

Jean Dalibard, un physicien dans la lumière

PAR ANNE-SOPHIE BOUTAUD

MATIÈRE

ÉVÈNEMENT Brillant physicien, spécialiste reconnu des atomes froids, un domaine au cœur de l'interaction entre matière et lumière, Jean Dalibard est le lauréat de la médaille d'or du CNRS 2021.

« **C**e bâtiment a accueilli le premier cyclotron français, un accélérateur de particules qui fut construit dans le Laboratoire de chimie nucléaire dirigé par Frédéric Joliot-Curie. » Dans son bureau du Collège de France, Jean Dalibard aime narrer les exploits de ses illustres prédécesseurs. Physicien au Laboratoire Kastler Brossel¹ (LKB), membre de l'Académie des sciences et titulaire de la chaire Atomes et rayonnement depuis 2013, cet explorateur du monde quantique est le lauréat 2021 de la médaille d'or du CNRS. « Il s'agit là d'une récompense unique, qui résulte du jugement de personnes avec qui je partage la même méthode, les mêmes valeurs : la démarche scientifique, le doute et la confiance qui la soutiennent », énonce-t-il avec humilité.

Durant toute sa carrière, dont trente années passées au CNRS, Jean Dalibard, chercheur et enseignant passionné, s'est distingué par l'originalité de son approche mêlant théorie et expériences. Ses travaux pionniers ont permis des avancées considérables en physique atomique, là où la lumière peut agir sur la matière. Il est à l'origine, entre autres, du développement de technologies quantiques tel le piège magnéto-optique pour atomes froids. On lui doit également les toutes premières expériences sur les tourbillons quantiques dans les gaz d'atomes froids, des objets qui défient l'intuition...

Au bon endroit au bon moment

D'autant qu'il se souvienne, Jean Dalibard a toujours voulu faire de la science. Né en 1958, son enfance sera particulièrement marquée par le moulin de son grand-père, meunier, dont aujourd'hui encore il se rappellerait presque chaque engrenage ; et par le jour où l'homme a posé un pied sur



Lire l'intégralité de l'article sur lejournal.cnrs.fr

la Lune, le 20 juillet 1969 : « J'aurais voulu être dans la salle de contrôle de la Nasa. Je rêvais moins de marcher sur la Lune que de construire ces machines qui y ont envoyé des hommes. »

