

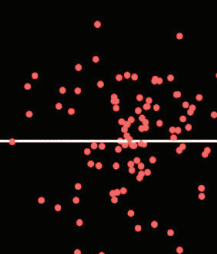
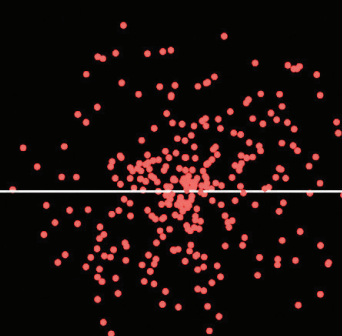
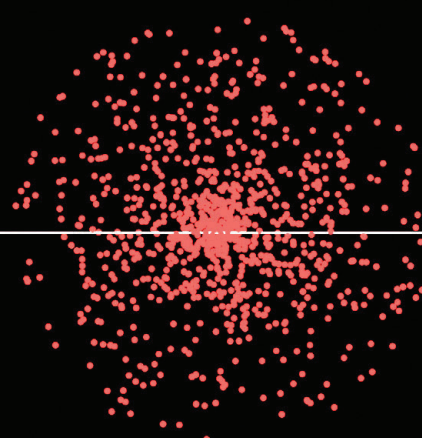
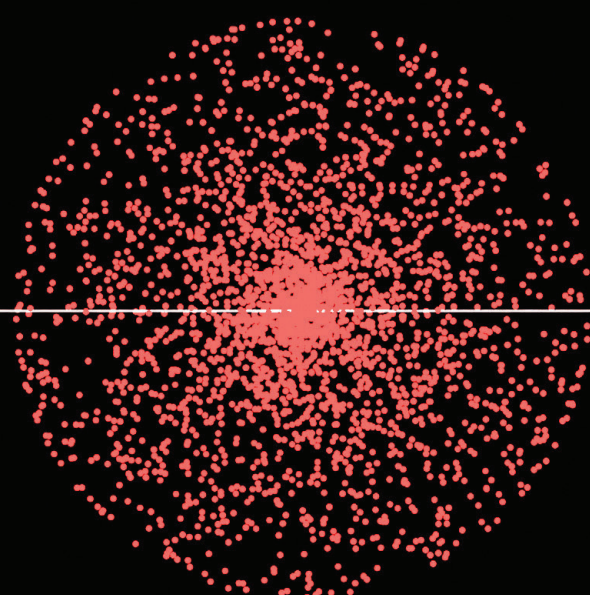
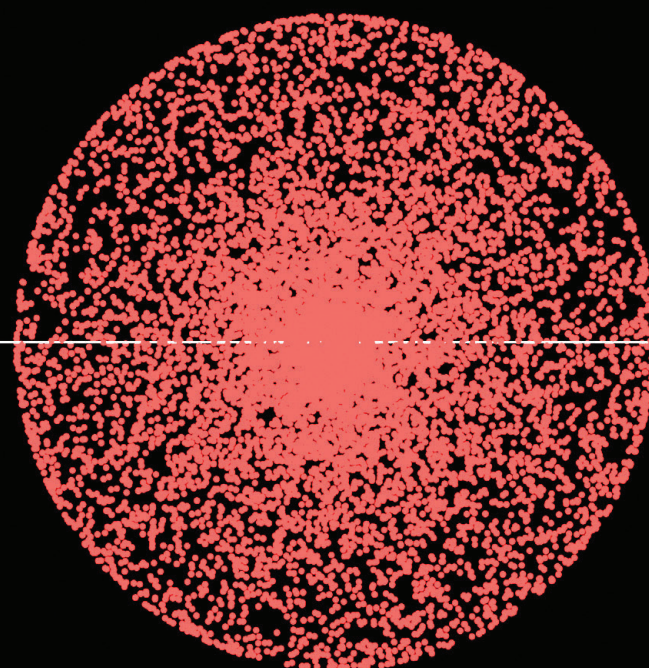
La quantique

dé. co. dée

Cinq propriétés
qui vont vous
dérouter ●



1 Quantification



Comportement discontinu

Un objet quantique, comme un électron dans un atome, a des comportements « quantifiés », discontinus.

