

Prédire numériquement la rupture d'une structure ...

... sous sollicitations mécaniques excessives reste un problème complexe. Il peut être appréhendé plus ou moins finement selon les attentes de l'ingénieur d'étude. Voici la gamme des modélisations disponibles dans *Code_Aster* dont certaines demeurent encore du domaine de la recherche.

Critère d'amorçage

Si on s'intéresse à la charge critique au-delà de laquelle les mécanismes de dégradation s'initient, des approches simples par critères sont disponibles. En rupture par ruine plastique (critère de Von Mises), c'est l'existence d'un chargement à même d'être supporté par la structure qui est recherché : on parle alors d'analyse limite ou de calcul à la rupture (`STAT_NON_LINE` et `POST_ELEM`, interlocuteur : F. Voltaire).

Pour la rupture fragile des aciers, deux approches cohabitent : celle de Beremin (ou Weibull), fondée sur un critère de type

contrainte principale maximale (`CALC_ELEM`, interlocuteurs : G. Rousselier, A. Parrot) et celle énergétique de Griffith, basée sur un taux de restitution d'énergie élasto-plastique (`POST_ELEM`, interlocuteurs : Y. Wadier, G. Debruyne). Ce critère énergétique couvre aussi la déchirure ductile.

Propagation de fissures le long d'un trajet prédéfini

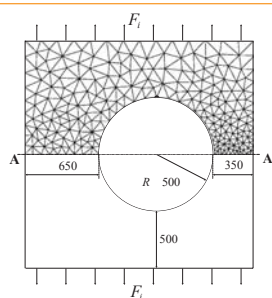
Les approches précédentes ne fournissent en revanche aucune information sur le devenir du défaut une fois celui-ci amorcé. Pour y remédier, on utilise une modélisation plus fine décrivant le comportement en pointe de fissure. Elle s'appuie sur des forces cohésives qui écartent localement les bords d'un saut de déplacement donné. En fixant, *a priori*, son trajet potentiel, il est alors possible de simuler l'avancée de la fissure en fonction du niveau de chargement. Pour ce faire, deux familles d'éléments finis sont

disponibles (`AFFE_MODELE`, thèse de J. Laverne en collaboration avec J.J. Marigo du LPMTM ; figure 1). Notons que la trajectoire de la fissure peut être instable, imposant le recours à du pilotage (`STAT_NON_LINE`, interlocuteur : P. Badel) ou à la modélisation dynamique de la réponse (`DYNA_NON_LINE`, interlocuteur : G. Debruyne).

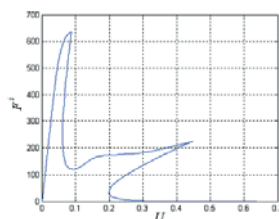
Prédiction des dégradations

Enfin, si l'on souhaite prédire non seulement l'évolution du défaut mais aussi le trajet qu'il empruntera, la modélisation des dégradations à l'échelle du point matériel *via* une loi de comportement s'impose. Le code en propose toute une famille se déclinant en fonction des mécanismes à l'œuvre et du matériau considéré. En particulier, pour décrire la fissuration des bétons, *Code_Aster* dispose d'une gamme hiérarchique de modélisations, distinguant les états de traction/compression, les refermetures potentielles et leurs anisotropies induites (thèses de P. Badel et V. Godard en collaboration avec J.B. Leblond du LMM). Toutefois, employées sans précaution, les lois d'endommagement conduisent à des résultats dépendant pathologiquement du maillage. Deux formulations non locales y remédient : la première s'appuie sur une régularisation préalable du champ de déformation (thèses de L. Jason en collaboration avec J. Pijaudier-Cabot de l'ECN et V. Godard, interlocuteur : P. Badel), la seconde sur l'introduction d'un gradient d'endommagement dans la loi de comportement (interlocuteur : E. Lorentz). Dans tous les cas, une nouvelle grandeur doit être identifiée : c'est la longueur caractéristique du couplage entre points matériels. Précisons que ces modélisations sont encore exploratoires et leur application à des études nécessitent encore la définition de méthodologies d'utilisation éprouvées. ■

E. Lorentz (Dépt. AMA)



Figures 1a.



Figures 1b.

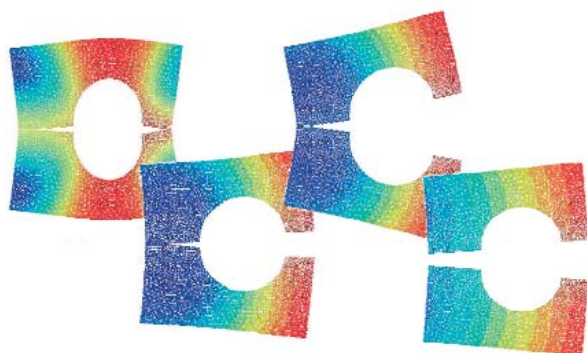


Figure 1c.

Figures 1 : Éléments joints pour modéliser l'évolution d'une fissure (1c) dans une plaque trouée (1a). Réponse globale de la structure au sommet du trou (1b), force imposée en fonction du déplacement vertical.