

Fissuration par champ de phase : Vers une méthode générique pour suivre le chemin d'équilibre de la structure

F. LOISEAU^a, V. LAZARUS^b

a. IMSIA, CNRS, EDF, ENSTA Paris, Institut Polytechnique de Paris, 91120 Palaiseau, France.
flavien.loiseau@ensta-paris.fr

b. IMSIA, CNRS, EDF, ENSTA Paris, Institut Polytechnique de Paris, 91120 Palaiseau, France.
veronique.lazarus@ensta-paris.fr

1 Introduction

L'approche de la fracture par champ de phase [1, 2] s'est révélé être un outil puissant pour simuler la nucléation et la croissance des fissures dans une structure. Dans ce cadre, les fissures (discontinuités géométriques du domaine) sont représentées de manière diffuse par un champ de phase. Au cours des deux dernières décennies, cette méthode a été largement appliquée aux problèmes de fissuration, car elle permet de représenter l'initiation, la propagation et l'interaction des fissures sans en suivre explicitement leur trajectoire.

L'un des algorithmes les plus populaires pour résoudre les problèmes de champ de phase est la minimisation alternée. Cependant, il peut souffrir d'une convergence lente, en particulier dans le cas d'une propagation de fissure instable. En outre, pour certaines configurations, notamment pour des chargements en effort imposé, une propagation instable des fissures peut survenir ainsi qu'une absence de solution d'équilibre après la propagation. Ainsi, les stratégies de résolution classiques ne permettent pas de simuler ces configurations.

2 Approche proposée : Suivi du chemin d'équilibre

Les méthodes de suivi du chemin d'équilibre offrent une solution prometteuse à ces limitations. Elles permettent d'adapter l'amplitude du chargement afin de préserver l'équilibre de la structure durant la simulation [3]. Dans notre cas, elles permettent ainsi de stabiliser la propagation de fissures et d'améliorer la stabilité du solveur.

L'objectif de ces travaux est de proposer une méthode peu intrusive, générique (indépendante du problème étudié) et robuste pour stabiliser la résolution et permettre l'utilisation de conditions aux limites en effort. Pour ce faire, les méthodes existantes sont d'abord passées en revue. Une première analyse qualitative permet de mettre en avant les méthodes ayant les propriétés recherchées. Dans un second temps, les méthodes sélectionnées sont appliquées à la fissuration par champs de phase. Différents cas classiques de la mécanique de la rupture sont étudiés par ces méthodes. Des comparaisons aux résultats de la mécanique linéaire de la rupture sont aussi proposées.

Mots clés : Mécanique de la rupture ; Fissuration par champ de phase ; Pilotage par longueur d'arc ; Méthode Élément Finis.

Références

- [1] Francfort, G. A., & Marigo, J.-J. (1998). Revisiting brittle fracture as an energy minimization problem. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, 46(8), 1319–1342. [https://doi.org/10.1016/S0022-5096\(98\)00034-9](https://doi.org/10.1016/S0022-5096(98)00034-9)
- [2] Bourdin, B., Francfort, G. A., & Marigo, J.-J. (2000). Numerical experiments in revisited brittle fracture. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, 48(4), 797–826. [https://doi.org/10.1016/S0022-5096\(99\)00028-9](https://doi.org/10.1016/S0022-5096(99)00028-9)
- [3] Rastiello, G., Oliveira, H. L., & Millard, A. (2022). Path-following methods for unstable structural responses induced by strain softening : A critical review. *Comptes Rendus. Mécanique*, 350(G2), 205–236. <https://doi.org/10.5802/crmeca.112>