

Titre : De la dépose à la consolidation : un modèle numérique pour générer et consolider des empilements aléatoires de patches de composites thermoplastiques.

Mots clés : composites thermoplastiques, fibres discontinues, simulation de dépose, consolidation, modélisation de procédé.

Résumé : Le procédé de recyclage Thermosaïc® transforme des patches discrets en panneaux recyclés. Les patches sont déposés de manière aléatoire sur un tapis roulant et transportés sous deux presses chauffantes consécutives.

Un modèle de dépose est développé pour prédire la géométrie des empilements aléatoires après la dépose. Ce modèle utilise le moteur physique Bullet pour résoudre les équations de contact. Des métriques quantitatives appelées descripteurs d'empilement sont présentées pour discriminer et évaluer la qualité des empilements aléatoires. Un dispositif expérimental dédié est construit et présenté pour étudier le comportement des patches rigides pendant la dépose. Il permet un dépôt reproductible des patches et a permis d'optimiser les paramètres du modèle de dépose pour les patches carrés.

Les empilements aléatoires sont maillés et exportés vers OpenRadioss™. La méthode des éléments finis est utilisée avec une loi élasto-plastique pour simuler le comportement de l'empilement sous une presse à des températures ambiantes et chaudes.

Une machine d'essai universelle spécialement équipée de plaques chauffantes est utilisée pour étudier le comportement expérimental des empilements sous les presses. Des réarrangements à température ambiante et des consolidations sont effectués pour générer une base de données sur le comportement des empilements.

Enfin, la compatibilité des deux modèles développés est discutée pour la création d'un modèle en chaîne permettant la simulation complète du procédé de recyclage Thermosaïc®, depuis les patches jusqu'aux panneaux consolidés.

Title : From packing to consolidation: a numerical model to generate and consolidate random packing of thermoplastic composite chips.

Keywords : thermoplastic composites, discontinuous fibers, packing simulation, consolidation, process modeling.

Abstract : Thermosaïc® recycling process transforms discrete chips into recycled panels. The chips are randomly deposited on a conveyor belt and transported under two consecutive heating presses.

A packing model is developed to predict the geometry of random stacks after deposition. This model uses Bullet physics engine to solve contact equations. Quantitative metrics called descriptors of packing are presented to discriminate and evaluate the quality of random stacks. A dedicated experimental setup is built and presented to investigate the behavior of rigid chips during packing. It allows reproducible deposition of chips and enabled an optimization of the parameters of the packing model for square chips.

The random stacks are meshed and exported to OpenRadioss™. The finite element method is used with an elasto-plastic law to simulate the behavior of stack under a press at both ambient and hot temperatures.

A universal testing machine specially equipped with heating plates is used to investigate the experimental behavior of stack under presses. Rearrangement at ambient temperature and consolidations are performed to generate a database of stack behavior.

Finally, the compatibility of the two developed models is discussed for the creation of a chain model enabling the complete simulation of Thermosaïc® recycling process, from chips to consolidated panels.