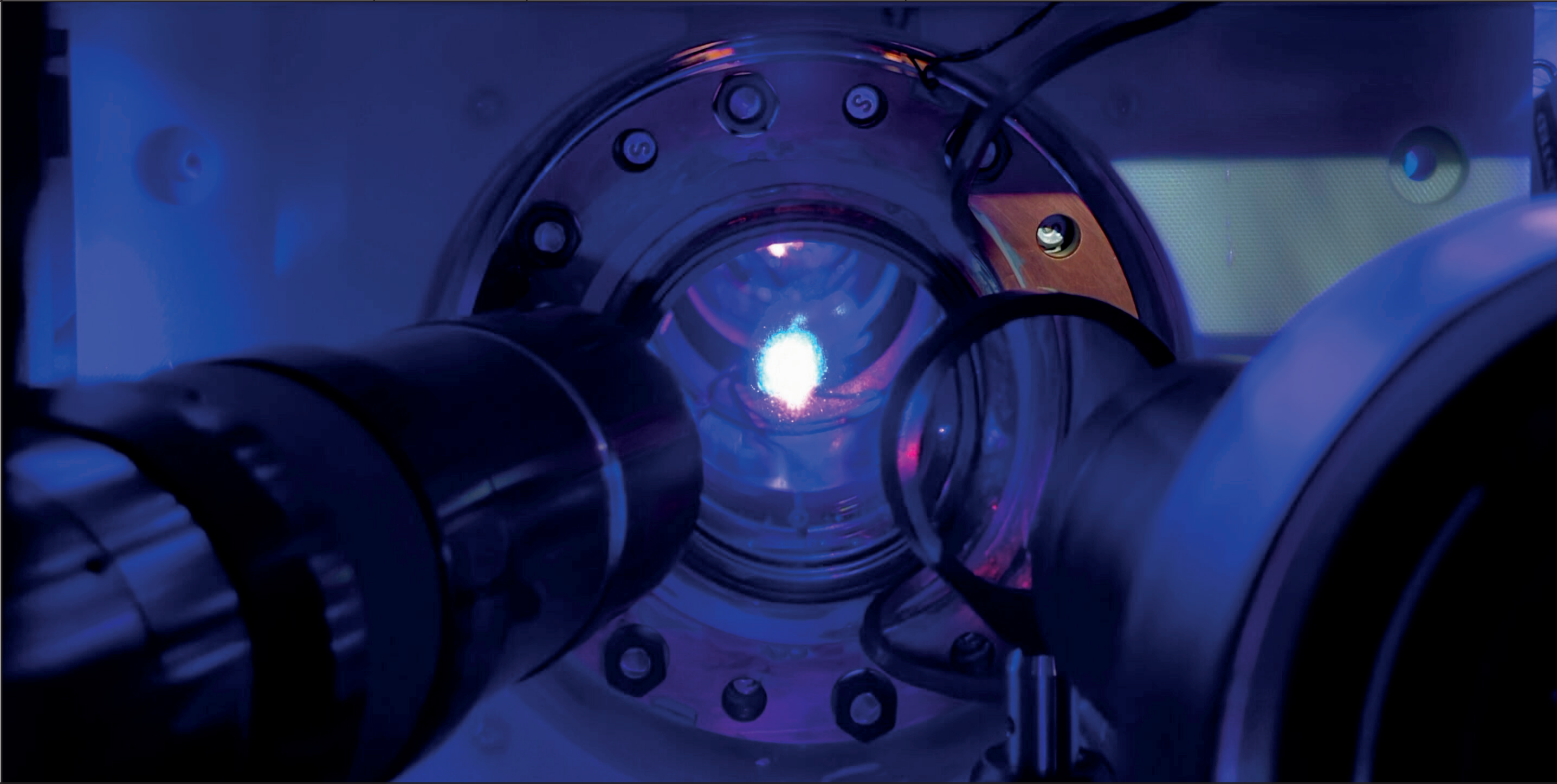
Il occupe par exemple un niveau d'énergie, comme un barreau d'une échelle.

L'électron peut sauter soudain à un autre niveau, mais ne se trouvera jamais entre deux.



