

Fatigue des polyamides chargés en fibres de verre courtes

A. LAUNAY ^(1,2), H. MAITOURNAM ⁽³⁾, Y. MARCO⁽⁴⁾, I. RAOULT ⁽¹⁾

(1) PSA Peugeot-Citroën, route de Gisy, 78943 Vélizy-Villacoublay Cedex

(2) HERAKLES, rue de Touban, 33185 Le Haillan

(3) Laboratoire de Mécanique des Solides, Ecole Polytechnique, 91128 Palaiseau

(4) Laboratoire Brestois de Mécanique et des Systèmes, ENSTA Bretagne, 2 rue François Verny, 29806 Brest Cedex 9

Mots clés : PA66GF, comportement cyclique, température, humidité, anisotropie, viscosité, plasticité, fatigue

Résumé

Pour se conformer aux normes environnementales de plus en plus contraignantes, les constructeurs automobiles recherchent des solutions techniques pour alléger leurs véhicules. Pour certaines applications, les thermoplastiques renforcés en fibres de verre courtes sont une solution intéressante en raison de leurs propriétés mécaniques spécifiques, de leur mise en forme aisée grâce au moulage par injection et de leur coût modéré. Leur introduction se heurte toutefois aux difficultés de dimensionnement que rencontrent les bureaux d'étude. En effet, contrairement à la plupart des matériaux structuraux utilisés dans l'automobile, ils présentent un comportement non-linéaire dans leur plage de fonctionnement usuelle, fortement dépendant de l'environnement (température et hygrométrie) et inhomogène sur la structure. Des travaux ont alors été engagés pour mieux comprendre ce comportement et proposer une première méthode de dimensionnement à la fatigue pour un polyamide chargé à 35 % en masse de fibres de verres courtes.

La méthode proposée comporte deux étapes. La première étape est la proposition d'une loi de comportement cyclique, qui modélise les composantes non linéaires de la déformation (viscoélasticité, viscoplasticité, adoucissement) dans différents environnements hygrothermiques. Le modèle anisotrope décrit le lien avec le procédé d'injection, en s'appuyant explicitement sur la distribution d'orientation des fibres, et est validé sur structures.

Dans une seconde étape, la connaissance des chargements mécaniques locaux et des mécanismes non linéaires permet de construire un critère de fatigue à l'amorçage d'une fissure, fondé sur la densité d'énergie dissipée par cycle. Ce critère, proposé à partir d'essais multiaxiaux de la littérature, est ensuite identifié et appliqué avec succès sur le matériau de l'étude, pour différentes microstructures, conditions hygrothermiques et chargements mécaniques.

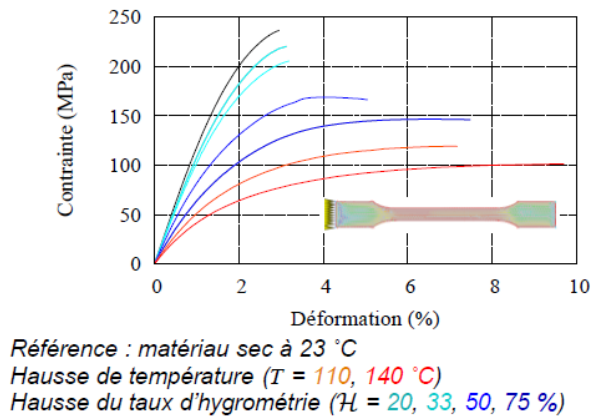


Figure 1 : Influence de la température et de l'hygrométrie sur la réponse monotone du matériau

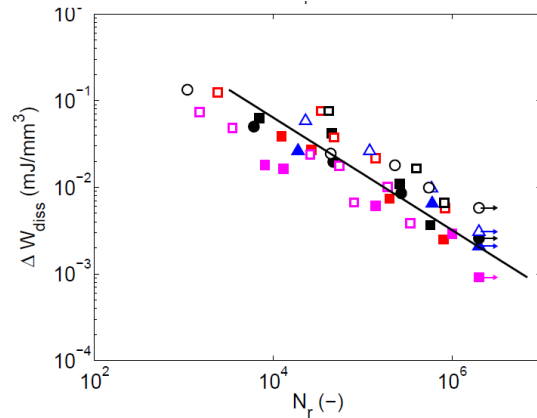


Figure 2 : Durée de vie en fonction de la densité d'énergie dissipée pour divers essais de fatigue multiaxiaux de la littérature ([Klimkeit 2011])

Références

- [1] Multiaxial fatigue life assessment for reinforced polymers, Klimkeit B., Nadot Y., Castagnet S., Nadot-Martin C., Dumas, C., Bergamo S. Sonsino C. M., Büter A., Int. J. Fatigue, 2011
- [2] Cyclic behaviour of short glass fibre reinforced polyamide: Experimental study and constitutive equations, A. Launay, M.H. Maitournam, Y. Marco, I. Raoult, F. Szymtka, Int. J. Plasticity, Vol. 27, Issue 8, 2011
- [3] Multiaxial fatigue models for short glass fiber reinforced polyamide – Part I: Nonlinear anisotropic constitutive behavior for cyclic response, and Part II: Fatigue life estimation, A. Launay, M.H. Maitournam, Y. Marco, I. Raoult, Int. J. Fatigue, Vol. 47, 2013
- [4] Modelling the influence of temperature and relative humidity on the time-dependent mechanical behaviour of a short glass fibre reinforced polyamide, A. Launay, Y. Marco, M.H. Maitournam, I. Raoult, Mechanics of Materials, Vol. 56, 2013