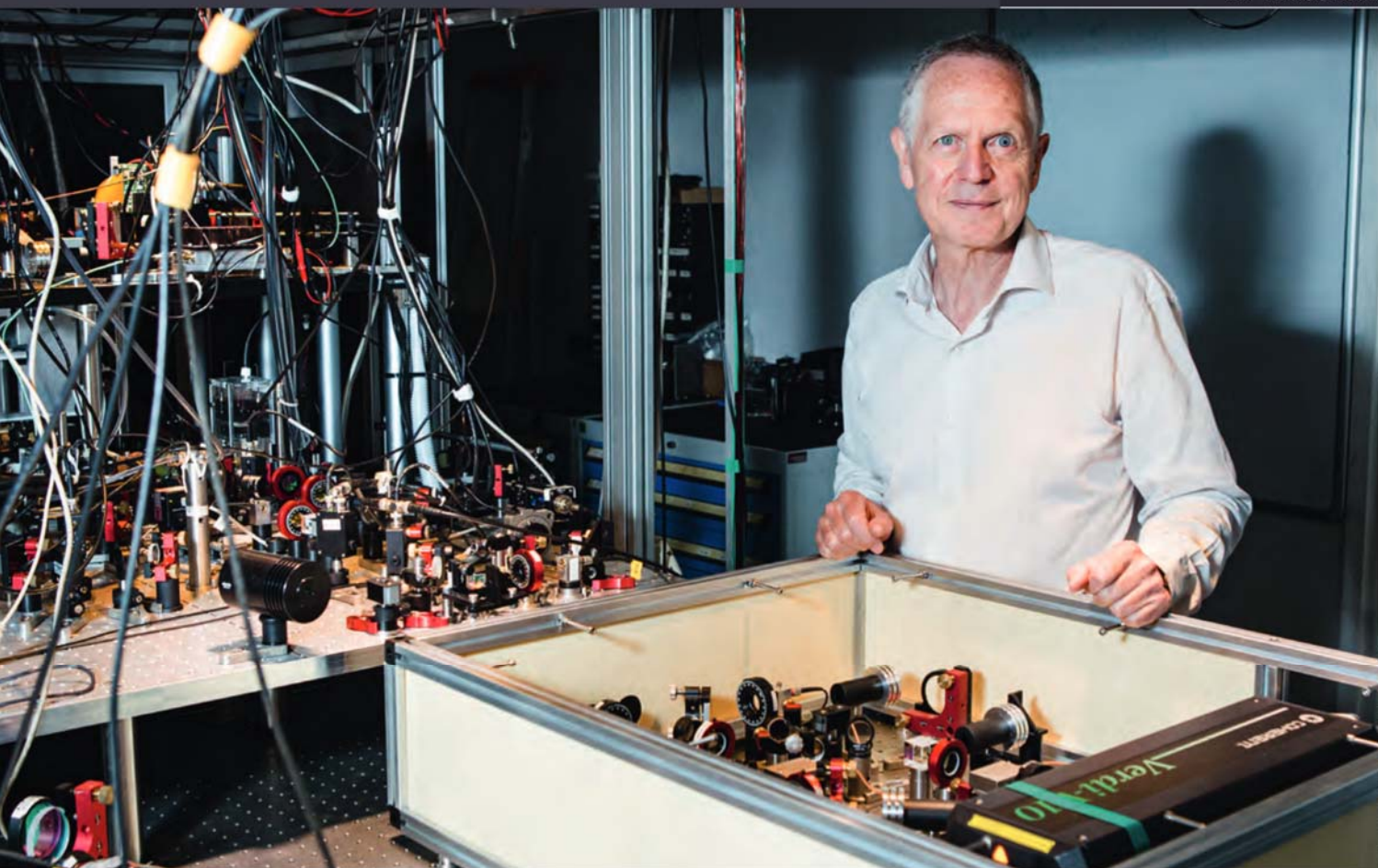
Ce sont d'abord ses professeurs de lycée qui lui ont transmis le goût de la physique. S'en est suivi un parcours « classique » : l'École normale supérieure et l'université Paris VI où il ira jusqu'à l'agrégation de physique, obtenue en 1981. À cette époque, il n'est pas encore certain de se lancer dans une carrière académique. Mais, se souvient-il, « tout s'est déroulé de manière naturelle. Ma thèse, sous la direction de Claude Cohen-Tannoudji², mon entrée au CNRS en 1982, mes premiers pas à l'Institut d'optique dans l'équipe d'Alain Aspect (médaille d'or du CNRS 2005), un poste de chargé de cours à l'École polytechnique puis de professeur à partir de 2003. On peut dire que j'ai eu la chance d'être – souvent – au bon endroit au bon moment », s'amuse-t-il.

Ce froid qui vient de la lumière

Jean Dalibard a eu la chance d'assister – et de contribuer – à l'éclosion d'un tout nouveau champ de recherche : les atomes froids. Autrement dit, il s'agit de parvenir à manipuler et contrôler de manière très fine le mouvement des atomes – du gaz – avec de la lumière – des lasers. Étudier certaines propriétés exotiques ou mesurer de manière ultra-précise le temps (en construisant des horloges atomiques) sont quelques-unes des applications possibles du refroidissement des atomes. Mais à l'époque, c'est un champ de recherche encore balbutiant. La toute première observation d'un ion piégé et refroidi, puis une conférence de Claude Cohen-Tannoudji en 1979 achèveront de convaincre le physicien de s'engager dans cette nouvelle discipline. « C'était une belle aventure scientifique à mener, pensait-on à l'époque, pour quelques années, raconte-t-il. A posteriori, on se rend bien compte qu'on ne connaissait qu'une infime partie de ce nouveau champ de recherche... »