1

L'horloge la plus précise au monde est quantique

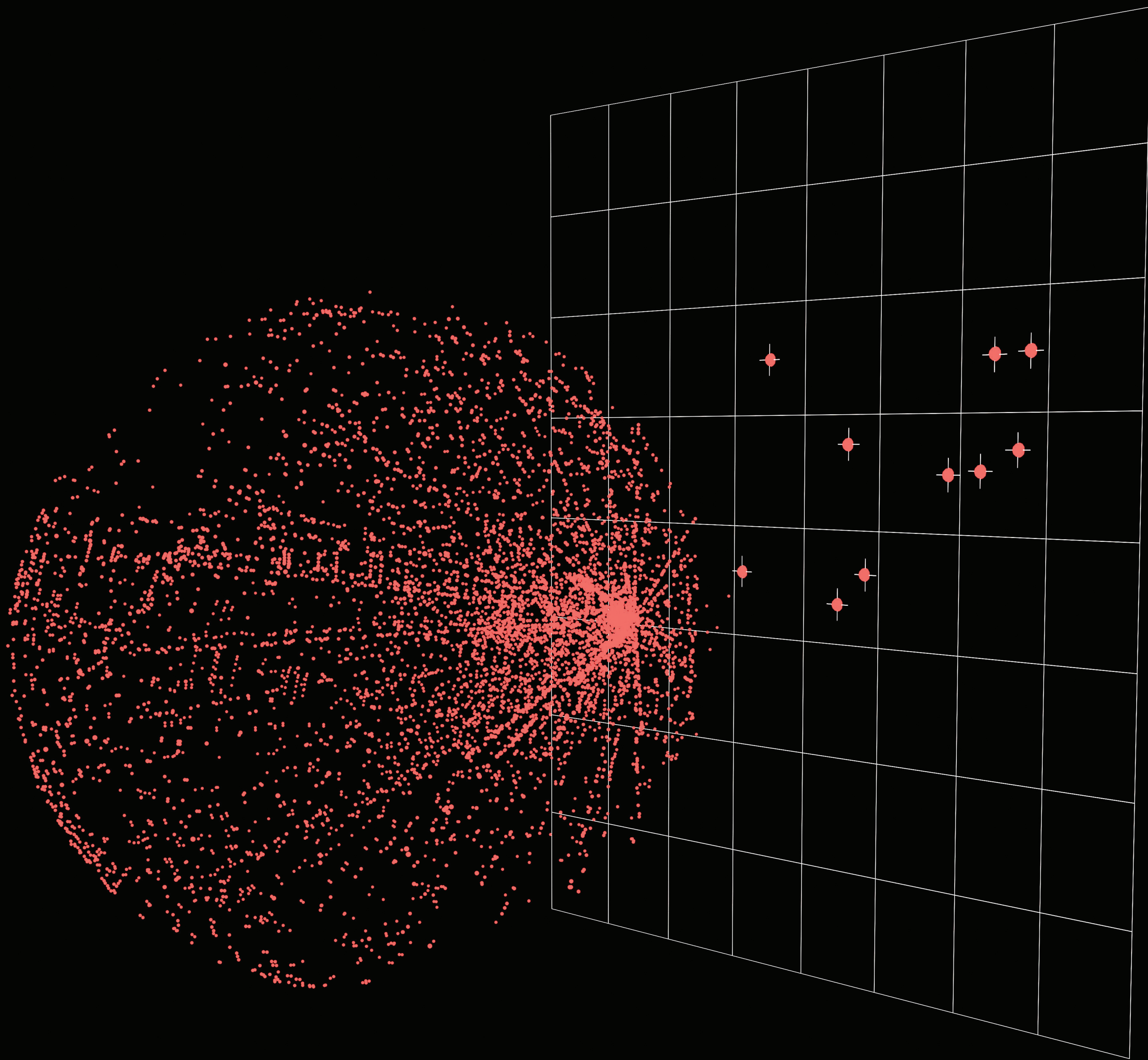


En envoyant un laser ultra-précis sur du strontium, des chercheurs ont créé l'horloge atomique la plus précise au monde. La fréquence du laser est ajustée pour faire sauter un électron de l'atome de strontium entre ses niveaux d'énergie, et l'horloge est ajustée à cette fréquence. Elle mesure alors le temps au milliardième de milliardième de seconde près !

« Clock with 8×10^{-19} systematic uncertainty. »
A. Aepli et al., Phys. Rev. Lett. (2024)
@ Kyungtae Kim, JILA



2 Dualité



Onde ou particule ?

Une particule quantique occupe toute une zone de l'espace, un peu comme un nuage ou une onde.

Quand on cherche à mesurer où elle se trouve, elle se localise soudain en un endroit

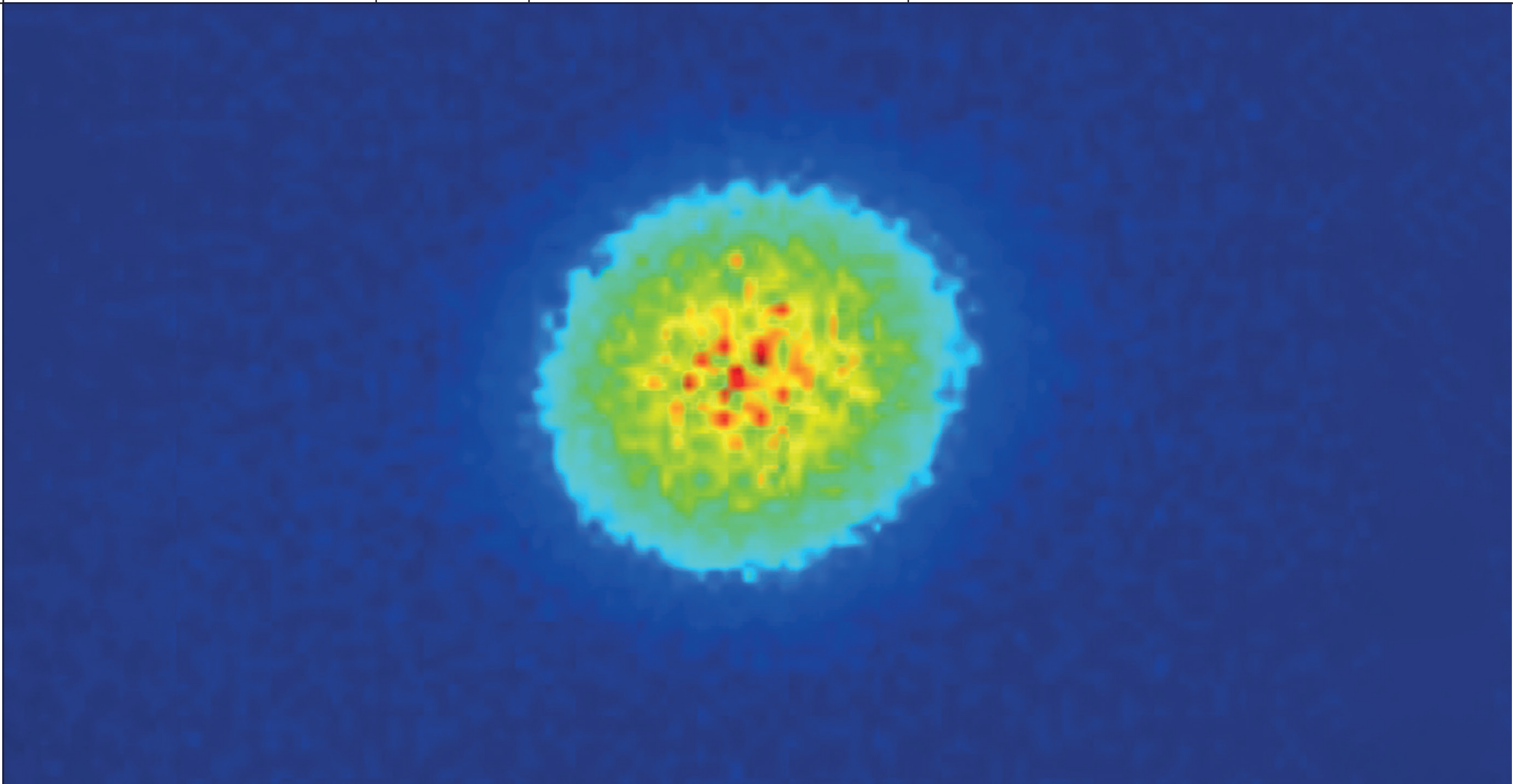
précis, qu'elle semble avoir tiré au sort quelque part dans ce nuage !

