr sortira finalement vainqueur de la confrontation, entraînant sur ses positions l'immense majorité des physiciens. C'est alors qu'est prise, devant le bâtiment, la célèbre photographie qui réunit les 29 participants, dont 17 furent ou devinrent prix Nobel.

Sur cette photographie, on retrouve :

Au dernier rang : Auguste Piccard, Émile Henriot, Paul Ehrenfest, Édouard Herzen, Théophile de Donder, Erwin Schrödinger, Jules-Émile Verschaffelt, Wolfgang Pauli, Werner Heisenberg, Ralph Howard Fowler et Léon Brillouin. *Au centre* : Peter Debye, Martin Knudsen, William Lawrence Bragg, Hendrik Anthony Kramers, Paul Dirac, Arthur Compton, Louis de Broglie, Max Born et Niels Bohr. *Au premier rang* : Irving Langmuir, Max Planck, Marie Skłodowska Curie, Hendrik Lorentz, Albert Einstein, Paul Langevin, Charles-Eugène Guye, Charles Thomson Rees Wilson et Owen Willans Richardson.

Au-dessus d'eux, Caroline Delétoille a imaginé un dialogue entre figures scientifiques et mythologiques, des représentations de l'atome depuis l'Antiquité jusqu'à l'époque moderne. On y retrouve Démocrite, premier à formuler l'idée de l'atome, un croquis du modèle atomique de Niels Bohr, ou encore un fragment de laboratoire de Maurice de Broglie, enseignant au Collège de France. Hermès, messager des dieux, apparaît également, figure présente dans *La Fée Électricité* de Raoul Dufy.

Le transistor, enfin, rappelle combien cette première révolution quantique a façonné notre quotidien : parmi les premières grandes applications industrielles de la physique quantique, il repose sur la compréhension de la matière (quantification de l'énergie) permise par cette théorie.





« Dieu ne joue pas aux dés »

Au centre de la composition apparaissent les franges d'interférence des célèbres fentes d'Young, expérience emblématique de la physique qui révèle la dualité onde-particule de la lumière ou de la matière : ces franges lumineuses sont en effet caractéristiques d'un phénomène ondulatoire, et apparaissent même lorsque les photons ou les électrons sont envoyés un par un.

Les franges sont ici réinterprétées de sorte qu'elles descendent à la verticale, entourées de nuages, telles des lueurs célestes. Elles sont traversées par des dés intriqués, en clin d'œil à l'un des débats les plus célèbres de la physique moderne, celui qui prit place au Congrès Solvay de 1927 entre Bohr et Einstein. Si ce dernier ne rejetait pas la mécanique quantique, il refusait de voir le hasard érigé en principe fondamental. Ses positions se résument par une formule souvent citée, tirée d'une lettre adressée à son collègue Max Born : « Lui [Dieu], au moins, ne joue pas aux dés »⁽¹⁾.

Au cœur de la scène trône un cryostat, imposant avec ses tuyaux, ses câbles et son allure de machine de recherche étrange. Il incarne la dimension expérimentale de la physique quantique : créer les conditions extrêmes nécessaires pour sonder l'infiniment petit. Le cryostat est aussi le symbole d'une double quête. D'un côté, il abrite les qubits fragiles mais prometteurs des ordinateurs quantiques, porteurs d'un futur révolutionnant le calcul. De l'autre, il évoque la recherche sur la supraconductivité, phénomène par lequel l'électricité s'écoule sans perte d'énergie, avec l'espoir d'un transport plus économe en énergie. C'est également ce phénomène qui permet de faire léviter des aimants, représenté à la base de cette scène.

(1) Tirée de «Einstein - Born, Correspondance», traduction des éditions Seuil. Lettre décembre 1926

La recherche quantique, d'hier à aujourd'hui

L'élaboration de la physique quantique a été la grande aventure scientifique du XXe siècle. Si on s'en fait parfois l'image d'une théorie ardue et abstraite, ou animée de débats plus philosophiques que pratiques, il ne faut pas oublier qu'il s'agit aussi d'une science expérimentale, ayant permis l'émergence de nombreuses technologies et qu'elle est encore porteuse de promesses.

Le panneau de droite rend hommage à tous ces aspects, aux avancées actuelles et aux imaginaires parfois surprenants qui l'accompagnent. On y découvre des hommes et des femmes de science, ainsi que des figures de la société, au milieu de tables optiques, d'instruments en cours de réparation et d'une multitude de détails, témoignages des résidences de Caroline Delétoile au Laboratoire Kastler Brossel - LKB (École Normale Supérieure, Collège de France, Sorbonne Université, CNRS) et au Stewart Blusson Quantum Matter Institute de l'Université de Colombie-Britannique à Vancouver.

Le décor fourmille d'autres références : un synchrotron (accélérateur de particules), un piège à atomes, dont les faisceaux laser coupent la scène en six, des dispositifs de télécommunications et de capteurs quantiques, une IRM, un ordinateur quantique, mais aussi une galaxie – rappelant que la métrologie quantique permet d'explorer l'infiniment grand comme l'infiniment petit. Certains dispositifs expérimentaux sont dessinés, représentant les progrès accomplis dans le contrôle d'objets quantiques uniques (atome, photon, qubit supraconducteur, ...), ingrédient majeur de la seconde révolution quantique.

Sept prix Nobel y apparaissent, dont deux femmes, Anne L'Huillier et Maria Goeppert-Mayer. On croise aussi Richard Feynman, prix Nobel et grand pédagogue de la discipline, ainsi qu'Alfred Kastler, fondateur du laboratoire qui porte son nom. À leurs côtés : Alain Aspect, Claude Cohen-Tannoudji, Serge Haroche, tous prix Nobel, qui ont contribué à la compréhension des fondements de la mécanique quantique et des interactions entre lumière et matière. Des femmes scientifiques sont aussi mises à l'honneur : Shirley Ann Jackson, Chien-Shiung Wu, Michelle Leduc, Eleni Diamanti, soulignant leur participation active aux développements de ce pan de la recherche.

