

# Modéliser l'endommagement des matériaux composites pour étendre leur domaine d'utilisation

Thomas VANDELLOS

Thèse soutenue le 6 décembre 2011  
Ecole doctorale : ED 209 (SPI) - Sciences Physiques et de l'Ingénieur - Bordeaux

## Titre de la thèse

### Développement d'une stratégie de modélisation du délaminage dans les structures composites stratifiées

## Encadrement

Département Matériaux et Structures Composites (DMSC)

Encadrants : Cédric Huchette & Nicolas Carrère – ONERA

Directeur de thèse : Eric Martin - Laboratoire des Composites Thermostructuraux

## Financement

ONERA

université  
de BORDEAUX

ONERA  
THE FRENCH AEROSPACE LAB

## Devenir professionnel

Thomas Vandellos est Ingénieur chez Safran Ceramics.

Poste précédent : ingénieur de recherche à l'ONERA.

Contact : [cedric.huchette@onera.fr](mailto:cedric.huchette@onera.fr)

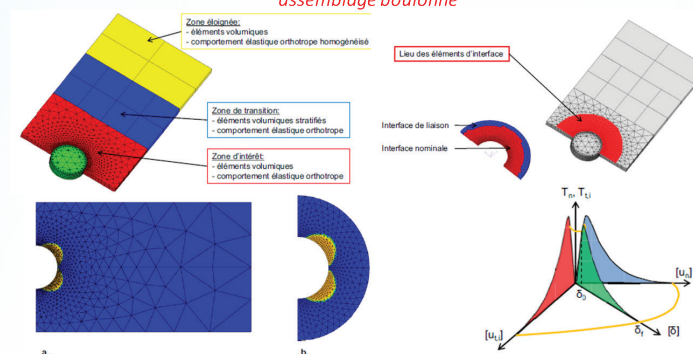
## Développement d'une stratégie de modélisation du délaminage dans les structures composites stratifiées

Thomas  
VANDELLOS

## Résumé

Les composites stratifiés de plis unidirectionnels en carbone/époxy sont fortement utilisés pour alléger les structures aéronautiques tout en conservant de bonnes propriétés structurales. Toutefois, les avantages de ce type de matériau ne sont pas encore pleinement exploités de par le manque de confiance accordée aux modèles de prévision de l'endommagement, dont notamment ceux concernant le délaminage. C'est pourquoi l'objectif de cette thèse était de développer une stratégie de modélisation du délaminage adaptée aux structures composites stratifiées. Cette stratégie s'est appuyée sur le développement d'un modèle de zone cohésive prenant en compte les ingrédients nécessaires à la bonne description de l'amorçage et de la propagation de la fissure : (i) un critère d'amorçage avec un renforcement en compression/cisaillement hors-plan, (ii) une loi de propagation décrivant l'évolution de la ténacité en fonction de la mixité de mode et (iii) la prise en compte du couplage inter/intralaminaire. Pour identifier ce nouveau modèle, une procédure d'identification efficace, s'appuyant sur un essai de traction sur plaque rainurée, a été mise en place. Cette procédure d'identification a permis de démontrer que la ténacité semble indépendante (i) de l'orientation des plis adjacents à l'interface et (ii) de l'empilement étudié. De même, pour décrire l'évolution de la ténacité, une nouvelle loi de propagation adaptée au matériau carbone/époxy a été proposée. Pour finir, la stratégie de modélisation, complétée par une stratégie de calcul, a été appliquée sur différents cas structuraux pour mettre en avant ses apports et ses premières limites.

### Stratégie de modélisation du délaminage appliquée à un essai de matage sur assemblage boulonné



Observation de la propagation du délaminage à l'interface entre deux plis de l'assemblage

Modèle de zone cohésive développé pour les stratifiés CMO

Description de la stratégie de modélisation et du modèle de zone cohésive développés pour décrire l'amorçage et la propagation du délaminage dans des structures en composites stratifiés à matrice organique : application sur un essai de matage sur assemblage boulonné

Télécharger la thèse : [http://ori-oai.u-bordeaux1.fr/pdf/2011/VANDELLOS\\_THOMAS\\_2011.pdf](http://ori-oai.u-bordeaux1.fr/pdf/2011/VANDELLOS_THOMAS_2011.pdf)