Mais avant, il est impossible de déterminer précisément où elle se trouve, on ne peut qu'en trouver la probabilité...



2

Voilà à quoi ressemble un électron dans un atome d'hydrogène

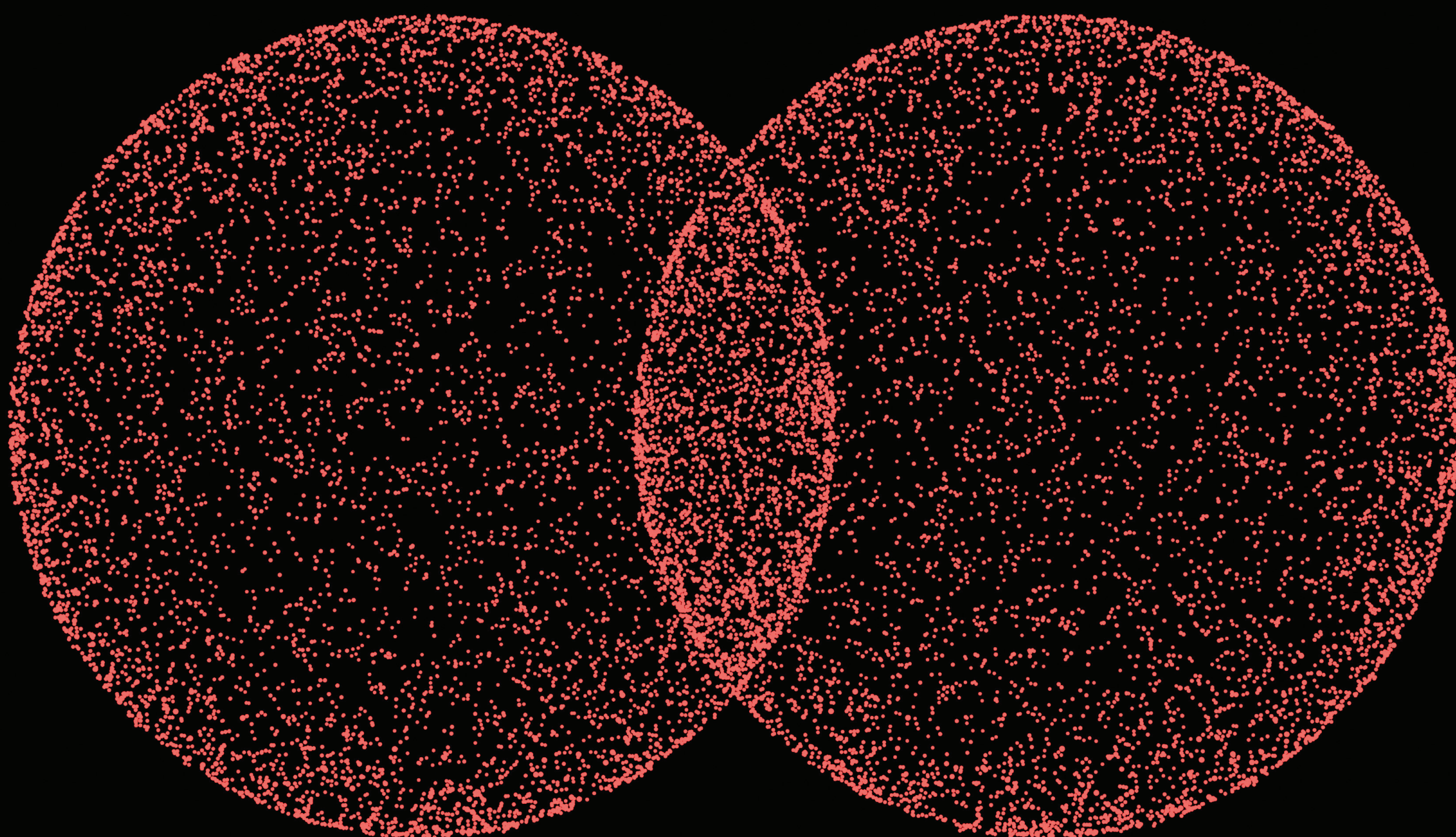


En principe, on ne peut pas directement voir la forme d'un électron dans un atome. Mais des scientifiques ont pu mesurer la forme d'un électron dans un atome d'hydrogène de façon indirecte. L'électron occupe toute une zone autour du noyau, c'est sa fonction d'onde quantique. La hauteur de l'image fait moins d'un nanomètre.

« Hydrogen Atoms under Magnification: Direct Observation of the Nodal Structure of Stark States »
A. S. Stodolna et al, Phys. Rev. Lett. (2013)



3 Superposition d'états



Don d'ubiquité

Un objet quantique peut exister simultanément dans plusieurs états à la fois !

