

AFFAIRE NON  
CLASSÉEÉTRANGES  
CRISTAUX  
TEMPORELS

«Ça y est, ils ont réussi!  
Ils ont créé un cristal temporel!»

**C**ette réplique pourrait sortir tout droit d'un film de science-fiction. Et pourtant, le cristal temporel n'est pas une sorte de passage translucide dans lequel on sauterait pour se retrouver au Moyen Âge. Sa réalisation n'en reste pas moins un véritable exploit.

Le cristal temporel est une récente prouesse de la physique quantique, une branche qui décrit la manière dont se comportent les objets microscopiques – molécules, atomes ou particules.

En 2012, le prix Nobel de physique Frank Wilczek lance une idée aussi étrange que fascinante: il imagine un objet qui vibre à un rythme régulier, sans nécessiter aucune énergie – comme une horloge qui n'aurait jamais besoin d'être remontée.

Le concept, alors purement théorique, fait bondir la communauté scientifique. Un cristal temporel? Impossible! Une telle structure irait à l'encontre des lois de la physique.

La surprise est donc totale quand, au printemps dernier, deux équipes de recherche – l'une de l'Université du Maryland et l'autre de Harvard – annoncent avoir créé, chacune de son côté, un cristal temporel. **Un tour de force qui enthousiasme les physiciens.**

INCURSION DANS  
L'INFINIMENT PETIT

Pour mieux comprendre, imaginez qu'on puisse devenir minuscules et voyager au cœur de l'infiniment petit. En se promenant ainsi dans un liquide, on voit que les atomes sont répartis de manière homogène – c'est le même paysage partout. Tout est symétrique.

En refroidissant, ce liquide se transforme en glace... et le paysage change. Les atomes s'espacent de manière régulière. Voilà la structure du cristal ordinaire: une suite d'atomes dont le motif se répète dans l'espace. Il n'y a plus de symétrie, on parle de brisure de symétrie.

Frank Wilczek s'est demandé si on pouvait créer un matériau dont la structure atomique se répète non seulement dans l'espace – comme un cristal ordinaire – mais aussi dans le temps... Le fameux cristal temporel.

«Ça revient à mettre au point un objet en mouvement perpétuel», résume David Sénéchal, directeur du département de physique de l'Université de Sherbrooke.

CRÉER LE MOUVEMENT...  
SANS ÉNERGIE!

Plus facile à dire qu'à faire... même pour des physiciens top niveau! «Le problème, c'est que sans apport d'énergie, on ne peut pas créer ce type de mouvement, assure le professeur Sénéchal. Ça va à l'encontre des lois de la physique.»

Un système a besoin d'énergie pour demeurer dans un mouvement régulier. Sans cet apport, l'énergie se dissipe jusqu'à ce que le système ne bouge plus... donc plus de mouvement dans le temps!

Alors comment faire? Les chercheurs ont trouvé une astuce en soumettant des atomes à deux faisceaux laser. L'idée, c'est de les faire interagir afin qu'ils se retrouvent dans le même état à intervalles fixes, sans que l'énergie s'accumule ou se dissipe.

Le résultat? **C'est comme si on appuyait sur une touche de piano de façon répétée, mais qu'on obtenait un son une fois sur deux.**

«C'est un système qui a sa vie propre, qui est indépendant. S'il répondait à la même cadence que l'énergie qu'on lui fournit, ça n'aurait rien d'extraordinaire», note David Sénéchal.

Les cristaux temporels sont le premier exemple de ce remarquable état de la matière – un ensemble de particules quantiques qui changent perpétuellement, sans jamais atteindre l'équilibre.

Pour le moment, c'est un exploit technique. Mais on y voit des applications potentielles dans le domaine des calculs quantiques. Une horloge permanente et ultra précise, par exemple. On en n'est pas encore là, mais qui sait ce que l'avenir nous réserve! ★