

**Soutenance de Thèse :**

**Analyse et Modélisation du Comportement Non linéaire d'Assemblages Collés  
pour Application Marine**

R. Créac'hcadec

Laboratoire Brestois de Mécanique et Systèmes EA 4325 – ENSIETA / UBO / ENIB  
ENSIETA – Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs  
2 rue François Verny, 29806 Brest Cedex 9

Soutenance prévue le :

Mardi 2 Décembre 2008, à 13H30, à l'ENSIETA, Amphi N°3

Composition du Jury :

Rapporteur	Jean-François CARON, DR Institut Navier, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
Rapporteur	Yves RÉMOND, PU Institut de mécanique des fluides et des solides UMR 7507 ULP-CNRS
Examineur	Olivier ALLIX, PU Laboratoire de Mécanique et de Technologie Cachan
Examineur	Daniel BOUVART, Ingénieur Direction Générale de l'Armement
Examineur	Lucas Filipe Martins DA SILVA, Assistant Professor Departamento de Engenharia Mecânica e Gestao Industrial Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal
Directeur de Thèse	Jean-Yves COGNARD, PU Laboratoire Brestois de Mécanique et Systèmes EA 4325 – ENSIETA / UBO / ENIB ENSIETA
Co-Encadrant	Laurent Sohier, MC Laboratoire Brestois de Mécanique et Systèmes EA 4325 – ENSIETA / UBO / ENIB UBO

La caractérisation du comportement d'assemblages collés utilise souvent des essais normalisés générant majoritairement un état de sollicitation en cisaillement de l'adhésif ainsi que de forts gradients de contraintes localisés près des extrémités du joint de colle et de l'interface appelés « effets de bords ».

L'objet du travail de thèse est de proposer une démarche d'analyse du comportement d'une colle dans un assemblage pour déboucher sur un outil de dimensionnement. La stratégie développée est basée sur l'utilisation d'essais sous chargements de traction-compression/cisaillement d'une colle époxy (Huntsman™ Araldite® 420 A/B) en utilisant un dispositif expérimental permettant de fortement limiter l'influence des effets de bords, d'obtenir une large base de données expérimentales et de développer une loi de comportement représentative.

Les résultats expérimentaux « Arcan » permettent d'obtenir l'évolution du déplacement des deux extrémités du joint de colle en fonction de l'effort appliqué sur l'assemblage pour différentes sollicitations. Mais comme les simulations numériques réalisées sous l'hypothèse de comportement élastique linéaire de la colle ont montré une répartition non uniforme des contraintes dans le plan moyen de l'adhésif, une technique de type méthode inverse a été mise en place pour réaliser l'identification du comportement de la colle [A1]. Des comparaisons avec un essai normalisé (TAST) ont montré des différences entre les résultats des essais Arcan en cisaillement et ceux de l'essai TAST. Ceci a débouché sur la mise en œuvre d'un essai de cisaillement « fiable » (essai TAST modifié) qui est bien adapté à l'analyse du comportement mécanique de colle en prenant en compte l'influence du vieillissement en milieu marin par exemple [A2].

Pour des structures générant peu d'effets de bords, le formalisme des éléments joints peut être retenu. Lorsque l'une des dimensions d'un des composants d'une structure hétérogène devient petite par rapport aux autres, il est possible de remplacer les éléments massiques par des éléments d'interface ou éléments joints. L'épaisseur de ces éléments est considérée comme nulle. Ces éléments utilisent les mêmes quantités caractéristiques aux nœuds que les éléments massiques et sont donc facilement compatibles. Le joint collé est ici modélisé par une entité surfacique [A3]. Afin de respecter les données expérimentales, une loi de comportement, développée sous le formalisme de la viscoplasticité non-associée a été proposée et implémentée dans le code CAST3M. Une procédure d'identification inverse des paramètres du modèle couplant deux logiciels : EF et le logiciel d'optimisation Matlab a été réalisée via la mise en place et l'utilisation d'un serveur de calcul.

Afin de valider la démarche des comparaisons de simulations par éléments finis et d'essais expérimentaux sur mini-structures ont été réalisées : un essai simple recouvrement avec becs ainsi qu'une application de nos partenaires industriels : le collage d'un rail de grand voile sur mât composite. La finalité de cette application est de proposer un gain de performance significatif pour la fixation d'un rail de grand voile sur mât composite.

Cette thèse fait partie d'un Projet de Recherche d'Intérêt Régional de la région Bretagne regroupant des industriels : CDK (Unité de fabrication de bateaux de compétition composites), HDS (Bureau de calcul) et des universitaires : ENSIETA, UBO, IFREMER, LMT Cachan.

**Mots clefs :** Adhésif Epoxy, Essais Arcan et TAST, Élément Joint, Viscoplasticité Non-associée, Identification Inverse.

[A1] J.Y. Cognard, P. Davies, L. Sohier and R. Créac'hcadec, "A study of the non-linear behaviour of adhesively-bonded composite assemblies", *Composites Structures* 2006 ; 76 : 34-46.

[A2] J.Y. Cognard, R. Créac'hcadec, L. Sohier and P. Davies, "Analysis of the non linear behavior of an adhesive in bonded assemblies. Comparison of TAST and ARCAN tests", *International Journal of Adhesion & Adhesives* 2008 ; 28 : 393-404.

[A3] R. Créac'hcadec, J.Y. Cognard and Th. Heuzé, "On modeling the non-linear behaviour of thin adhesive films in bonded assemblies with interface elements", *Journal of Adhesion Science and Technology* 2008 ; 22 : 1541-1563.

# ENSIETA : plan général