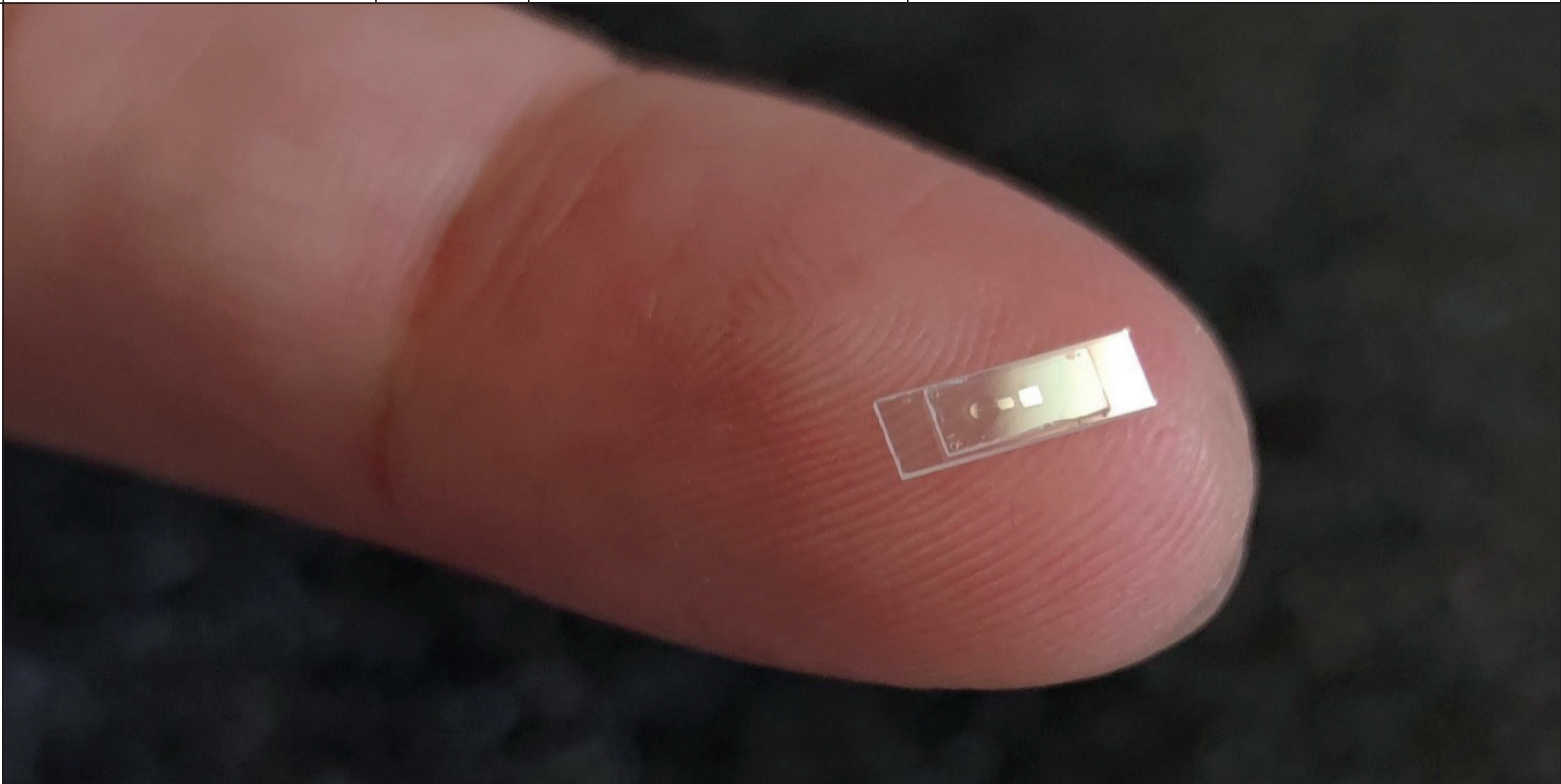
Par exemple, un électron peut être à la fois excité et calme. Plus étrange encore, un atome peut sembler être à deux endroits à la fois.

Ce n'est qu'au moment où l'on cherche à déterminer où il se trouve que l'atome « choisit » une des deux positions.



