

**MODELISATION DE L'APPARITION DES CONTRAINTES RESIDUELLES
DANS LE PROCEDE D'EMPILEMENT PAR SOUDAGE ET
CONSOLIDATION EN CONTINU DE COMPOSITES THERMOPLASTIQUES**

**MODELING OF THE APPEARANCE OF RESIDUAL STRESSES IN THE
PROCESS OF ON-LINE CONSOLIDATION OF THERMOPLASTIC
COMPOSITES**

Lemarchand F.*, Beauchêne P.*, Boust F.*, Laine B.* et Chinesta F.**

*DMSC (Département Matériaux et Systèmes Composites)

ONERA, BP 72, F-92322 Châtillon Cedex

e-mail : francois.lemarchand@onera.fr

pierre.beauchene@onera.fr

fabrice.boust@onera.fr

bertrand.laine@onera.fr

**LMSP (Laboratoire de Mécanique des Systèmes et des Procédés)

UMR CNRS-ENSAM-ESEM, Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers– F-75013 PARIS Cedex

e-mail : francisco.chinesta@paris.ensam.fr

RESUME

Le procédé d'empilement par soudage et consolidation en continu est un procédé prometteur utilisé dans l'industrie aéronautique pour fabriquer des pièces de grande taille. Dans les conditions standard d'élaboration, les pièces réalisées par ce type de procédé sont le siège d'importantes contraintes résiduelles. Le manque de connaissances sur l'origine et le développement des contraintes résiduelles est un frein important à la validation industrielle de ce procédé. On propose dans cette étude de développer une méthode de calcul multi-échelle permettant d'évaluer la formation des contraintes résiduelles au cours du procédé. Cette méthode, basée sur l'utilisation de la méthode des « éléments naturels » et de la méthode de Karhunen-Loeve, prend en compte l'évolution des propriétés thermomécaniques du matériau au cours du procédé, qui est facteur prépondérant dans la formation des contraintes résiduelles.

ABSTRACT

On-line consolidation process is a promising non-autoclave technique to design large size parts in aeronautical industry. Residual stress growth during the process is locking significantly the process validation. In this paper, we present a multi-scale modeling based on the Constrained Natural Element method and on the Karhunen-Loeve method which allows evaluating residual stress growth. The method allows taking into account the thermomechanical properties evolution of the material during the process, which is a dominating factor in residual stress development.

MOTS CLES : CALCUL MULTI-ECHELLE, HOMOGENEISATION, SOUDAGE, METHODE DES ELEMENTS NATURELS, METHODE DE KARHUNEN-LOVE, POLYMERES SEMI-CRISTALLINS

KEYWORDS : MULTI-SCALE CALCULATION, HOMOGENIZATION, WELDING, NATURAL ELEMENT METHOD, KARHUNEN-LOEVE METHOD, SEMICRYSTALLINE POLYMERS