

Nobel de physique 2025 : trois pionniers de l'ordinateur quantique, dont le Français Michel Devoret

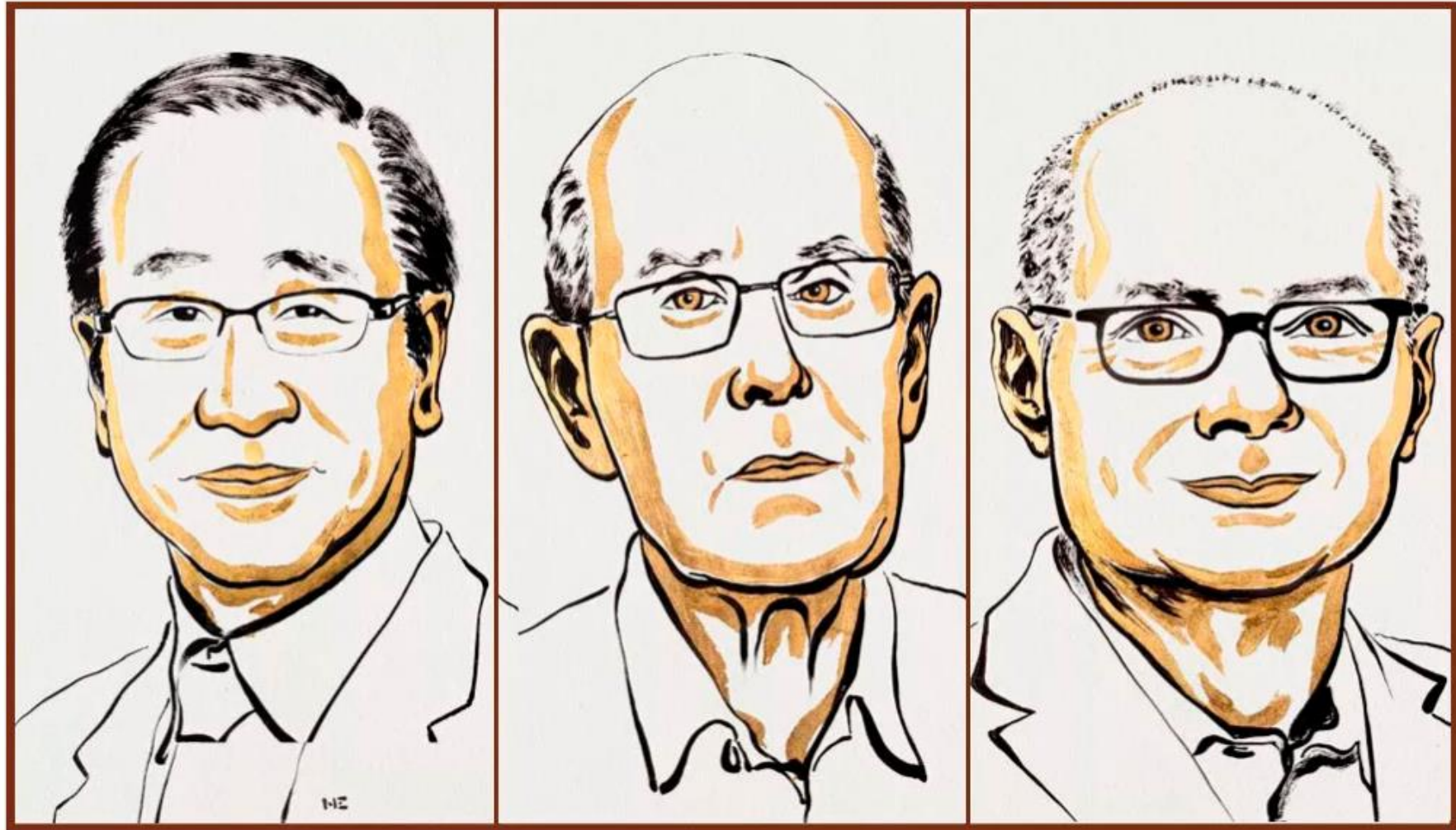


John Clarke, Michel Devoret et John Martinis, Lauréats du prix Nobel de physique 2025.

John Clarke Michel Devoret John Martins ont montré l'existence de phénomènes quantiques à l'échelle macroscopique dans un circuit électrique supraconducteur.

Le prix Nobel de chimie 2025 met à l'honneur les MOF, des nanomatériaux poreux

Les chimistes Susumu Kitagawa, Richard Robson et Omar Yaghi sont récompensés pour leur contribution essentielle au développement des réseaux métalloorganiques (MOF, *metal-organic frameworks*). Ces matériaux offrent de nouvelles solutions technologiques pour le stockage de l'énergie, la capture du CO₂, ou la filtration des polluants.



