

Propagation de fissures dans les matériaux désordonnés

Claudia Guerra, Julien Scheibert, Cindy Rountree, Daniel Bonamy
Groupe Fracture, SPCSI, CEA Saclay, 91191 Gif sur Yvette, France

Davy Dalmas
Surface du Verre & Interfaces UMR CNRS-Saint-Gobain, 93303 Aubervilliers, France

Stéphane Santucci
Fysisk Institutt, Universitetet i Oslo, P.O. Boks 1048 Blindern, N-0316 Oslo 3, Norway

Laurent Ponson,
Division of Engineering and Applied Science, California Institute of Technology, Pasadena, CA 91125, USA

La propagation des fissures est le mécanisme fondamental responsable de la rupture des structures. D'énormes progrès ont été accomplis ces dernières décennies dans ce contexte. Il existe en particulier un cadre théorique cohérent et performant, la Mécanique Linéaire Élastique de la Rupture (MLER) qui permet de décrire précisément la propagation des fissures dans les matériaux fragiles homogènes. Le cas des matériaux hétérogènes en revanche continue de poser problème: (i) Contrairement à ce qui est prédit, la croissance lente d'une fissure y apparaît très intermittente, avec des sauts brutaux, comme en témoigne par exemple l'émission acoustique accompagnant la rupture de matériaux divers tels le papier, les verres ou les roches par exemple, et - à une autre échelle - l'activité sismique associée aux tremblements de terre; (ii) la vitesse limite prédite théoriquement est égal à la vitesse de Rayleigh, ce qui est significativement plus élevée, d'environ 40%, que les valeurs reportées expérimentalement.

Nous verrons dans cette présentation comment dériver une description stochastique de la croissance lente, stable, d'une fissure dans un matériau élastique désordonné. Cette description permet de reproduire les dynamiques intermittentes classiquement observées. Ses prédictions sont ensuite comparées à des observations expérimentales menées à l'université d'Oslo sur la propagation d'une fissure dans un bloc de Plexiglas transparent. Nous présenterons ensuite des expériences récentes sur la rupture dynamique (quelques centaines de mètre par seconde) des matériaux vitreux. Ces expériences mettent en évidence l'existence d'une vitesse critique à partir de laquelle la propagation de la fissure s'accompagne d'endommagement macroscopique, sous forme des microfissures nucléant en avant du front de fissures. Nous verrons comment cet endommagement dynamique fixe la vitesse limite de fissuration en rupture dynamique.