



HAL
open science

Dechirures anisotropes : Propagation de fissure dans des plaques anisotropes

Benoit Roman, José Bico, Atsushi Takei, Luis Hamm, Francisco Melo

► **To cite this version:**

Benoit Roman, José Bico, Atsushi Takei, Luis Hamm, Francisco Melo. Dechirures anisotropes : Propagation de fissure dans des plaques anisotropes. CFM 2013 - 21ème Congrès Français de Mécanique, Aug 2013, Bordeaux, France. hal-03441125

HAL Id: hal-03441125

<https://hal.science/hal-03441125>

Submitted on 22 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

propagation de fissure dans des plaques anisotropes

B.Roman^a, J.Bico,^b A.Takei^a, F.Melo^b, E.Hamm^b

a. *Physique et Mécanique des milieux Hétérogènes,
UMR 7636 CNRS/ESPCI/UPMC/U.DIDEROT,
10 rue Vauquelin, 75231 PARIS CEDEX 05*

b. *Departamento de Física, Universidad de Santiago de Chile,
Avenida Ecuador 3493, Estación Central, Santiago, Chile*

Résumé :

Dans quelle direction se propage une fissure soumise à un chargement donné ? La réponse à cette question apparemment simple n'est pas encore fermement établie si le matériau considéré est anisotrope. En effet les critères habituels (principe de symétrie locale par exemple) ne s'appliquent pas. Nous présentons des expériences de déchirures sur des feuilles fragiles qui sont homogènes mais anisotropes de par leur fabrication (extrusion). Si l'anisotropie est forte, certaines directions de propagation ne sont jamais observées, et semblent interdites. Nous proposons une analogie avec la forme des cristaux : nous verrons comment des angles interdits dans la propagation sont liés à une perte de convexité de l'énergie de rupture. Une situation similaire est liée à la présence d'arêtes vives sur la forme d'équilibre de cristaux.

Abstract :

It is often postulated that quasistatic cracks propagate along the direction allowing fracture for the lowest load. Nevertheless, this statement is debated, in particular for anisotropic materials. We performed tearing experiments in anisotropic brittle thin sheets that validate this principle in the case of weak anisotropy. We also predict the existence of forbidden directions and facets in strongly anisotropic materials, through an analogy with the description of equilibrium shapes in crystals. However, we observe cracks that do not necessarily follow the easiest direction but can select a harder direction, which is only locally more advantageous than neighbouring paths. These results challenge the traditional description of fracture propagation, and we suggest a modified, less restrictive criterion compatible with our experimental observations

Mots clefs : Rupture ; Anisotropie ; Chemin de fissure

Lorsque des fissures se propagent dans des plaques élastiques fragiles isotropes, les trajectoires sont remarquablement reproductibles, et suivent souvent figures géométriques [1]. Par exemples certaines déchirures se propagent selon un motif de spirale exponentielle [2] comme sur la figure 2 à gauche.

Comment ces trajectoires sont-elles modifiées si le comportement des films est anisotropes ? Nous observons, si l'anisotropie est forte (figure 2 à droite) l'apparition de points anguleux (kinks) sur les trajectoires spirales, qui traduisent le fait que la rupture évite de peut se propager dans certaines directions qui semblent "interdites".

Ces observations peuvent être expliquées si on l'on considère un critère variationnel [3, 4] pour la prédiction de la direction de propagation de fissure, dans un matériau dont l'énergie de fissure dépend de l'orientation. Nous caractérisons les conditions où l'application de ce critère dans notre problème conduit à des directions interdites. Nous utilisons pour cela une construction graphique qui présente de fortes analogies avec des outils (construction de Wulff) utilisés pour la prédiction de la forme des cristaux [5].

