

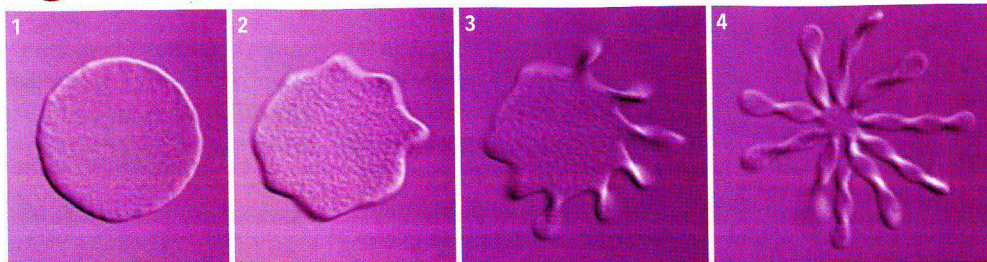
Comment changer la forme d'un matériau

SYMÉTRIE

En assemblant des particules en forme de spirale, des chercheurs ont réussi à transformer un matériau.

Comment la géométrie des molécules qui constituent la matière influence-t-elle la structure de cette dernière ? Une équipe américaine vient de faire un pas important pour répondre à cette question. Ils ont montré pour la première fois qu'un matériau pouvait changer radicalement de forme lorsque les particules microscopiques qui le constituent deviennent chirales [1]. La chiralité d'une particule ou d'une molécule est le fait que celle-ci n'est pas superposable à son image dans un miroir.

Pour mieux comprendre comment cette absence de symétrie intervient pour structurer la matière, le groupe dirigé par Zvonimir Dogic, de l'université Brandeis, à Boston, a étudié la façon dont s'organisent des particules chirales plongées dans un liquide. Et pas n'importe quelles parti-



Des virus chauffés à 60 °C, s'assemblent en une membrane circulaire (1), mais lorsque leur température redescend à 20 °C, ils adoptent progressivement une structure en étoile aux branches torsadées (2,3,4).

cules : des virus de la bactérie *Escherichia coli* d'un micromètre de long. « Ces virus sont d'excellents modèles car, contrairement à des particules synthétiques, ils présentent tous exactement la même taille et la même forme », précise Éric Grelet, du centre de recherche Paul-Pascal du CNRS, à Pessac. L'autre avantage de ces virus, c'est qu'ils perdent leur chiralité à haute température, passant alors d'une forme en spirale – comme une vis – à un simple bâtonnet.

Température. Les chercheurs ont alors observé au microscope comment s'ordonnaient les virus. D'abord chauffés à 60 °C, les organismes, non chiraux, ont formé une membrane en forme de disque. Au centre de cette membrane, les bâtonnets, serrés les uns

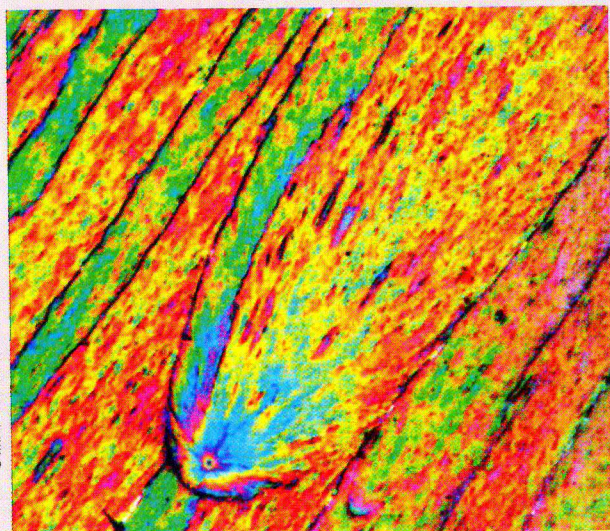
contre les autres, se sont tous orientés vers le haut. Mais à la périphérie, certains d'entre eux se sont légèrement inclinés de manière à présenter le moins de surface possible au liquide. L'équipe américaine a ensuite fait descendre la température à 20 °C. Devenus chiraux, les virus ont alors créé une structure en forme d'étoile aux branches torsadées. « À haute température, l'inclinaison des particules sur les bords de la membrane exige plus d'énergie au système, explique Éric Grelet. Mais à plus basse température, les particules, parce qu'elles ont cette forme de spirale, s'inclinent naturellement l'une par rapport à l'autre, exactement comme deux vis que l'on met en contact. De la périphérie, la torsion se propage alors à l'ensemble de la

structure, créant ces rubans torsadés. »

Transposé à une échelle plus petite, ce résultat devrait permettre de mieux comprendre comment s'organisent cette fois les molécules. En particulier, il devrait éclairer sur la phase de la matière dite cristal liquide, intermédiaire entre solide et liquide, où les molécules ont une forme en bâtonnet proche de celle des virus. En effet, sans que l'on sache bien l'expliquer, les propriétés mécaniques ou optiques de certains cristaux liquides sont dues au fait que les molécules qui les composent sont chirales. Cette découverte ouvre la voie à un contrôle fin de l'assemblage des particules nanométriques, briques de base de nouveaux matériaux. ■ J. B.

[1] T. Gibaud et al., *Nature*, 481, 348, 2012.

© ZVONIMIR DOGIC / DPT OF PHYSICS / BRANDEIS UNIVERSITY



© IMAGE CEA-CNRS

zoom Les fissures se propagent moins vite que prévu

À quelle vitesse se propagent les fissures dans un matériau fragile ? Pour répondre à cette question, des physiciens français ont cassé des plaques de Plexiglas en y appliquant une force de plus en plus grande. Au-delà d'une certaine force, de minuscules fissures d'une centaine de micromètres en forme de cône sont apparues en avant de la fissure principale. On en voit une au centre de cette image prise au microscope. En analysant les empreintes laissées par ces microfissures, l'équipe a déterminé que celles-ci se propageaient toutes à la même vitesse, 200 mètres par seconde, quelle que soit la force appliquée, soit quatre fois moins vite que ce que prédisait la théorie. Ce résultat permettra de mieux évaluer la résistance d'un matériau. C. Guerra et al, *PNAS*, doi: 10.1073/pnas.1113205109, 2012.