

Résumé

L'endommagement des matériaux ductiles est un processus impliquant trois étapes : la nucléation, la croissance et la coalescence de vides. La phase de croissance des vides a été largement étudiée dans la littérature. Il a été montré que, durant cette étape, la forme des vides joue un rôle fondamental sur le comportement macroscopique du matériau. Dans le cas de sollicitations dynamiques, les effets micro-inertiels, qui résultent des accélérations subies par la matrice au voisinage du vide, influent eux-aussi fortement sur la croissance des vides. Cependant, les travaux intégrant simultanément ces deux contributions (effets inertiels et forme) sont très rares. L'objectif de ce travail est de proposer un modèle de comportement pour les matériaux poreux qui prend en compte la forme des vides et les effets micro-inertiels. Dans une première partie, un volume élémentaire représentatif défini par deux ellipsoïdes allongés confocaux est utilisé pour représenter le matériau poreux. La matrice est rigide viscoplastique. En se basant sur les travaux de Molinari et Mercier (2001), la contrainte macroscopique se décompose en une partie statique et une partie dynamique. La contrainte statique est décrite par le modèle de Gologanu et al. (1997). La contrainte dynamique est obtenue en adoptant le champ de vitesse de Gologanu et al. (1993). Avec cette modélisation, il est montré que la contrainte dynamique est liée de façon quadratique au tenseur des vitesses des déformations et de façon linéaire à sa dérivée par rapport au temps. Le modèle fait l'objet d'une validation sur la base de comparaisons avec des résultats de calculs par éléments finis. Différentes formes de vides et valeurs de la porosité ont été considérées. Dans une seconde partie, le cas de matériaux contenant des vides aplatis est abordé ; le volume élémentaire représentatif est défini par deux ellipsoïdes confocaux aplatis. La contrainte statique est toujours décrite par le modèle de Gologanu et al. (1997). La contrainte dynamique est obtenue en adoptant le champ de vitesse de Gologanu et al. (1994). La procédure de validation est identique à celle mise en œuvre dans le cas des vides allongés. Une bonne adéquation entre les résultats du modèle et les résultats de calculs par éléments finis est retrouvée. L'utilisation des surfaces d'écoulement permet de mettre en lumière les effets de la forme des vides sur le comportement du matériau poreux sous chargement dynamique. En fonction du chargement appliqué, certaines géométries de vide favorisent la déformation du matériau. Le cas particulier du vide sphérique est étudié comme limite des deux modèles. La continuité des deux modèles est démontrée. L'évolution de la porosité et de la forme des vides dans un matériau poreux sous chargement dynamique est analysée. Des comparaisons avec des résultats de simulations par éléments finis sont proposées. L'influence de la triaxialité et de la vitesse du chargement sur le comportement dynamique du matériau poreux est étudiée, ainsi que celle de la forme initiale du vide. Au final, il est démontré que le modèle développé dans cette thèse permet de retrouver les tendances fournies par les calculs éléments finis.

Mots clés :

Matériaux poreux, croissance de cavités, endommagement dynamique ductile, effets de forme des vides, micro-inertie.