

# QUELQUES EXEMPLES D'APPLICATIONS DE L'APPROCHE ÉNERGÉTIQUE EN MÉCANIQUE DE LA RUPTURE ÉLASTOPLASTIQUE

Yves Wadier, Eric Lorentz, Gilles Debruyne, Sylvie Granet,  
Isabelle Debost (EDF R&D, Département AMA), Marc Bonnamy, Fabien Dumay (Société AUSY).

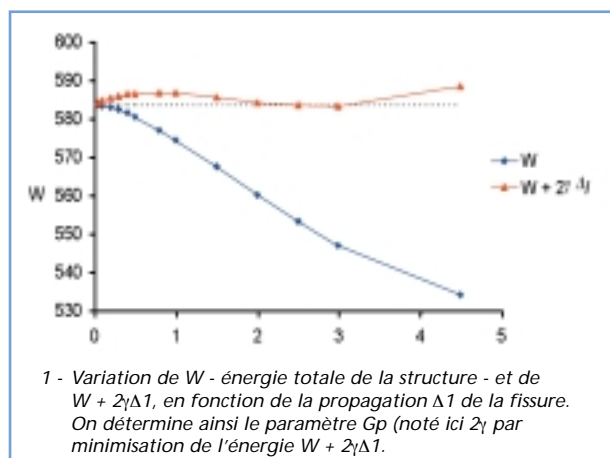
L'approche globale de la mécanique de la rupture élastoplastique, fondée sur le paramètre  $J$ , est utilisée dans les dossiers de justification de la tenue mécanique des composants des REP. Elle a un domaine de validité limité et est inadaptée au traitement des situations où le chargement n'est pas proportionnel comme : charge croissante puis décroissante, présence de contraintes résiduelles, grandes propagations, etc. Récemment, nous avons proposé deux nouveaux paramètres dans le cadre d'une approche énergétique de la rupture élastoplastique :  $G_p$  et  $G_{TP}$ .

- $G_p$ , taux de restitution d'énergie, est applicable à la rupture par clivage,
- $G_{TP}$ , extension de l'intégrale  $J$  à la plasticité incrémentale, est applicable à la déchirure ductile.

Ces paramètres, disponibles dans le *Code Aster*, ont été utilisés dans différentes applications où l'approche en  $J$  est mise en défaut. On donne ici un bref aperçu des problèmes traités et des premiers résultats obtenus.

## Analyse de l'effet " petit défaut "

La ténacité  $J_c$  est déterminée sur éprouvettes CT comportant des défauts de grandes tailles. Les défauts réels présents dans les composants des Centrales sont des " petits " défauts, et on constate que la ténacité associée est plus grande que celle mesurée sur éprouvette. C'est l'effet " petit défaut " dont on pourrait tirer parti pour prolonger la durée de vie de nos Centrales.



On a réalisé une étude d'interprétation d'essais réalisés au CEA sur des éprouvettes comportant soit des " grands défauts ", soit des " petits défauts ".

Ces essais ont bien mis en évidence l'effet recherché puisque le rapport entre la ténacité de l'éprouvette " petit défaut " et celle de l'éprouvette " grand défaut " est égal à 2.09. Le paramètre  $G_p$ , déterminé via un principe de minimisation de l'énergie (1), conduit à prédire un rapport égal à 1.66, ce qui constitue un premier résultat encourageant.

## Problème du passage résilience / ténacité

Il s'agit ici d'exploiter l'essai Charpy pour en déduire la ténacité d'un matériau. Là encore, on utilise l'approche énergétique et le paramètre  $G_p$ . L'essai Charpy est utilisé pour identifier une énergie de surface  $2\gamma$ , supposée caractéristique du matériau, laquelle permet de déterminer ensuite la ténacité sur éprouvette CT. Dans l'étude traitée,  $2\gamma$  - identifiée sur éprouvette Charpy - est égal à 12.1 kN/m, alors que celui de la CT est égal à 14.3 kN/m, ce qui est l'indication d'une certaine cohérence de l'approche utilisée. Il reste maintenant à affiner le modèle (prise en compte de la dispersion du matériau, de la viscoplasticité, amélioration des conditions de contact, etc.).

## Modélisation des grandes déchirures

Dans le cas d'un matériau avec comportement élastoplastique, la modélisation d'une fissure par une entaille est la seule façon d'obtenir une solution mécanique fiable en fond de fissure. C'est pourquoi on a étudié la déchirure ductile d'une éprouvette CT en utilisant une technique de relâchement des nœuds pour modéliser la propagation sur de grandes distances, couplée à une technique d'élimination de copeaux situés en fond d'entaille (2) pour modéliser la propagation de l'entaille sur de courtes distances.

Recherche  
& Développement

On analyse alors la pertinence de l'utilisation du paramètre GTP comme critère de propagation. Il apparaît que ce paramètre est constant au cours de cette propagation et ne dépend ni du raffinement du maillage ni des paramètres choisis pour modéliser

la propagation. Il reste à étudier plus en détails la dépendance des résultats par rapport au rayon en fond d'entaille.