3

Le plus gros chat de Schrödinger est un ressort

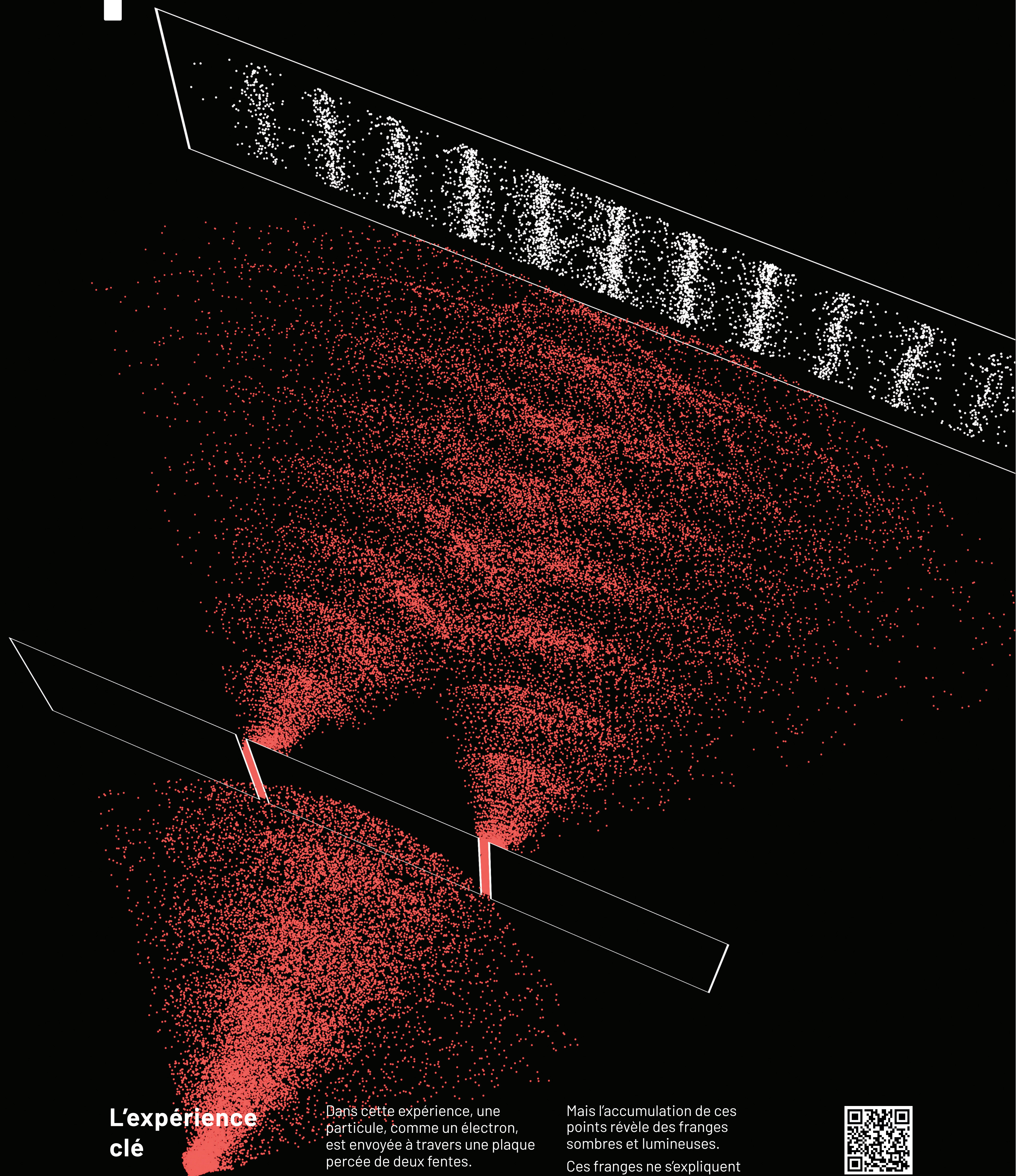


Ce composant électronique pèse 16 microgrammes, juste assez pour être visible à l’œil nu. Une équipe a réussi, en le refroidissant, à le placer dans deux états à la fois, une sorte de ressort à la fois étiré et comprimé, à l’image du chat de Schrödinger à la fois mort et vivant...

« Schrödinger cat states of a 16-microgram mechanical oscillator », M. Bild et al, Science (2023)
@Mateo Fadel, ETH Zürich



4 Fentes d'Young



L'expérience clé

Dans cette expérience, une particule, comme un électron, est envoyée à travers une plaque percée de deux fentes.

Lorsqu'elle est détectée sur un écran derrière la plaque, elle apparaît en un point précis.

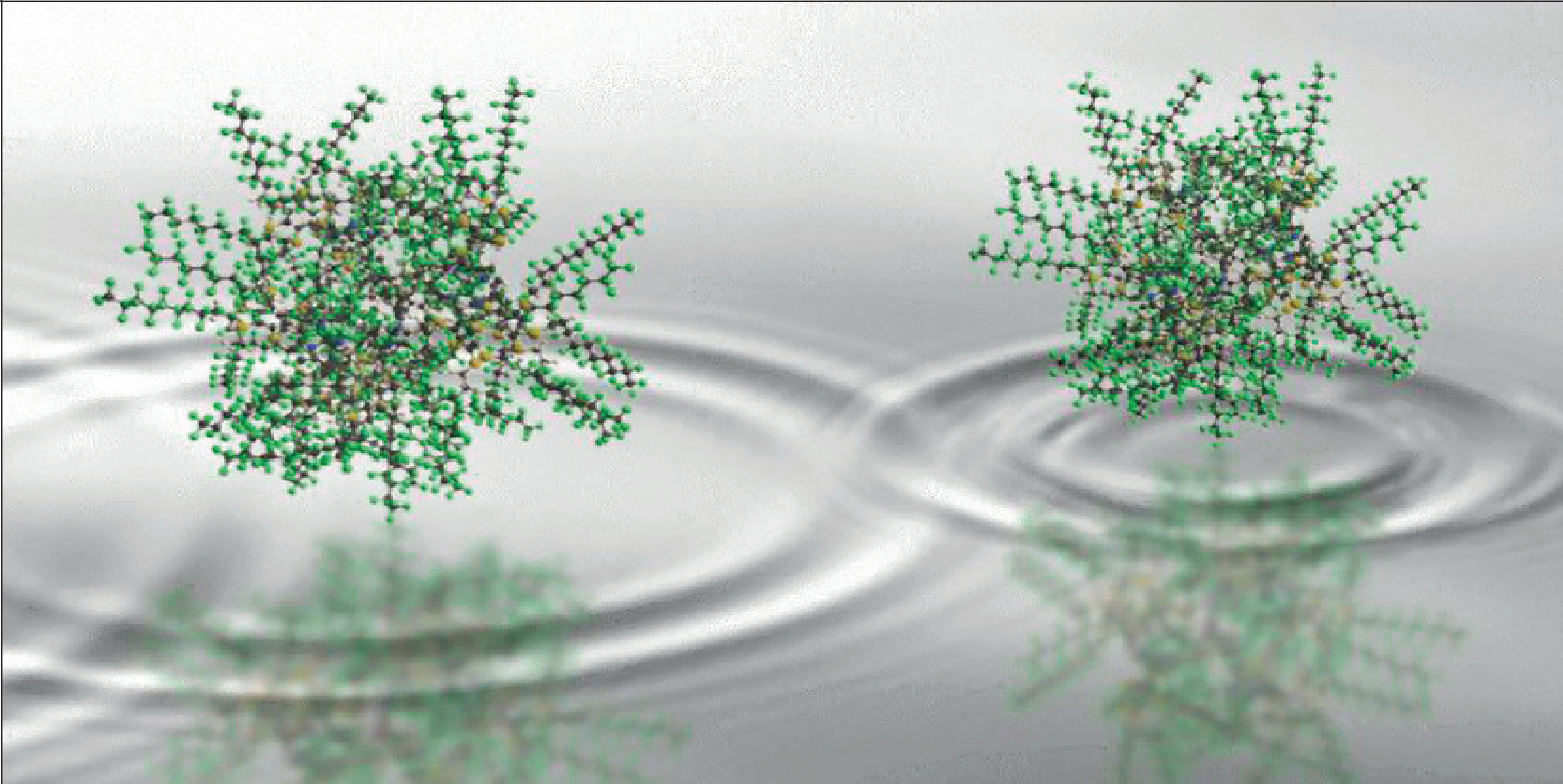
Mais l'accumulation de ces points révèle des franges sombres et lumineuses.

