
Détermination du tenseur des contraintes lors du refroidissement d'un composite à matrice métallique : détermination in situ par diffraction haute énergie et suivi par simulations micromécaniques

Guillaume Geandier^{*1}, Benoît Denand^{†2}, Lilian Vautrot², and Sabine Denis²

¹Institut Jean Lamour (IJL) – CNRS : UMR7198, université de lorraine – France

²Institut Jean Lamour (IJL) – Université de Lorraine, CNRS : UMR7198 – Parc de Saurupt CS50850
54011 Nancy Cedex, France

Résumé

La diffraction à haute énergie In situ des rayons X sur une source de rayonnement synchrotron, réalisée sur un composite à matrice métallique (acier / TiC) permet de suivre les évolutions au cours du refroidissement des fractions de phase et des paramètres de maille moyens (analyse de Rietveld). Grâce à la mise au point d'un nouveau dispositif expérimental (un four à rayonnement transportable, avec une rotation contrôlée de l'échantillon) les évolutions au cours du refroidissement de l'ensemble des composantes du tenseur des contraintes dans le matériau composite ont pu être obtenues. Ainsi, il a été démontré que la matrice et les renforts sont dans un état de contrainte hydrostatique tout le long de refroidissement, même lors de la transformation de phase. En utilisant les paramètres de maille libre de contrainte et leurs évolutions en fonction de la température, il ressort que de 900°C au début de la transformation martensitique, les contraintes de compression augmentent dans les renforts et de faibles contraintes de compression existent dans l'austénite (en raison de la différence de les coefficients de dilatation thermique des phases). Lorsque la transformation martensitique se produit, les contraintes se relaxent en grande partie dans les renforts, les contraintes de compression augmentent dans l'austénite et la martensite subit des contraintes de traction.

Pour interpréter les résultats expérimentaux, des simulations 3D micromécaniques ont été effectuées en tenant compte d'une loi de comportement thermo-élasto-viscoplastique de la matrice, en prenant en compte les déformations de transformation de phases (changement de volume et plasticité de transformation) et une loi thermo-élastique pour les renforts. Des microstructures simplifiées avec une distribution périodique de particules dans la matrice, ainsi que des microstructures plus réalistes sont prises en compte dans le but d'étudier les évolutions des contraintes et des champs de déformation dans la matrice et les renforts au cours du refroidissement.

Mots-Clés: Martensitic transformation, stress, synchrotron, X, ray diffraction

*Intervenant

†Auteur correspondant: benoit.denand@univ-lorraine.fr