Le prix Nobel de physique 2025 récompense la mise en évidence de l'effet tunnel quantique macroscopique

Le comité Nobel salue les travaux de John Clarke, Michel Devoret et John Martinis, qui, dans les années 1980, ont montré l'existence de phénomènes quantiques à l'échelle macroscopique dans un circuit électrique supraconducteur.

[Marie-Neige Cordonnier](#)

Pour la science ; 07 octobre 2025 | Temps de lecture : 2 mn

Et s'il était possible de construire une version réduite du « chat de Schrödinger » en utilisant la supraconductivité ? C'est un peu à cette question, formulée en 1978 par le physicien britannique Anthony Leggett, que l'on doit ce prix Nobel. Le chat de Schrödinger est une expérience de pensée célèbre de la physique, qu'Erwin Schrödinger, l'un des fondateurs de la mécanique quantique, a imaginée en 1935 pour en illustrer un concept fondamental : la « superposition quantique ». Selon ce concept, un système microscopique – un ensemble d'atomes, par exemple – est dans plusieurs états à la fois tant qu'aucune mesure ne vient le perturber.

Schrödinger voulait montrer l'absurdité de ce concept à l'échelle macroscopique et avait imaginé une expérience où un chat serait à la fois vivant et mort tant qu'aucune mesure ne viendrait vérifier son état. Mais était-il possible de créer réellement une expérience qui montrerait un phénomène quantique à l'échelle macroscopique ? C'est ce qu'Anthony Leggett a suggéré en 1978 en proposant pour cela d'utiliser la supraconductivité. Et c'est tout simplement le défi que les trois lauréats du prix Nobel de physique 2025, John Clarke, Michel Devoret et John Martinis, ont relevé avec succès quelques années plus tard, à l'université de Californie à Berkeley. Avec des conséquences fondamentales pour comprendre et utiliser la physique quantique à l'échelle macroscopique, notamment pour concevoir des ordinateurs quantiques.

Pourquoi avoir proposé d'utiliser la supraconductivité ? Dans les années 1960, on avait mis en évidence au cœur de ce phénomène une propriété prédite par la mécanique quantique : l'effet Josephson. Dans un matériau supraconducteur, le courant électrique circule avec une résistance nulle, sans perte d'énergie. Or on avait expérimentalement montré qu'entre deux supraconducteurs un courant électrique circulait aussi, traversant « par effet tunnel » la barrière entre les deux matériaux (constituée d'une couche de matériau isolant ou d'un conducteur non supraconducteur) et créant ce que l'on nomme une « jonction Josephson ». L'idée d'Anthony Leggett était de rechercher une preuve expérimentale d'effets quantiques macroscopiques en utilisant une jonction Josephson.

Au début des années 1980, plusieurs équipes relevèrent le défi, dont celle de John Clarke, alors professeur à l'université de Californie à Berkeley. Avec Michel Devoret, arrivé en postdoctorat au milieu des années 1980 et John Martinis, étudiant en thèse, ils ont conçu un système à une échelle bien supérieure à ce qui avait été construit jusqu'alors : un circuit électrique supraconducteur macroscopique avec jonction Josephson, sur une puce de 10 millimètres de côté, qui faisait donc intervenir non pas seulement quelques particules, mais des milliards. Et ils ont mis en évidence l'effet tunnel dans la jonction Josephson à cette échelle. Ils ont aussi montré que dans ce système, les particules se comportent comme une seule particule géante vérifiant les propriétés que prévoit la mécanique quantique : elle n'absorbe ou n'émet que des quantités spécifiques d'énergie.

Ce sont ces propriétés que John Martinis a ensuite utilisées pour développer une des voies explorées actuellement pour construire les qubits des ordinateurs quantiques – l'équivalent des bits des ordinateurs classiques.

Le prix Nobel de chimie 2025 met à l'honneur les MOF, des nanomatériaux poreux

Les chimistes Susumu Kitagawa, Richard Robson et Omar Yaghi sont récompensés pour leur contribution essentielle au développement des réseaux métalloorganiques (MOF, *metal-organic frameworks*). Ces matériaux offrent de nouvelles solutions technologiques pour le stockage de l'énergie, la capture du CO₂, ou la filtration des polluants.

