

# **Etude numérique et optimisation du comportement d'assemblages collés cylindriques sous chargements de traction**

**Jean Yves Cognard <sup>a</sup>, Laurent Sohier <sup>b</sup>, Hervé Devaux <sup>c</sup>**

a : Laboratoire Brestois de Mécanique et des Systèmes,  
ENSIETA, 2 rue François Verny, 29806 Brest

b : Laboratoire Brestois de Mécanique et des Systèmes,  
Université de Brest, 6 Av. Le Gorgeu, CS 93837, 29285 Brest Cedex

c : Hervé Devaux Structures, 45 rue de l'Elorn, 29200 Brest, France

Le collage structural permet de réduire le coût de fabrication et le poids de certaines structures, en particulier pour l'assemblage de matériaux différents ou de composites. Cette technique d'assemblage offre de nombreux avantages, mais un manque de confiance des bureaux d'études limite encore aujourd'hui l'utilisation de cette technique. Ainsi, l'optimisation de la conception d'assemblages collés nécessite des démarches de modélisation précises qui doivent prendre en compte les concentrations de contraintes (associées principalement aux effets de bords) pouvant exister. Les concentrations de contraintes peuvent entraîner l'initiation et la propagation de fissures dans l'adhésif [1]. Plusieurs méthodes simplifiées ont été proposées dans le but de décrire le comportement de certains assemblages collés à partir de modèles 1D ou 2D [2]; mais, ces méthodes ne peuvent pas généralement de décrire l'influence des effets de bord qui ont souvent une large influence sur la charge maximale transmissible par les assemblages collés. Ainsi, l'analyse précise de la répartition des contraintes dans le joint de colle est un point important pour l'optimisation des performances des assemblages collés; par exemple, le design d'assemblages collés qui limitent fortement les effets de bords est une solution très intéressante.

L'objectif de cette présentation est dans un premier temps d'analyser les concentrations de contraintes dans le cas d'assemblages cylindriques collés sous chargements de traction en utilisant des modèles éléments finis raffinés pour des comportements élastiques des constituants. Il a été montré, pour des assemblages de type simple recouvrement, qu'il est nécessaire de fortement limiter l'influence des effets de bord pour limiter le risque d'initiation de la rupture près des extrémités du joint de colle [3]. De plus, le comportement non linéaire de la colle (plasticité) ne semble pas limiter l'influence des effets de bord [3]. Ainsi, pour les assemblages cylindriques, l'influence de plusieurs paramètres géométriques comme l'épaisseur du joint de colle, la longueur de recouvrement et l'épaisseur des tubes sur la

répartition des contraintes dans l'adhésif est analysée. Dans un second temps, des géométries qui permettent de fortement limiter l'influence des effets de bord sont proposées en utilisant les résultats de méthodes asymptotiques [4]. Une optimisation de la charge maximale transmissible par les assemblages cylindriques est proposée en utilisant des modèles prenant en compte la dépendance du comportement de l'adhésif vis-à-vis de la pression hydrostatique. Ce type de modèle est souvent utilisé pour représenter le comportement des polymères. Un modèle de type Exponent Drucker-Prager est utilisé et les paramètres ont été identifiés à partir d'essais réalisés en utilisant un caisson hyperbare dans le but d'analyser le comportement de l'adhésif sous des chargements caractérisés par des contraintes hydrostatiques négatives élevées [5].

Les résultats numériques permettent de proposer des règles de conception pour optimiser la charge transmissible par les assemblages cylindriques collés sous chargement de traction. Sous l'hypothèse de comportement élastique des composants, un point clé est de fortement limiter l'influence des effets de bords pour augmenter la charge transmissible par l'assemblage collé. Une optimisation des paramètres géométriques des deux géométries proposées (utilisant des becs ou des becs inversés) peut encore augmenter les performances des assemblages. De plus, des études numériques et expérimentales doivent être développées pour analyser le comportement des géométries proposées pour des applications industrielles. Il est aussi nécessaire d'étudier l'influence de chargements plus complexes (traction-torsion, flexion) et l'influence du comportement non linéaire de l'adhésif.

- [1] G. Dean, L. Crocker, B. Read and L. Wright, "Prediction of deformation and failure of rubber-toughened adhesive joints", *International Journal of Adhesion & Adhesives*, 24, 295-306, 2004.
- [2] L.F.M. Da Silva and A. Öchsner, *Modeling of adhesive bonded joints*, Springer, Berlin, 2008.
- [3] J.Y. Cognard, "Numerical analysis of edge effects in adhesively-bonded assemblies. Application to the determination of the adhesive behaviour", *Computer & Structures*, 86, 1704-1717, 2008.
- [4] D. Leguillon and E. Sanchez-Palancia, *Computation of singular solutions in elliptic problems and elasticity*, Editions Masson, Paris, 1987
- [5] J.Y. Cognard, R. Créac'hacdec, J. Maurice, P. Davies, M. Peleau and L. Da Silva, "Analysis of the influence of hydrostatic stress on the behaviour of an adhesive in an assembly", *Journal of Adhesion Science and Technology*, 24, 1977–1994, 2010.