

Étude d'une méthode ultrasonore pour le contrôle non destructif d'assemblages collés

Le recours au collage comme alternative aux autres procédés d'assemblage reste à ce jour limité par le manque de moyens non destructifs permettant de garantir ce procédé d'assemblage. Seules des mesures destructives de la contrainte à rupture, corrélées à l'étude des faciès de rupture, permettent *a posteriori* d'évaluer l'adhésion. Dans les assemblages collés, deux types de défauts peuvent être à l'origine d'une rupture. Les premiers sont appelés "cohésifs" car ils correspondent à une situation pour laquelle la rupture est attribuable soit à une faiblesse de l'adhésif lui-même au regard des efforts à transmettre, soit à un mauvais dimensionnement du joint collé. Les seconds, appelés "défauts adhésifs", correspondent à un cas où la rupture de l'assemblage provient d'une faiblesse localisée à l'interface adhésif-substrat. Ces derniers sont, pour le moment, difficiles à détecter et à évaluer avec des méthodes de contrôle non destructif (CND) classiques.

Dans le cadre d'une thèse réalisée au laboratoire I2M, nous avons montré qu'un défaut d'interface résultant d'un traitement imparfait des substrats avant assemblage, pouvait être clairement identifié *via* la mesure non destructive des modules apparents du joint adhésif. Cette mesure est basée sur le coefficient de transmission en ondes planes des ultrasons à travers l'assemblage immergé dans l'eau. Cette procédure ne présume pas de l'isotropie de la couche de colle que l'on caractérise, et c'est par ce biais que les faiblesses des interfaces sont révélées [1]. A partir des mêmes mesures du coefficient de transmission, il a également été possible d'évaluer des raideurs d'interfaces pour des assemblages présentant des niveaux d'adhésion variables. Ces résultats ont été comparés aux valeurs des contraintes à la rupture mesurées sur des échantillons présentant les mêmes variations d'adhésion.

Ces résultats très encourageants ont été obtenus à l'aide d'une méthode ultrasonore qui repose sur des hypothèses d'ondes planes. Les assemblages testés ont été réalisés avec une épaisseur d'adhésif d'environ 1mm. Une thèse en cours au laboratoire vise à étendre la méthode au cas de faisceaux non plans, afin d'envisager une mesure plus locale de l'adhésion [2].

▪ Objectif

L'objectif du stage est de consolider la méthode ultrasonore en réalisant des mesures sur d'autres assemblages utilisant des adhésifs d'épaisseurs plus faibles (500 microns). Pour cela des assemblages de plaques d'Aluminium utilisant le même adhésif et différents traitements de surface identiques à ceux précédemment étudiés, seront réalisés par le CETIM. Une

comparaison des modules apparents sera faite entre les valeurs obtenues pour ces nouveaux échantillons et celles obtenues sur les échantillons réalisés dans le cadre d'une précédente étude.

Les étapes envisagées sont les suivantes :

- 1) Réaliser des simulations numériques du coefficient de transmission à travers un assemblage tricouche dont les caractéristiques des constituants (épaisseur, masse volumique et modules viscoélastiques) reflèteront celles des assemblages qui devront être réalisés par le CETIM pour ce projet. Ces simulations serviront à réaliser une étude de sensibilité qui permettra d'identifier le domaine de fréquence adéquat pour la mesure des modules élastiques apparents de l'adhésif.
- 2) Mesurer les coefficients de transmission des ondes ultrasonores à travers les assemblages réalisés par le CETIM. Estimer, à partir de ces mesures, les modules apparents de l'adhésif pour les différents assemblages réalisés. Comparer les valeurs obtenues aux modules viscoélastiques mesurés sur un adhésif massif. Quantifier l'éventuelle anisotropie révélée par ces modules, et essayer d'évaluer les raideurs longitudinales et transversales des interfaces.
- 3) En parallèle, des simulations numériques par éléments finis pourront être réalisées afin d'étudier les potentialités de la méthode dans le cas d'assemblages moins académiques, tels que les assemblages à simple recouvrement.

Le stage, financé par le Centre Technique pour l'Industrie Mécanique (CETIM) se déroulera essentiellement au département Acoustique Physique de l'Institut de Mécanique et d'Ingénierie (I2M), UMR 5295 Université de Bordeaux, avec quelques déplacements au CETIM Saint Etienne (42) ou Senlis (60)

Durée du stage : 6 mois à partir du mois de Février ou Mars.

Salaire : 1 185,35 € net par mois

Compétences attendues : le candidat ou la candidate devra s'investir dans un projet de recherche au caractère à la fois expérimental et numérique. De bonnes connaissances de Matlab (ou d'outils numériques équivalents) sont attendues. Des connaissances en éléments finis constitueront un plus.

Pour candidater : veuillez envoyer CV et lettre de motivation à

Mr Mathieu Renier : mathieu.renier@u-bordeaux.fr

Mr Victor Gayoux: victor.gayoux@u-bordeaux.fr

Mme Fan Zhang : Fan.Zhang@cetim.fr

[1] E. Syriabe, M. Renier, A. Meziane, J. Galy, and M. Castaings, "Apparent anisotropy of adhesive bonds with weak adhesion and non-destructive evaluation of interfacial properties," *Ultrasonics*, 79, 2017

[2] V. Gayoux, M. Renier, F. Zhang, C. Dalla Zuanna, and M. Castaings, "Evaluation of isotropic plate elastic moduli using bonded ultrasonic beam", in preparation