Ces franges ne s'expliquent que si chaque particule est passée par les 2 fentes à la fois, interférant avec elle-même ! Elle ne s'est réduite en un point qu'au moment de sa détection.



4

Une énorme molécule passe à travers deux fentes à la fois

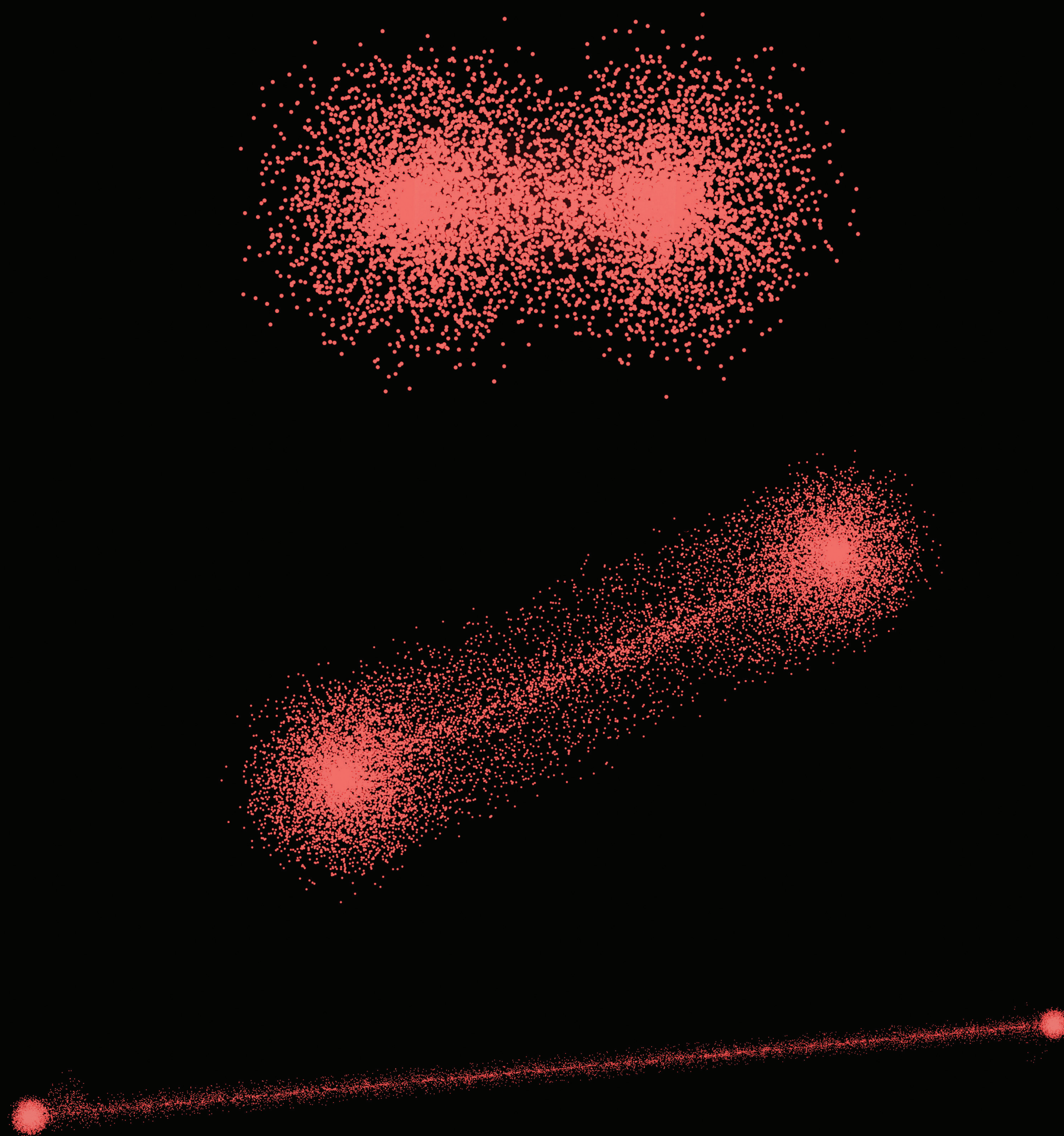


Cette molécule de 2000 atomes est le plus gros objet quantique jamais mesuré dans l'expérience des fentes d'Young. Des scientifiques sont parvenus à la faire passer à travers les deux fentes à la fois et observer qu'elle interfère avec elle-même, comme une onde !

