

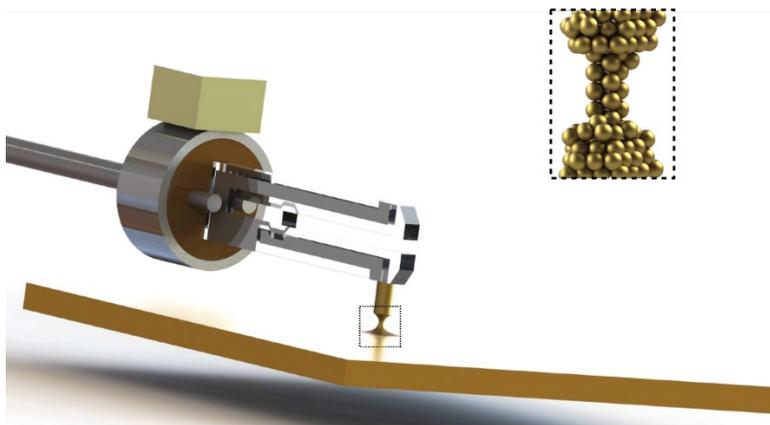
Solides puis fluides, les surprenantes déformations d'un nanofil d'or

L'infiniment petit n'est pas toujours régi par les mêmes règles que le monde macroscopique, et certains concepts bien ancrés y perdent leur sens. Des chercheurs ont ainsi montré que, dans certaines conditions, des solides de quelques atomes d'épaisseur peuvent se comporter comme des fluides.

À notre échelle, distinguer un liquide d'un solide peut sembler évident : face à une contrainte, l'un s'écoule alors que l'autre se déforme. Mais qu'en est-il de l'infiniment petit ? Ces catégories ne sont plus si bien définies et comprises une fois confrontées à des assemblages de seulement quelques atomes. Les nanosciences manquent en effet d'études allant jusqu'à des échelles subnanométriques. Des chercheurs du Laboratoire de physique de l'ENS (LPENS, CNRS/ENS Paris/Sorbonne Université, Université Paris Diderot) ont donc décrit le comportement d'un nanofil d'or, un matériau choisi pour sa mobilité et sa malléabilité, excité par un diapason. Inspiré des oscillateurs que l'on retrouve dans les montres, celui-ci est en quartz, mesure quelques millimètres et est installé à l'extrémité d'un microscope à force atomique. Cette première étude de la rhéologie d'une jonction d'atomes d'or, rendue possible grâce à un détecteur de très grandes précision et stabilité, dévoile une fluidification des solides à l'échelle atomique, étonnamment semblable au comportement des mousses et des émulsions, bien que à un ordre de grandeur de taille huit fois inférieur.

Le diapason est mis en contact avec une surface d'or et, quand on l'en éloigne extrêmement lentement, un nanofil d'or de quelques atomes d'épaisseur se forme entre les deux (figure). Plus on excite le diapason, et plus le nanofil est soumis à une déformation contrôlée. Sa réponse mécanique est mesurée à travers le diapason grâce à la piézoélectricité. Le nanofil se comporte d'abord comme un solide élastique puis, avec l'augmentation de la stimulation, passe à un régime plastique, où les déformations deviennent irréversibles. Enfin, il finit par agir comme un fluide visqueux, alors qu'il est toujours techniquement défini comme un solide cristallin dépourvu de défaut.

Cette découverte amène à repenser la modélisation classique d'un solide sous contrainte, et permet de mieux appréhender les frictions à l'échelle macroscopique, des éléments essentiels pour le développement de la nanoélectronique et des nanotechnologies en général.



Le diapason au contact de la surface d'or par l'intermédiaire d'une électrode en or. En encadré, représentation schématique du nanofil qui se forme entre les deux. © A. Siria, LPENS

Bibliographie

Atomic rheology of gold nanojunctions, Jean Comtet, Antoine Lainé, Antoine Niguès, Lydéric Bocquet et Alessandro Siria, *Nature*, le 8 mai 2019. DOI: 10.1038/s41586-019-1178-3

Contacts

Chercheur LPENS | Alessandro Siria | alessandro.siria@ens.fr
Communication INP | inp.com@cnrs.fr

