

A

CTUALITÉS

P.6 Échos des labos

P.16 Livres du mois

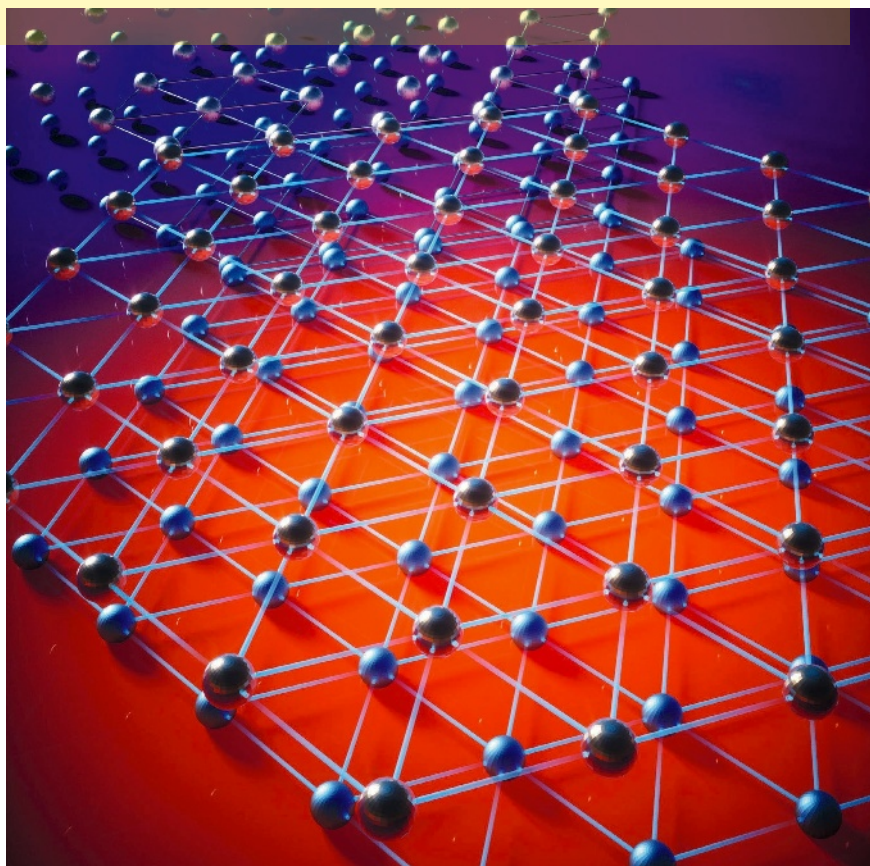
P.18 Disputes environnementales

P.20 Les sciences à la loupe

PHYSIQUE

DES CRISTAUX DE WIGNER OBSERVÉS EN LABORATOIRE

Grâce aux progrès dans la synthèse de matériaux d'épaisseur monoatomique, des chercheurs ont formé des cristaux de Wigner, état de la matière où les électrons libres sont figés selon un motif régulier de maille triangulaire (ici, deux cristaux de Wigner sont représentés l'un au-dessus de l'autre).



Constitués d'électrons immobiles et répartis de façon régulière, des cristaux de Wigner ont été produits dans des matériaux d'épaisseur monoatomique.

Dans un matériau conducteur, les électrons libres se comportent comme un fluide et circulent à des vitesses de l'ordre de quelques milliers de kilomètres par seconde. Mais dans certaines conditions, les électrons se figent dans une configuration régulière qui rappelle celle d'un cristal. À cause de cet immobilisme, il n'est plus possible d'établir un courant dans le matériau : celui-ci se comporte comme un isolant. En 1934, le physicien hongrois Eugene Wigner a prédit l'existence de ce type de cristal qui porte aujourd'hui son nom. L'équipe de Hongkun

Park, à l'université Harvard, et celle d'Ataç Imamoğlu, à l'École polytechnique fédérale de Zurich, viennent d'observer de façon très nette ce phénomène et la transition de phase associée du cristal qui «fond».

Dans un matériau, ce cristal d'électrons se forme dans des conditions très particulières. «Le cristal de Wigner serait l'état naturel d'un ensemble d'électrons tels qu'on les rencontrerait dans les métaux s'il n'y avait pas de phénomènes quantiques», explique Mark Oliver Goerbig, du Laboratoire de physique des solides à Orsay. «En effet, les électrons se repoussent en raison de leurs interactions coulombiennes (ou

électrostatiques) tout en étant restreints au volume occupé par le métal. La formation d'un cristal minimiserait cette répulsion. Or les fluctuations thermiques et quantiques empêchent cette mise en ordre.» Il faut donc refroidir le matériau à quelques degrés au-dessus du zéro absolu pour limiter l'agitation thermique. Mais même au zéro absolu, les électrons bougent encore trop en raison de fluctuations quantiques. Afin de réduire l'importance relative de ces dernières, il faut diminuer la densité électronique. Dans ces conditions, la répulsion coulombienne entre les électrons domine et, dans un système bidimensionnel, les particules se disposent à la même distance les unes des autres selon un réseau triangulaire.

Depuis les travaux de Wigner, plusieurs expériences ont mis en évidence ce