

# Un moteur à l'échelle de l'atome

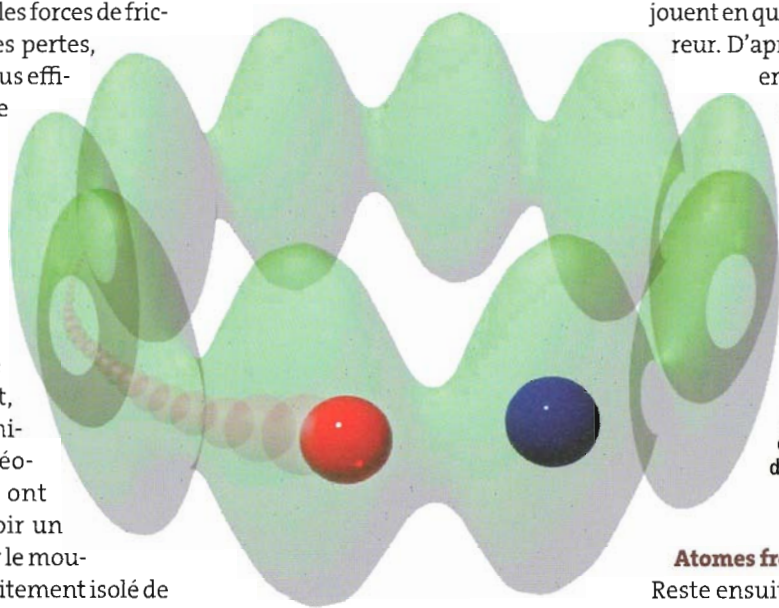
Deux atomes et de la lumière : ce sont les seules pièces détachées nécessaires à la construction d'un nouveau type de moteur.

Les principes théoriques sont établis, reste à le mettre en œuvre.

**A**ujourd'hui, les plus petits moteurs électriques mesurent autour du millième de millimètre. Mais ils perdent environ 20 % de leur énergie sous forme de chaleur. Comment éliminer les forces de friction, responsables de ces pertes, et rendre ces moteurs plus efficaces ? Un moteur mille fois plus petit pourrait être la solution, selon l'équipe de Peter Hänggi de l'université d'Augsbourg, en Allemagne [1]. À cette échelle, ce ne sont plus les lois de la physique classique qui priment, mais celles de la mécanique quantique. Les théoriciens allemands en ont tiré parti pour concevoir un modèle inédit fondé sur le mouvement d'atomes, parfaitement isolé de l'environnement extérieur, donc exempt de toute force de friction.

Un moteur électrique transforme l'énergie électrique en mouvement. Jusqu'ici, les moteurs miniaturisés fonctionnent grâce à un courant alternatif qui inverse la polarité de deux électrodes, faisant ainsi

insensibles au champ électrique. « *Ce sont ces atomes neutres qui, en interagissant avec les atomes chargés, permettent de casser la symétrie et d'actionner le moteur dans un seul sens* », précise Alexey Ponomarev, membre de l'équipe. Ils jouent en quelque sorte le rôle de démarreur. D'après les calculs, une fois mis en marche, les atomes continuent de tourner, même face à une force extérieure, preuve qu'il s'agit bien d'un moteur !



Un atome chargé (en rouge) tourne à l'intérieur du piège optique en forme d'anneau (en vert) : le moteur est en marche. L'autre atome (en bleu) est immobile, il a permis de déclencher la course orientée du premier atome. © A. PONOMAREV

bouger un aimant. Le principe du moteur atomique est tout autre : un champ électrique fait tourner des atomes chargés, confinés par des rayons laser dans un piège en forme de bracelet, de 10 millièmes de millimètre de diamètre.

**Mouvement nul.** Mais à l'échelle quantique, ces atomes en mouvement ne se comportent pas comme des particules matérielles classiques dont on décrit aisément la trajectoire. Il faut les voir comme une onde qui indique en tout point la probabilité qu'ils s'y trouvent. L'onde étant symétrique, l'atome se déplace aussi bien vers la gauche que vers la droite de l'anneau, le mouvement global est donc nul. Pour remédier à cela, les physiciens d'Augsbourg insèrent un second type d'atomes, neutres, donc

**Atomes froids.** Voilà pour le principe. Reste ensuite à le construire. Ferruccio Renzoni, de l'University College de Londres, y travaille. Selon lui : « *Le moteur quantique est réalisable, toute la technologie existe. Mais cela prendra encore du temps. Dans cinq ans, nous y serons peut-être parvenus.* » L'une des difficultés tient à la durée de l'expérience. Il faut en effet réussir à manipuler sous vide des gaz atomiques ultrafroids et condensés, et parvenir à stabiliser les faisceaux laser pendant une minute, durée nécessaire au démarrage du moteur. « *Et une minute dans un laboratoire d'atomes froids, c'est très long !* » souligne le physicien. Pour l'instant, les applications ne sont évidemment pas à l'ordre du jour, mais à terme, le moteur atomique quantique pourrait être intégré au sein de systèmes nanométriques. ■ Gilles Grenot

[1] A. Ponomarev et al., *Phys. Rev. Lett.*, 102, 230, 601, 2009.

## L'essentiel

> **LES MOTEURS** soumis aux lois de la physique classique perdent de l'énergie sous forme de chaleur.

> **UN MODÈLE** fondé sur les propriétés quantiques de la matière permettrait de s'affranchir de toute friction.

> **DES APPLICATIONS** au sein de systèmes nanométriques devraient voir le jour dans les prochaines années.