

Propagation de fissure en dynamique : modélisation à l'aide d'éléments joints

G. Debruyne, (EDF R&D, Dépt. AMA),
J. Laverne, (EDF R&D, Dépt. AMA, thésard LPMTM)

Modélisation de la propagation des défauts

L'approche classique pour modéliser l'amorçage et la propagation de fissures repose sur la représentation de ces dernières par des surfaces libres que l'on fait propager, sur la base de critères énergétiques, par des techniques de remaillage ou de « déboutonnage de nœuds » assez fastidieuses.

Cette méthode présuppose l'existence de fissures initiales et la connaissance a priori des chemins de fissuration. Une alternative intéressante consisterait à garder l'aspect énergétique de l'analyse tout en s'affranchissant de la gestion lourde de la cinématique, et si possible prévoir l'évolution des défauts de leur naissance à leur développement en chemins complexes. Les éléments joints répondent en grande partie à ces objectifs.

Éléments finis de joint en 2D

L'élément de joint implanté dans le *Code_Aster*, est un quadrilatère orienté par un vecteur normal et tangent à un grand côté (le petit côté est aussi petit que l'on veut). Les degrés de liberté associés à cet élément sont les sauts de déplacement (ouverture et glissement) gouvernés par une loi d'interface de Barenblatt.

L'énergie associée correspond à la dissipation dans l'ouverture-glissement du joint et s'écrit :

$$E_S = \int_{\Gamma} K(|u|) d\Gamma$$

K ayant une certaine forme qui tend vers la ténacité du matériau quand le joint est complètement ouvert.

La contrainte dans le joint est bornée par une contrainte critique (celle-ci est une donnée matériau et tend vers l'infini pour une fissure de Griffith). La non interpénétration du joint en compression est assurée par une méthode de pénalisation.

Application à une propagation élasto-dynamique

On considère un disque muni d'une fissure débouchante en face externe, dont la ténacité est plus importante du côté interne que du côté externe (*figure 1*).

Il est soumis brutalement à une dépression interne immédiatement relâchée.

Une onde de compression se propage alors dans tout le disque (la fissure reste alors fermée) puis se réfléchit sur les bords de la structure.

La fissure est alors sollicitée en mode d'ouverture, se propage, puis s'arrête.

Le chemin de propagation est modélisé par

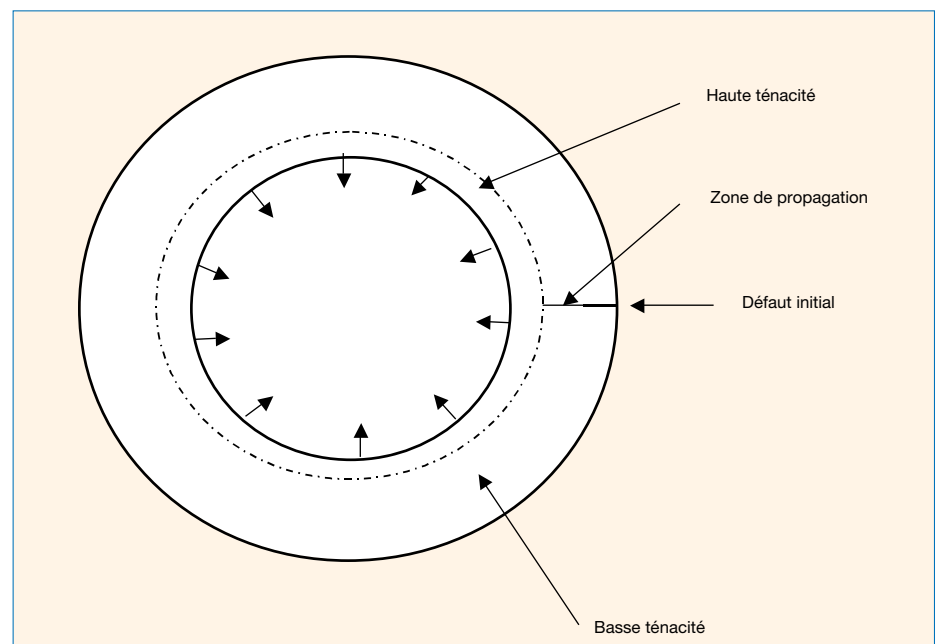


Figure 1 : Disque fissuré soumis à une onde de pression : amorçage, propagation et arrêt de la fissure

Recherche
& Développement



Propagation de fissure en dynamique : modélisation à l'aide d'éléments joints

G. Debruyne, (EDF R&D, Dépt. AMA),
J. Laverne, (EDF R&D, Dépt. AMA, thésard LPMTM)

des éléments joints où l'on distingue trois zones : la zone initialement fissurée simulée par des éléments à ténacité négligeable (ceci a l'avantage par rapport à une surface libre de ne pas risquer d'interpénétration des lèvres durant la phase de compression), la zone où il y a effectivement propagation avec une ténacité « standard », puis la zone d'arrêt à ténacité élevée.

Cet exemple, certes académique, est à rapprocher d'un exemple d'analyse de nocivité bien réel dans les cuves, celui d'un défaut situé dans une zone fragilisée par le bombardement neutronique, et s'amorçant en clivage à grande vitesse avec des effets dynamiques non négligeables. Il faut alors s'assurer de l'arrêt de celui-ci dans la zone à haute ténacité. ■

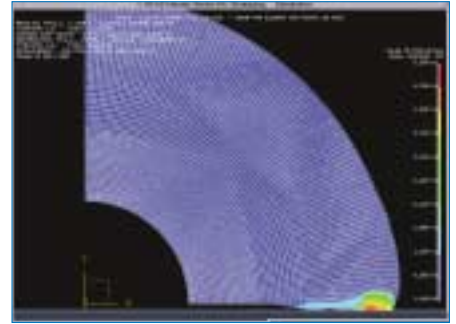


Figure 2 : Energie de surface dissipée dans les éléments de joint, s'ouvrant sous sollicitation dynamique.