

RUPTURE D'ÉPROUVETTES « BUTTERFLY » SOLLICITÉES PAR DES CHARGEMENTS MIXTES

Larbi Siad

Université de Reims, Moulin de la Housse 51687 Reims, larbi.siad@univ-reims.fr

Résumé

En rupture ductile des matériaux par nucléation, croissance et coalescence de microcavités, le modèle élastoplastique avec écrouissage isotrope GTN (Gurson-Tvergaard-Needleman) ne peut prédire de croissance du volume des microcavités sous faible triaxialité (voir, par exemple, [2]). Aussi, une extension de ce modèle est utilisée pour l'analyse du comportement à la rupture d'éprouvettes butterfly soumises à l'action combinée d'un cisaillement et d'une traction. Le modèle de comportement retenu se différencie du modèle GTN d'une part, par la condition de plasticité qui dépend linéairement du troisième invariant des contraintes, et d'autre part, par le fait que les constantes de Tvergaard varient avec la porosité du matériau considéré. Ce modèle d'endommagement ductile valable en fait pour une large gamme de valeurs de la porosité, a été implanté dans un code de calcul aux éléments finis en optant pour le schéma implicite d'Euler pour l'intégration des équations constitutives [1]. Une fois l'implantation validée et qualifiée, le modèle est utilisé dans cette communication pour simuler numériquement le comportement à la rupture d'éprouvettes butterfly. Pour un jeu de paramètres matériaux identiques, typique des aciers courants, les résultats fournis par le modèle de comportement proposé et le modèle GTN sont relativement très proches avant l'amorçage de la rupture en zone centrale de l'éprouvette considérée. Cette observation est valable aussi bien pour les chargements à traction-dominante que pour les chargements à cisaillement dominant. Pour ces derniers, cependant, les résultats prédits par les deux modèles se distinguent dès l'amorçage de la rupture de l'éprouvette et en phase finale de rupture.

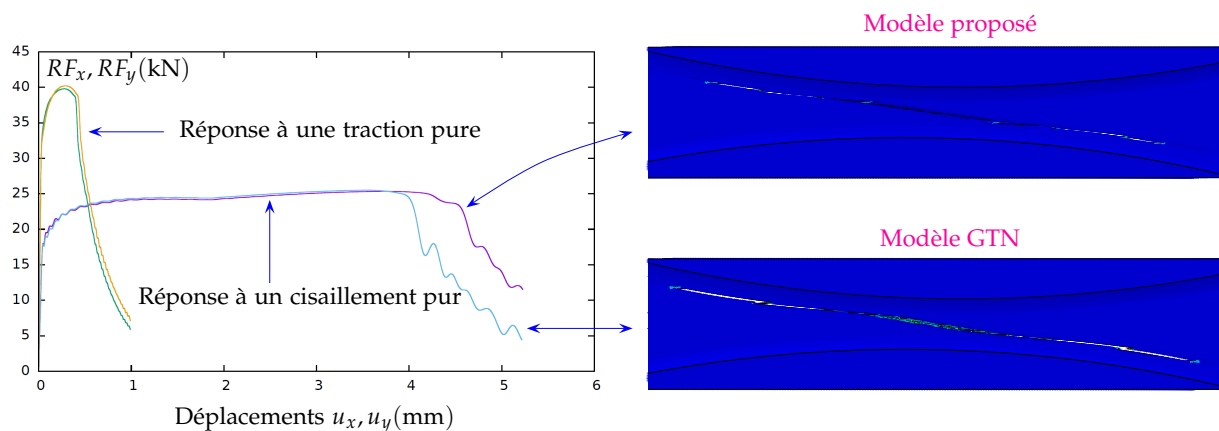


FIGURE 1 – (a) Courbes force-déplacement obtenues pour une éprouvette soumise à une traction ou un cisaillement pur : comparaison des prédictions des deux modèles de comportement (modèle proposé *vs.* modèle GTN) ; (b) Modes de rupture de l'éprouvette sollicitée en cisaillement pur.

Mots-clés : endommagement ductile, faible triaxialité, porosité, simulation, troisième invariant.

Références

- [1] R. Borja. Plasticity. Modeling and computations Springer, Dordrecht, 2013.
- [2] L. Chen and C. Butcher. Micromechanics modelling of ductile fracture, Springer, Dordrecht, 2013.
- [3] J.G. Cowie, M. Azrin and G.B. Olson. Microvoid formation during shear deformation of ultrahigh strength steels, Metallurgical Transaction A, 20A (1989), 143–153.
- [4] M. Dunand, D. Mohr. Optimized butterfly specimen for the fracture testing of sheet materials under combined normal and shear loading, Engineering Fracture Mechanics, 78 (2011), 2919–2934.
- [5] D.L. Sean McElwain, A.P. Roberts and A.H. Wilkins. Yield criterion for porous materials subjected to complex stress states, Acta materialia, 54 (2006).