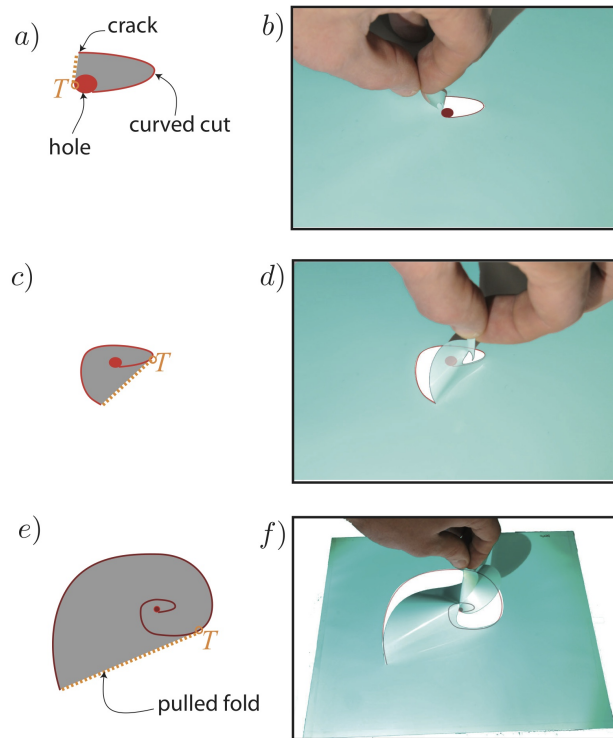


FIGURE 1 – Propagation de fissure en spirale divergente lors d’une déchirure à partir d’une encoche de forme bien choisie.

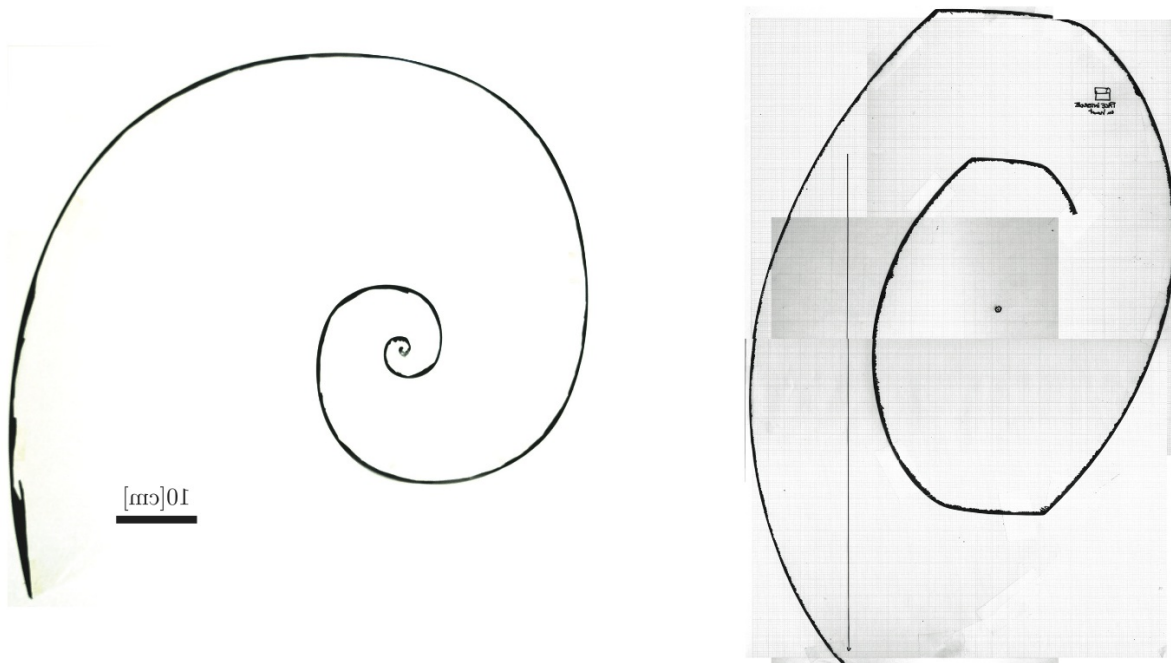


FIGURE 2 – Propagation de fissure en spirale dans le cas d’un matériau quasi-istrope à gauche, et très anisotrope à droite. Noter l’aplatissement de la spirale et les points anguleux dans la trajectoire

Références

- [1] Roman, B. 2013 Fracture path in brittle thin sheets : a unifying review on tearing *International Journal of Fracture* (soumis)
- [2] Romero, V., Roman, B., Hamm,E., Cerda,E. 2013 Spiral Tearing of Thin Films *Soft Matter* (soumis)
- [3] Chambolle,A., Francfort, G.,Marigo, J.-J. 2009 When and how do cracks propagate? *J. Mech. Phys. Sol.* 57, 16141622
- [4] Hakim, V., Karma, A. 2009 Laws of crack motion and phase-field models of fracture *J. Mech. Phys. Sol.* 57, 342368
- [5] Takei, A., Roman B., Bico, J., Hamm, E., Melo.,F. 2013 Forbidden Directions for the Fracture of Thin Anisotropic Sheets : An Analogy with the Wulff Plot *Phys.Rev.Lett.* sous presse