

Proposition de stage/thèse

Mécanique de la rupture des matériaux hétérogènes: Comment déchiffrer les trajectoires des fissures

Laboratoire : Institut Jean le Rond d'Alembert, CNRS - Université Pierre et Marie Curie
Responsable du stage/co-directeurs de thèse: Jean-Baptiste Leblond et Laurent Ponson
Mots clés: Mécanique de la rupture, physique des systèmes désordonnés, impression 3D

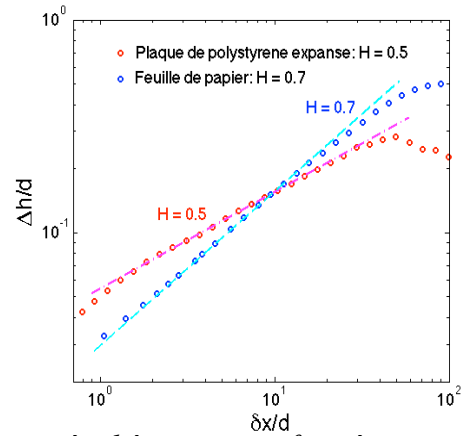


Fig. 1 (Gauche): Une expérience de rupture à laquelle nous sommes régulièrement confrontés, et pourtant, encore mal comprise: le déchirement d'une feuille de papier. (Droite): Caractérisation des trajectoires de fissure: différence de hauteur Δh entre deux points distants de δx dans le plan de fissuration pour deux matériaux différents. La relation $\Delta h \sim \delta x^H$ indique une géométrie auto-affine caractérisée par l'exposant de rugosité H qui correspond à la pente de $\Delta h(\delta x)$ dans cette échelle logarithmique. Les valeurs différentes de H indiquent deux comportements à rupture différents que l'on cherchera à identifier au cours de ce stage.

Ce stage, qui pourra être suivi d'une thèse, porte sur la rupture des matériaux désordonnés, et on objectif est de mieux comprendre la morphologie des fissures comme celle présentée sur la Fig. 1. Malgré son apparente simplicité, cette expérience met en évidence un phénomène encore mal compris: les fissures suivent des trajectoires rugueuses, présentant des propriétés fractales d'invariance d'échelle, comme l'illustre la Fig. 2, où une fissure, bien qu'observée à trois grossissements différents, présente les mêmes caractéristiques géométriques. Une analyse statistique des profils de rupture permet de caractériser cette géométrie en terme d'exposant de rugosité H . Une observation surprenante est que pour certain matériau comme le papier, $H \approx 0.7$, alors que pour d'autres comme le polystyrène expansé, $H \approx 0.5$ (Fig. 1). Afin de rationaliser cette observation et déchiffrer les trajectoires rugueuses suivies par les fissures, on étudiera au cours de ce stage les processus de fissuration dans les matériaux hétérogènes. On considérera d'un point de vue théorique le cas d'un matériau fragile constitué d'une matrice homogène contenant des inclusions de résistance plus élevée. La trajectoire prédite et son exposant de rugosité seront ensuite comparés à des mesures expérimentales effectuées sur des matériaux à microstructure contrôlée fabriqués à partir d'une imprimante 3D. Cette comparaison expérience-théorie permettra d'améliorer les modèles de rupture actuels afin de mieux prendre en compte le rôle de la microstructure des matériaux, et ainsi comprendre les paramètres qui gouvernent leur résistance.

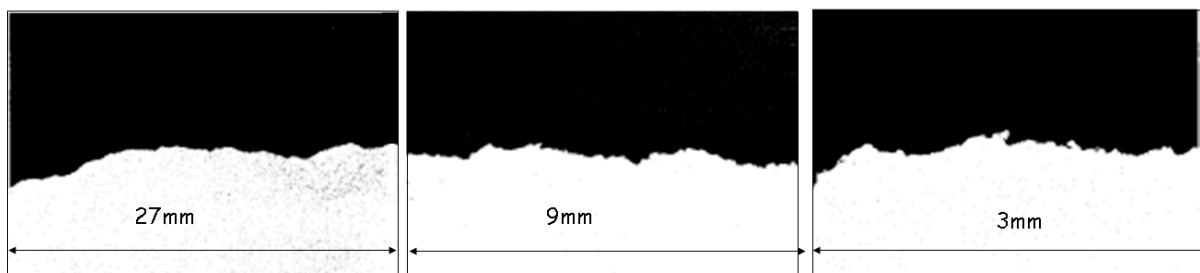


Fig. 2 : Profile de rupture dans une feuille de papier observé à trois échelles différentes
Contacts: Tél : 01 44 27 39 24 et 01 44 27 37 94 mails : jbl@lmm.jussieu.fr et laurent.ponson@upmc.fr