Accompagnant les scientifiques, des penseurs de la société civile apparaissent : Grete Hermann, Michel Bitbol, Carlo Rovelli, Céline Boiserie-Lacroix ou encore Karen Barad, docteure en physique quantique puis philosophe, dont les recherches interrogent les enjeux contemporains. Le « Fundamental Fysics Group », un collectif californien des années 1970 se réunissant de manière informelle pour discuter des implications philosophiques de la physique quantique est également représenté.





Enfin, des clin d'œil à la culture populaire ajoutés par Caroline Delétoile ponctuent la scène : si le super-héros Ant-Man évoque la fascination que suscite la physique quantique dans l'imaginaire collectif, Yoda et son sabre rappellent à quel point les lasers sont importants pour tout expérimentateur de ce domaine. Se cache même quelque part Angela Merkel, docteure en chimie quantique et ancienne Chancelière Allemande, comme un témoignage que la physique quantique peut bien mener à tout.

Du laboratoire à l'atelier, croiser les pratiques

Que trouve-t-on en ouvrant les portes d'un laboratoire de physique quantique ? Montrer la science en train de se faire, c'est parler autant des dispositifs expérimentaux que de ce qui rend la recherche possible, sans y contribuer directement. Des habitudes, pense-bêtes et petits objets des scientifiques, en passant par des outils de bricolage, le monde du laboratoire se dévoile sous un jour inattendu. La mesure, au cœur de la recherche quantique, infuse dans les habitudes du quotidien... jusque dans le système de comptage de cafés.

Lors de ses résidences dans des laboratoires de physique quantique en France et au Canada, Caroline Delétoille a collecté tout un ensemble de documents, indices et preuves d'une construction matérielle et émotionnelle du savoir, qu'elle a réinterprétés avec malice. Les différentes strates s'entremêlent pour former un palimpseste mi-artistique, mi-scientifique, mi-objectif, mi-subjectif, dévoilant le fond commun créatif partagé par les sciences et les arts.

Partenaire artistique : Néo - Biennale internationale

Les illusions retrouvées
L'exposition - Nouvelles utopies à l'ère numérique



Retrouvez la suite de l'exposition, qui se prolonge dans le cadre de Néo – Biennale internationale des arts numériques de la Région Île-de-France, produite par le CENTQUATRE-PARIS, du 11 octobre 2025 au 11 janvier 2026 dans 24 lieux en Île-de-France.

Consacrée aux arts numériques, aux performances audiovisuelles, au spectacle vivant en prise avec les nouvelles technologies ainsi qu'aux rapports entre arts et sciences, Néo – Biennale internationale des arts numériques de la Région Île-de-France – présente des expositions, des spectacles, des concerts et des performances, dans une vingtaine de lieux franciliens. Pendant trois mois, avec sa thématique « Les Illusions retrouvées », la Biennale Néo explore les nouvelles utopies à l'ère numérique. »

Soutiens au projet



Les commissaires : une philosophe, une artiste, une physicienne



Céline Boisserie-Lacroix, chercheuse en philosophie
Commissariat artistique

Ses recherches sont à la croisée de la philosophie de l'esprit, de l'esthétique et de l'art contemporain. Elle a consacré son mémoire de master aux collaborations entre artistes et scientifiques. Sa thèse de doctorat a ensuite développé le rôle des émotions dans notre rationalité et la justification des croyances.



Caroline Delétoille, artiste
Création artistique

« Mon travail est une recherche du souvenir, une documentation de l'ordinaire. Partant d'images d'archives, ou des lieux et gens que je croise, mes peintures font un pas de côté avec la réalité, l'espace pictural devient un terrain de jeu. À mesure que les repères rationnels sont perturbés, l'imagination s'active. »



Aurore Young, physicienne
Commissariat scientifique

Aurore Young se consacre à la physique quantique depuis 2020, après sept ans au Canada à programmer sur de grandes productions de jeux vidéo. Elle est actuellement doctorante au Laboratoire Kastler Brossel de physique quantique au Collège de France. Ses recherches portent sur la mise en œuvre d'états quantiques à longue durée de vie.

Sensation quantique, ils accompagnent le projet

PRODUCTION : Collège de France et
Convergences Créations

COMITÉ SCIENTIFIQUE : Tristan Briant,
Rémi Coulon, Jules Grucker, Dominique
Mouhanna, Alban Urvoy, Aurore Young

SCÉNOGRAPHIE ET DESIGN DES
INSTALLATIONS : Kevin Lebouvier

MUSIQUE : Max-Louis Raugel

FILM : Chadi Abo et Hecat Studio

DOCUMENTAIRE : Louis Pierre-Lacouture
et Bertrand Scalabre (Unexpected Films)

CATALOGUE : Éditions Naima

AGENCEMENTS : Hernan Gabriel Pais et
Mykolas Zavadskis

GRAPHISME ET COMMUNICATIONS
Curation visuelle : Hermann Petre
Graphisme : Axel Benassis
Photographie : Olivier Valiente

SIGNALÉTIQUE : Elan Numérique, Publimark

EQUIPE PROJET COLLEGE DE FRANCE :
Violette Batailley, Anne Chatellier, Lucie
Robert

Remerciements à Jean Dalibard et Marc
Henneaux

NAIMA

Pour aller plus loin :
découvrir le livre-catalogue :

