

Instabilités lors de la propagation de fissures

Véronique Lazarus

ENSTA/Institut Polytechnique de Paris, IMSIA (CEA, CNRS, EDF, ENSTA Paris)

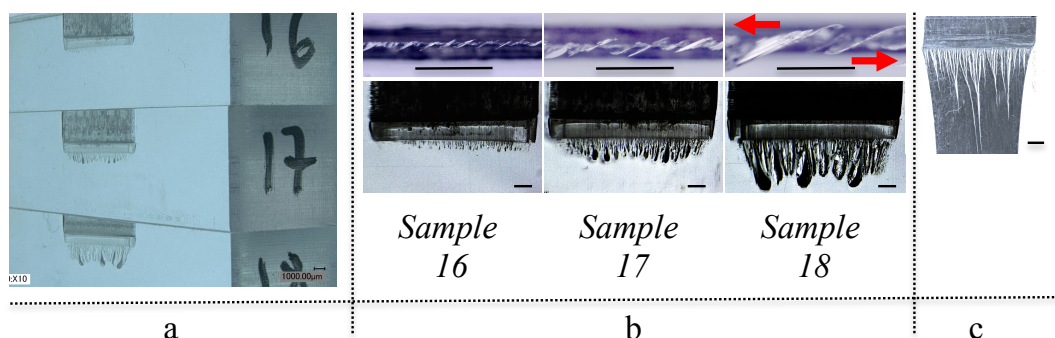


FIGURE 1 – Instabilité de propagation en présence de mode III observée dans des poutres en PMMA se manifestant par l'apparition de facettes qui coalescent au cours de leur propagation [1].

Dans le cadre de la Mécanique Linéaire Élastique de la Rupture, la propagation d'une fissure est régie par deux critères [2]. Le premier permet de déterminer à partir de quel seuil de chargement une fissure est susceptible de se propager, le second permet de déterminer dans quelle direction. Malgré le caractère linéaire du comportement élastique en petites déformations, ces critères introduisent des non-linéarités qui sont susceptibles d'induire différents types d'instabilités qui seront l'objet de ma présentation.

Premièrement, la notion de stabilité par rapport au chargement sera discutée [3]. Nous verrons que selon la géométrie du solide contenant la fissure et la façon dont la pièce est sollicitée, on peut être dans une situation stable ou instable au seuil de propagation. Dans le premier cas, il est nécessaire d'augmenter le chargement pour que la fissure avance, dans le second la propagation se fait de façon spontanée à chargement constant.

Deuxièmement, la notion de stabilité configurationnelle du trajet de propagation rectiligne sera abordée. Nous verrons que dans certains cas (e.g. [4, 5]), la propagation rectiligne se déstabilise vers des trajets de propagation oscillants. Je m'attarderai plus longuement sur le cas de la Figure 1 correspondant à la propagation d'une fissure en présence de chargement de mode III (cisaillement antiplan) pour laquelle une instabilité tridimensionnelle sous-critique a été mise en évidence [6].

Références

- [1] M. Hattali, T. Cambonie, V. Lazarus, Toughening induced by the formation of facets in mode I+III brittle fracture : Experiments versus a two-scale cohesive zone model, *Journal of the Mechanics and Physics of Solids* 156 (2021) 104596. doi :10.1016/j.jmps.2021.104596.
- [2] J.-B. Leblond, *Mécanique de la rupture fragile et ductile*, Hermès sciences, 2003.
- [3] J.-J. Marigo, *Plasticité et Rupture* (Sep. 2016).
URL <https://hal.science/cel-01374813>
- [4] F. Corson, M. Adda-Bedia, H. Henry, E. Katzav, Thermal fracture as a framework for quasi-static crack propagation, *International Journal of Fracture* 158 (1) (2009) 1–14.
- [5] M. Vasoya, V. Lazarus, L. Ponson, Bridging micro to macroscale fracture properties in highly heterogeneous brittle solids : weak pinning versus fingering, *Journal of the Mechanics and Physics of Solids* 95 (2016) 755–773. doi :<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmps.2016.04.022>.
- [6] C.-H. Chen, T. Cambonie, V. Lazarus, M. Nicoli, A. J. Pons, A. Karma, Crack Front Segmentation and Facet Coarsening in Mixed-Mode Fracture, *Physical Review Letters* 115 (26) (2015) 265503. doi :10.1103/PhysRevLett.115.265503.