

Le 30 avril 2003

Communiqué de presse

La rupture du verre : ductile comme celle du métal mais à l'échelle nanométrique.

Et si le verre, matériau jusqu'alors qualifié de « fragile », avait finalement un comportement mécanique voisin de celui des métaux ? Les chercheurs du Laboratoire des verres (CNRS - Université Montpellier 2), en collaboration avec ceux du Service de physique et chimie des surfaces et interfaces (CEA - Saclay), ont en effet montré que les processus mis en jeu dans la rupture des verres sont en réalité très similaires à ceux connus pour les métaux, mais à des échelles de longueur des milliers de fois plus petites. Des travaux qui bouleversent les idées reçues et trouvent des applications aussi bien dans l'industrie verrière qu'en géologie...

Les verres, malgré de nombreuses propriétés remarquables (transparence optique, isolation électrique,...), ont une utilisation industrielle encore restreinte en raison de leur fragilité. Les mécanismes qui régissent leur résistance mécanique interviennent à des échelles de longueur quasi-atomiques et sont pour cette raison encore mal connus. Il est communément admis que les matériaux vitreux se brisent sans déformation préalable. Ce comportement, qualifié de « fragile », est a priori aux antipodes de celui des métaux, capables de se déformer sur de grandes longueurs avant rupture complète de la structure (le cas extrême est celui de la pastille d'aluminium que l'on transforme par emboutissage en tube de dentifrice). Les physiciens ont classé les comportements mécaniques des matériaux en deux catégories distinctes suivant le mode de rupture : « fragile » d'une part, et « ductile » d'autre part.

En fait, les résultats récents acquis dans le cadre de la collaboration entre deux équipes de chercheurs du Laboratoire des verres (CNRS - Université Montpellier 2) et du Service de physique et chimie des surfaces et interfaces (CEA - Saclay) montrent que les processus mis en jeu dans la rupture des verres sont très similaires à ceux connus pour les métaux, mais à des échelles de longueur des milliers de fois plus petites : l'avancée d'un front de fissure dans les verres se produit, sous certaines conditions, selon un processus en trois étapes (nucléation, croissance et coalescence de cavités d'endommagement) très proche de celui mis en jeu dans les métaux, mais à des échelles de longueur nanométriques (c'est-à-dire de quelques distances interatomiques ou intermoléculaires).

Ces résultats permettent de comprendre certaines analogies -mises en évidence ces dernières années entre les morphologies de surfaces de rupture des verres, des métaux et des roches brisées par le passage de failles géologiques. Plusieurs grandeurs physiques sont communes à tous ces matériaux, mais observées à des échelles de longueur différentes : la dizaine de nanomètres¹ pour les verres, le kilomètre pour les roches, le micromètre² pour les métaux.

L'ensemble de ces travaux et de ces lois dites d'échelle trouvent des applications, aussi bien en géologie que dans l'industrie verrière. Ils incitent à reprendre les études de propagation de failles géologiques au travers de la croûte terrestre constituée de matériaux jusqu'alors qualifiés de « fragiles ».

¹ Un nanomètre est un milliardième de mètre

² Un micromètre est un millième de mètre

De même, des avancées dans l'obtention de verres beaucoup plus résistants à la fissuration sont d'ores et déjà envisageables.

Référence : *Physical Review Letters (P.R.L. 90, 2003, p. 075504) : «Glass Breaks like Metal, but at the Nanometer Scale» F. Célarié, S. Prades, D. Bonamy, L. Ferrero, E. Bouchaud, C. Guillot, and C. Marlière.*

Contacts chercheurs :

Christian Marlière
Laboratoire des verres - CNRS
Tél : 04 67 14 37 06
Mél : christian.marliere@ldv.univ-montp2.fr

Elisabeth Bouchaud
Service de physique et de chimie des surfaces et interfaces – CEA
Tél : 01 69 08 26 55
Mél : bouchaud@drecam.cea.fr

Contacts presse :

CNRS
Muriel Ilous
Tél : 01 44 96 43 09
Mél : muriel.ilous@cnrs-dir.fr

CEA
Alexandra Bender
Tél : 01 55 43 85 50
Mél : a.bender@cea.fr

Contact département des Sciences physiques et mathématiques du CNRS :

Frédérique Laubenheimer
Tél : 01 44 96 42 63
Mél : frederique.laubenheimer@cnrs-dir.fr