En 1986, Jean Dalibard pose lors d'une conférence à Helsinki (Finlande) les principes du piège magnéto-optique – un dispositif depuis devenu standard dans les laboratoires du monde entier. Dans la même période, il invente avec Claude Cohen-Tannoudji un nouveau mécanisme de refroidi-

1. Unité CNRS/Sorbonne Université/ENS Paris/Collège de France. 2. Lauréat de la médaille d'or du CNRS 1996 et du prix Nobel de physique 1997 avec Steven Chu et William Daniel Phillips.



© FREDERIQUE FUCSALCATIONS PHOTOGRAPHIE

▼ Jean Dalibard devant la table optique d'une salle d'exérimentation du Laboratoire Kastler Brossel, le 16 juin 2021.

dissement des atomes par laser, l'effet Sisyphus : les atomes sont placés dans une situation où ils doivent sans cesse gravir des collines de potentiel créées par la lumière. Rapidement, leur énergie diminue jusqu'à ce qu'elle devienne trop faible pour atteindre le sommet suivant. « Nos particules terminent leur course quasiment immobiles, confinées dans des cages de lumière dessinées par l'onde lumineuse », explique-t-il. Dès lors, le physicien ne cessera de jouer avec la lumière et la matière, pour lui « l'essentiel du monde physique ».

Pour aller (toujours) plus loin, dans les années 1990, il met au point avec ses collaborateurs une nouvelle approche, la méthode théorique des fonctions d'onde Monte Carlo, également appelées « trajectoires quantiques », qui est utilisée par de nombreux chercheurs pour simuler le comportement de systèmes d'atomes et de photons dans des situations expérimentales variées.

Modéliser des systèmes complexes

Au début des années 2000, toujours au LKB, Jean Dalibard se lance avec son équipe dans l'étude des condensats de Bose-Einstein gazeux à travers l'observation de tourbillons quantiques dans les gaz d'atomes froids quand ceux-ci sont mis en rotation. Il étudie, encore aujourd'hui, ces vortex quantiques, leurs formes, leurs dynamiques. L'une de ses plus grandes joies est d'avoir été parmi les premiers à pouvoir observer ces tout nouveaux phénomènes, « de la très belle physique », selon lui. Désormais, il s'intéresse aussi à la simulation de problèmes quantiques hors de portée des

calculs actuels. L'idée est d'établir un parallèle entre ces problèmes de haute complexité, par exemple le mouvement d'électrons dans un solide, et le mouvement des atomes froids dans le paysage créé par la lumière. Du fait de leurs dimensions caractéristiques qui permettent de visualiser les atomes individuellement, les physiciens cherchent donc, assure Jean Dalibard, à utiliser ces gaz d'atomes ultra-froids comme de véritables simulateurs quantiques.

Au-delà de la science

Notre échange s'achève pendant que ses étudiants installent minutieusement une toute nouvelle expérience. Signe qu'ici aussi, l'activité a repris ses droits après une année difficile. La crise du Covid-19 a été pour Jean Dalibard l'occasion de se consacrer pleinement à ses travaux : « l'impact sur la recherche n'a pas été entièrement négatif. Le développement des conférences en ligne nous a permis par exemple de constituer une banque de données de connaissances scientifiques, accessible à tous et complètement inédite ».

Pour conclure, le lauréat, qui a enseigné et communiqué au grand public sa passion de la physique pendant plus de trente ans, tient à souligner deux points qui lui tiennent à cœur : la faible proportion de femmes dans sa discipline, un manque qui « prive d'un grand nombre de cerveaux nos laboratoires » et l'enseignement scientifique à l'école, « le parent pauvre de l'éducation », regrette-t-il. Car pour lui, au triptyque lire, écrire et compter, devrait s'ajouter « raisonner », et l'activité scientifique est un terrain de jeu idéal pour exercer son raisonnement. ||