

Propagation de fissures dans les milieux aléatoires fragiles ou Théorème de la limite centrale pour la fracture fragile

Stéphane Roux

LMT-Cachan, ENS Cachan,
61 Av. du Président Wilson,
94235 Cachan Cedex France
stephane.roux@lmt.ens-cachan.fr

Jeudi 14 Février 2008 à 14h00

INSA Lyon - Amphithéâtre M. Godet
Bâtiment J. d'Alembert, 18-20 rue des Sciences, Villeurbanne

Considérons le problème de la propagation d'une fissure au sein d'une interface plane entre deux matériaux élastiques similaires semi-infini. Cette interface est caractérisée par un champ de ténacité aléatoire, et nous nous intéressons à la ténacité homogène équivalente. Une procédure auto-cohérente d'homogénéisation est proposée dans le cadre d'une faible amplitude d'hétérogénéité où la rugosité du front de fissure peut être traitée dans le cadre d'un développement perturbatif au premier ordre.

Nous montrons qu'existent deux régimes très distincts :

- D'une part un régime de piégeage faible, caractérisé par une ténacité macroscopique équivalente simplement égale à la moyenne arithmétique de la ténacité locale. Ce régime est rencontré pour une très faible amplitude de désordre, de grandes longueurs de corrélation de la ténacité (en particulier dans la direction de propagation), ou encore une faible longueur de fissure. Dans ce cas la propagation du front est régulière, et la morphologie du front de fissure est similaire à une simple marche aléatoire.

- D'autre part un régime de piégeage fort, où la propagation est caractérisée par une série de sauts (micro-instabilités) entre configurations stables. Il s'agit du régime le plus fréquent (limite thermodynamique de longueur de front de fissure grande devant les longueurs de corrélation du champ de ténacité locale. La géométrie du front est plus irrégulière que dans le cas précédent, mais obéit toujours à une invariance d'échelle particulière (caractère auto-affine d'exposant environ 0.4). La ténacité macroscopique équivalente est supérieure à la moyenne de la ténacité locale.

Dans ce dernier cadre, la propagation peut être interprétée comme une transition de phase dite de dépiégeage, qui est un phénomène coopératif caractérisée par essentiellement un exposant critique au voisinage de la transition. Un résultat très fort en résulte concernant la distribution statistique de ténacité effective macroscopique qui adopte une forme universelle dépendant simplement de deux paramètres : une ténacité asymptotique, et une variance définie sur une taille caractéristique de référence arbitraire, et ce pour tout type de désordre local. L'application de ce résultat à la statistique de longueur d'arrêt de fissure sera discutée.