



ParisTech

COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL – PARIS – 9 MARS 2022

Molécules, terres rares et lumière : une plateforme innovante pour les ordinateurs et les communications quantiques

- La communication entre les systèmes quantiques passe par leur capacité à interagir efficacement avec la lumière.
- Certains cristaux moléculaires s'avèrent être de nouveaux matériaux avec d'excellentes propriétés quantiques.
- Ils présentent un intérêt majeur pour créer des ordinateurs quantiques pouvant communiquer entre eux à travers des réseaux de fibres optiques.

La possibilité d'interagir avec la lumière apporte des fonctionnalités importantes aux systèmes quantiques comme communiquer à grande distance. C'est une capacité clé pour les futurs ordinateurs quantiques. Cependant, il est très difficile de trouver un matériau capable d'exploiter pleinement les propriétés quantiques de la lumière. Une équipe de recherche du CNRS et de l'Université de Strasbourg, avec le soutien de Chimie ParisTech-PSL¹ et en collaboration avec des équipes allemandes du KIT², a démontré le potentiel d'un nouveau matériau à base de terres rares en tant que système quantique photonique. Publiés le 9 mars 2022 dans *Nature*, ces résultats mettent en évidence l'intérêt de cristaux moléculaires d'euporium pour les mémoires et les ordinateurs quantiques.

Si les technologies quantiques promettent une révolution dans l'avenir, elles restent encore complexes à mettre en œuvre. Par exemple, les systèmes quantiques permettant des interactions avec la lumière pour créer des fonctionnalités de traitement et de communication de l'information, notamment par fibres optiques, sont encore rares. En effet, une telle plateforme³ doit idéalement inclure une interface avec la lumière, mais aussi des unités de stockage de l'information, c'est-à-dire une mémoire. Le traitement de l'information devrait également être possible dans ces unités, qui se présentent sous la forme de spin⁴. Développer des matériaux dans lesquels un lien entre spins et lumière peut être établi au niveau quantique se révèle être particulièrement difficile.

Dans ce contexte, une équipe de scientifiques du CNRS et de l'Université de Strasbourg, avec le soutien de Chimie ParisTech-PSL et en collaboration avec des équipes allemandes du KIT, a réussi à démontrer l'intérêt des cristaux moléculaires d'euporium⁵ (une terre rare) pour les communications et les processeurs quantiques grâce à leurs transitions optiques très étroites permettant des interactions optimales avec la lumière.

Ces cristaux résultent de la combinaison de deux systèmes déjà utilisés dans le domaine quantique : des ions de terres rares (dont fait partie l'euporium) et des systèmes moléculaires. Les cristaux de terres rares sont connus pour leurs excellentes propriétés optiques et de spin, mais sont complexes à intégrer dans des dispositifs photoniques. Les systèmes moléculaires sont, quant à eux, généralement dépourvus de spins (unités de stockage ou calcul) ou, dans le cas contraire, présentent des raies optiques trop larges pour établir un lien fidèle entre spins et lumière.



Les cristaux moléculaires d'euprium représentent une avancée majeure, car ils sont dotés de raies optiques très étroites. Cela se traduit par des états quantiques de grande durée de vie qui ont été exploités pour démontrer le stockage d'une impulsion lumineuse à l'intérieur de ces cristaux moléculaires. Une première brique d'un ordinateur quantique contrôlé par la lumière a également été obtenue. Ainsi, ce nouveau matériau pour les technologies quantiques offre des propriétés inédites et ouvre la voie à de nouvelles architectures d'ordinateurs ou de mémoires quantiques dans lesquelles la lumière jouerait un rôle central.

Ces résultats ouvrent également la voie à de vastes perspectives de recherche grâce aux très nombreux composés moléculaires qu'il est possible de synthétiser.

Notes

1 – Ont participé des scientifiques de l'Institut de recherche de chimie Paris (CNRS/Chimie ParisTech-PSL), de l'Institut de physique et chimie des matériaux de Strasbourg (CNRS/Université de Strasbourg) de l'Institut de science et d'ingénierie supramoléculaire (CNRS/Université de Strasbourg) et du Centre européen de sciences quantiques.

2 – Karlsruher Institut für Technologie (KIT) comprenant l'Institut für Quantenmaterialien und technologie (IQMT) et l'Institut für Nanotechnologie (INT) et le Physikalisches Institut (PHI) en Allemagne, a également participé.

3 – Une plateforme désigne un matériau quantique multifonctionnel.

4 – Le spin est une des propriétés des particules, tout comme la masse ou la charge électrique, qui détermine leur comportement dans un champ magnétique.

5 – Les cristaux moléculaires sont des empilements parfaitement ordonnés de molécules individuelles.

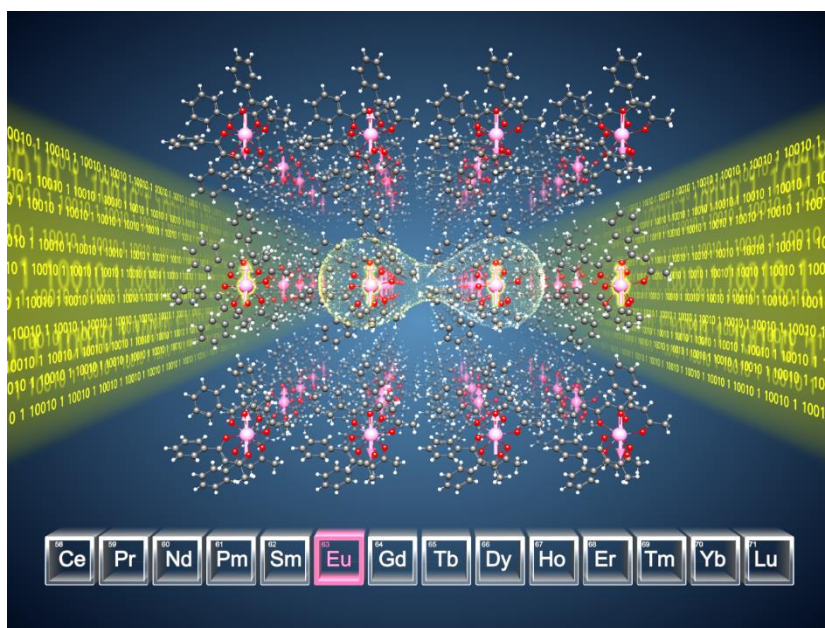


Illustration
représentant un
ordinateur quantique
utilisant un cristal
moléculaire
d'euprium.

© Christian Grupe

Bibliographie

Ultra-narrow Optical Linewidths in Rare-Earth Molecular Crystals. Diana Serrano, Senthil Kumar Kuppusamy, Benoît Heinrich, Olaf Fuhr, David Hunger, Mario Ruben et Philippe Goldner. *Nature*, le 9 mars 2022. DOI : [10.1038/s41586-021-04316-2](https://doi.org/10.1038/s41586-021-04316-2).

Contacts

Chercheuse CNRS | Diana Serrano | diana.serrano@chimie-paristech.fr

Chercheur CNRS | Philippe Goldner | philippe.goldner@chimie-paristech.fr

Presse CNRS | Elie Stecyna | T **+33 1 44 96 51 51** | presse@cnrs.fr

