

Café scientifique Invité

Mardi 01 avril 2014

Salle de cours B11 . Bât H10 . 13h

Fracture de matériaux hétérogènes fragiles : Intermittence, crackling et sismicité

Jonathan Barès

Department of physics, Duke University, Durham, USA

Prévoir où, quand et comment les matériaux cassent est une problématique qui occupe scientifiques et ingénieurs depuis des siècles. Ce problème est rendu complexe par le fait que la concentration des contraintes en pointe de fissure lie intimement le comportement observé à l'échelle macroscopique aux inhomogénéités de microstructure à des échelles très fines. Ceci induit une dynamique de fissuration erratique, composée d'événements d'endommagement rapides et imprévisibles séparés de périodes calmes (e.g. dynamique des tremblements de terre le long des failles). Par essence, ces aspects statistiques ne peuvent pas être traités avec l'approche de la mécanique des milieux continus traditionnels.

Dans un premier temps, nous tentons d'appréhender ce problème au travers d'une expérience modèle qui consiste à faire propager une fissure dans une roche artificielle dont nous contrôlons la microstructure. La vitesse de chargement du système de fracture est réglable sur une large gamme de valeurs. La vitesse de fissuration et l'énergie mécanique sont enregistrées en temps réel. En parallèle, l'émission acoustique associée aux événements de fracture ainsi que leur localisation sont mesurées via des capteurs piézoélectriques, puis analysées comme cela est communément fait en sismologie. Ces expériences nous permettent de caractériser quantitativement la dynamique intermittente de la fissuration. Elles montrent qu'un certain nombre des lois empiriques observées en géophysique sur la sismicité (loi de Richter-Gutenberg, d'Omori, de Voight, d'Utsu...) se retrouvent dans notre système modèle.

Dans un deuxième temps, nous adreßons ce problème théoriquement et numériquement, en identifiant le phénomène de fracture dans les matériaux hétérogènes avec celui de la propagation d'une ligne élastique sur un potentiel aléatoire 2D. Ceci permet de déterminer quantitativement, en termes de vitesse de chargement, de tailles des hétérogénéités, de propriétés du matériau, et de géométrie de structure, quand la dynamique de fissuration est régulière et compatible avec l'approche ingénieur des milieux continus, et quand elle devient erratique et nécessite une approche statistique. Dans ce dernier cas, nous caractérisons la statistique de cette dynamique et relierons celle-ci aux paramètres de l'expérience.