

Résistance à la fissuration accrue d'alliages d'aluminium renforcés par des particules de NiTi et champs de contraintes contrôlés

Mohammed-Ali Lakhdari¹, Rafael Estevez¹, Murien Véron¹, Nelson Gomes², Laurent Delannay², Aude Simar²

¹ Laboratoire SIMaP, UMR 5266, Université de Grenoble Alpes, Grenoble INP, 38000 Grenoble

² Institute de Mécanique, Matériaux et Génie Civil, UC Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique

Résumé :

Les composites à matrice métallique, notamment à base d'aluminium, ont été développés en premier lieu pour accroître les caractéristiques élasto-plastiques. Après cette première motivation, la résistance à l'endommagement et à la rupture a été considérée en second lieu. Une étude récente [1] a suggéré d'accroître la résistance à la fissuration en incorporant des renforts de NiTi dans une matrice d'aluminium. En déclenchant la transformation de phase des alliages à mémoire de forme de NiTi, un champ de contrainte initial d'origine thermique engendre des zones en compression autour des particules qui promeuvent la déviation d'une fissure et ainsi augmente la ténacité. Cependant l'étendue des zones de compression est corrélée à la taille des renforts. Dans cette étude, nous nous proposons d'explorer s'il existe une taille de particules optimale pour la résistance à la fissuration, en considérant une fraction volumique des particules donnée, cette dernière gouvernant les propriétés élasto-plastiques homogénéisées. Nous décrivons la rupture à l'aide d'un modèle cohésif calibré à partir d'un essai CT [1] pour la matrice seule. Une longueur intrinsèque, Λ^{CZ} de l'ordre de grandeur de la longueur d'Irwin, est alors incorporée dans la description. En étant à fraction volumique constante de particules, la distance moyenne entre renforts définit une autre longueur, elle, corrélée à l'étendue des zones en compression autour des inclusions, qui favorisent la déviation de la fissure. Un optimum entre ces grandeurs apparaît, qui détermine le diamètre des particules à considérer pour une résistance à la fissuration maximale. Un exemple de simulation d'une telle déviation est présentée en Fig. 1, l'analyse globale sera exposée. Ceci est de nature à alimenter la réflexion vers un design optimum de composites à matrice métalliques

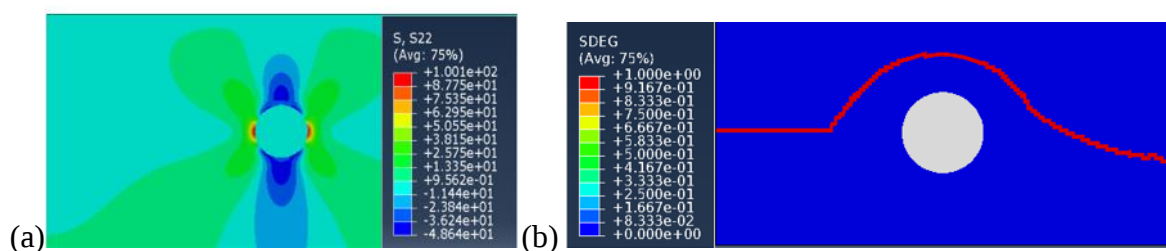


Figure 1 : (a) Champs de contraintes résiduelles autour de la particule composante verticale σ_{22} , (b) trajet de la fissure dévié pour un chargement simple de traction uniaxiale.

Références :

[1] L.Zhao, L. Ding, J. Soete, H. Idrissi, G. Kerckhofs, A. Simar, Comp. Sci. Part A, 126, (2019), 105617 15p.