« Quantum superposition of molecules beyond 25 kDa »
Y. Fein et al, Nature Physics (2019)
@Yaakov Fein, Universität Wien



5 Intrication



Influence à distance

Lorsque deux particules sont intriquées, elles restent connectées par de surprenantes corrélations « quantiques », peu importe la distance qui les sépare.

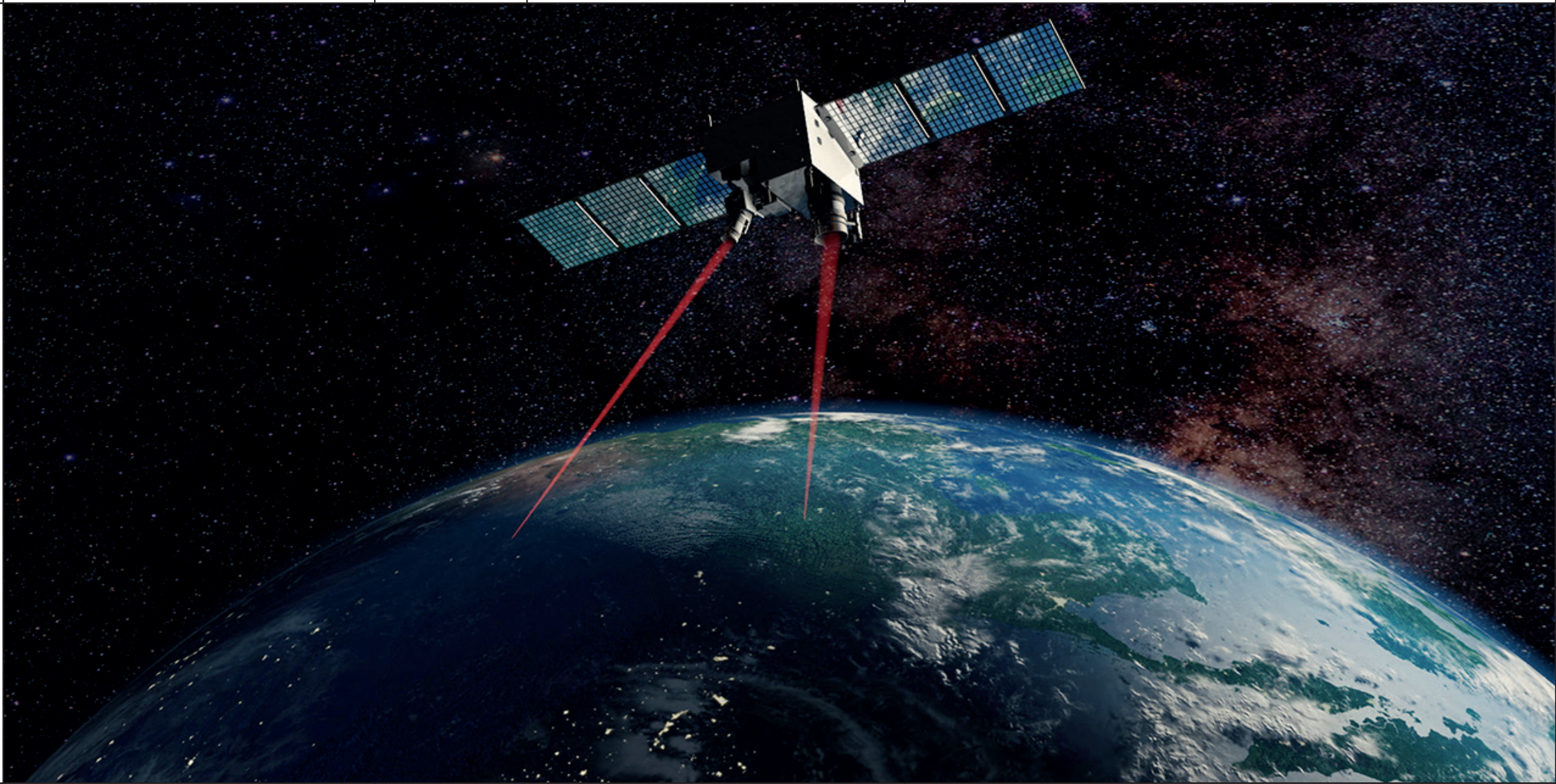
Si on mesure l'une, l'autre réagit instantanément, sans communication entre elles !

Ce phénomène qui défie notre intuition illustre la non-localité du monde quantique.



5

Des particules
intriquées
à plus de 1000 km
l’une de l’autre



Un satellite a réussi à envoyer des photons intriqués aux deux bouts de la Chine.
Les photons sont restés intriqués à plus de 1000 km l’un de l’autre.
Cela a permis de partager un code secret à distance et d’autoriser ainsi une communication par cryptographie quantique.

« Entanglement-based secure quantum cryptography over 1,120 kilometer », Y. Juan et al., Nature (2020).
@ C. Bickel / Science