[François Lassagne](#)

Pour la Science 08 octobre 2025 | Temps de lecture : 4 mn

Les chimistes ont longtemps rêvé de matériaux capables d'extraire l'eau de l'air dans les régions désertiques, de séparer le CO₂ des fumées sortant des usines, de débarrasser les eaux usées de certains de leurs composés toxiques, de stocker efficacement l'hydrogène ou le méthane... Il leur fallait pour cela concevoir non pas des molécules, mais de véritables édifices moléculaires tridimensionnels, à même d'intégrer en leur sein de grandes quantités de gaz ou de liquides. Il fallait aussi que ces constructions soient suffisamment stables et flexibles pour que la taille et les propriétés de leurs cavités internes puissent être modulées selon les besoins. Ce rêve, les zéolithes – des réseaux inorganiques composés uniquement d'atomes de silicium, d'aluminium et d'oxygène – l'ont transformé en réalité dès les années 1940 – mais seulement partiellement. Car, outre la très grande rigidité de leur structure, leur variété est limitée, et les pores qu'ils abritent, de taille fixe, n'excèdent usuellement pas 2 nanomètres.

À la fin des années 1980, le rêve a emprunté une voie nouvelle vers la concrétisation : celle des réseaux métalloorganiques, ou MOF (*metal-organic frameworks*). Une famille aujourd'hui composée de plusieurs [dizaines de milliers de membres](#) aux propriétés différentes, aux volumes internes pouvant atteindre une taille caractéristique de plusieurs nanomètres, et d'une surface spécifique (celle accessible à l'intérieur de leurs pores) remarquable – la surface déployée de quelques grammes de certains MOF est de l'ordre de celle d'un terrain de football.

Il a d'abord fallu, pour aboutir à la synthèse des premiers MOF, se convaincre qu'il était possible de créer de manière contrôlée des structures moléculaires s'inspirant de la géométrie des cristaux. Comment, par exemple, reproduire le motif tétraédrique formé par les atomes de carbone dans le diamant ? C'est ce premier défi qu'a relevé, à la fin des années 1980, [Richard Robson](#), colauréat du prix Nobel de chimie 2025, aujourd'hui professeur à l'université de Melbourne, en Australie. Il a pour cela associé deux types d'éléments qui, depuis, constituent la base de tout MOF : un ion métallique, placé aux nœuds du réseau moléculaire, et un ligand organique, qui en constitue les arêtes. Richard Robson est ainsi parvenu à produire un réseau tétraédrique moléculaire, analogue au tétraèdre du réseau de carbone dans le diamant... mais de bien plus grande taille.

La voie étant ouverte, de nombreux MOF furent développés, avec un enjeu central : en maîtriser toujours mieux les propriétés, de manière stable. Il était crucial que les réseaux moléculaires produits persistent durablement, de manière de manière qu'on puisse y stocker des molécules ou, au contraire, d'en extraire, sans dégrader le réseau. C'est notamment dans cette quête que se sont démarqués les travaux [d'Omar Yaghi](#), autre colauréat, aujourd'hui professeur à l'université de Californie à Berkeley, aux États-Unis. Le chimiste est notamment parvenu, en 1999, à établir les voies de synthèse précises d'un MOF d'une très grande stabilité, y compris à haute température (jusqu'à 300 °C), faisant figure de référence dans la grande famille de ces architectures moléculaires : le MOF-5.

À la même époque, [Susumu Kitagawa](#), lui aussi colauréat, aujourd'hui professeur à l'université de Kyoto, au Japon, a exploré un autre aspect des MOF : leur flexibilité. Leur très grande porosité et leur capacité à adsorber des molécules sur de très grandes surfaces de manière sélective étant mobilisable de manière contrôlée et stable, y compris dans des conditions d'usages exigeantes, était-il possible, en modifiant leur environnement (par la température, l'application d'une pression dirigée selon une direction donnée, un champ électrique...), d'influencer ces propriétés ? Le chimiste japonais a fait la démonstration que c'était en effet réalisable, ouvrant un autre champ d'exploration dans la famille des MOF, celui des MOF « flexibles ». Depuis, il a aussi été démontré que des MOF dont les propriétés, liées à leur structure en réseau, persistent même en phase amorphe ou liquide (le matériau créé étant décrit, dans ce dernier cas, comme un « liquide poreux ») peuvent être produits.

L'attribution du prix Nobel de chimie 2025 à Richard Robson, Omar Yaghi et Susumu Kitagawa marque non seulement la mise au point de concepts nouveaux dans la synthèse chimique prédictive, mais également la fécondité actuelle de ces concepts : lors de l'annonce des lauréats, le comité Nobel a souligné que la présentation d'un MOF inédit par une équipe de chimistes était quasi quotidienne. Une effervescence qui intéresse de nombreux industriels – dont certains mobilisent déjà des MOF dans leurs procédés – aux prises avec les enjeux contemporains de décarbonation, de dépollution des sols et des eaux, ou encore de stockage de gaz ou de liquides dans les filières énergétiques.