



Proposition de thèse

Titre : Influence de la porosité sur le comportement et la rupture d'assemblages collés

Contexte :

Le collage structural est un mode d'assemblage qui offre de nombreux avantages vis-à-vis d'autres méthodes dites conventionnelles comme le rivetage, le boulonnage ou le soudage : il permet une procédure d'assemblage simple et rapide, et évite l'augmentation du poids de la structure ainsi que la dégradation des matériaux. L'utilisation du collage pour l'assemblage de structures s'est donc démocratisée dans de nombreux domaines de l'industrie, tels que l'automobile, la construction navale ou encore l'aéronautique. Dans ce contexte de transport en particulier, un dimensionnement fiable est essentiel et constitue donc un enjeu majeur pour les industriels, compte tenu de l'intérêt porté à la réduction de masse des véhicules.

Le choix de ce type d'assemblage en pratique nécessite avant tout une caractérisation précise du comportement intrinsèque des adhésifs mis en jeu et une description correcte des phénomènes de rupture attendus, à savoir des niveaux de sollicitation nécessaires à l'amorçage de fissures et des modes de propagation de ces fissures jusqu'à rupture de l'assemblage, que ce soit sous chargement monotone ou cyclique (en fatigue). Ces propriétés à la rupture découlent partiellement des caractéristiques mécaniques de l'adhésif, soit élastiques soit élastoplastiques, selon que le matériau soit fragile ou ductile, respectivement. Néanmoins, à l'heure actuelle, une calibration fine du comportement non-linéaire du matériau constitutif de l'adhésif ne suffit pas forcément pour prédire correctement la rupture de structures assemblées. De nombreuses raisons peuvent expliquer ces écarts rencontrés entre résultats d'essais et de calculs numériques, parmi lesquelles la présence de porosités au sein de l'adhésif.

Les travaux de thèse proposés tenteront d'apporter une réponse à cette problématique : ils seront focalisés sur la description des porosités au sein des adhésifs et sur l'analyse de leur influence sur le comportement mécanique et la rupture des assemblages collés.

Etat des lieux :

Les matériaux polymères couramment utilisés en tant qu'adhésifs montrent parfois de forts taux de porosités dont l'influence s'avère non négligeable sur le comportement mécanique et à la rupture des assemblages. La difficulté principale vient du fait que ces taux de porosités, qui dépendent des cycles de polymérisation mis en jeu mais aussi d'éventuels autres paramètres géométriques associés à la nature de l'assemblage, ne sont pas forcément reproduits à l'identique entre deux éprouvettes ou structures données. Dans ces conditions, la calibration du comportement, effectuée pour un niveau de porosité particulier, n'est plus forcément adaptée à de nouvelles configurations. Qui plus est, le taux de porosités au sein

d'un joint de colle est loin d'être uniforme en pratique, et un bon dimensionnement doit alors prendre en compte l'hétérogénéité du comportement qui en découle.

Des travaux ont déjà été initiés concernant la porosité dans les joints de colle, visant pour l'instant à observer la répartition de ces porosités et à traduire l'influence du cycle de polymérisation sur la présence de telles porosités. Cette thèse s'appuiera naturellement sur ces premiers résultats et plus généralement sur le savoir-faire numérique et expérimental du laboratoire dans le domaine des assemblages collés.

Objectifs :

- La première partie du travail consistera à concevoir des échantillons d'adhésif à différents taux de porosités, de façon à pouvoir calibrer le comportement mécanique associé de façon simple et pour une large gamme de taux de porosités. A partir de ces observations et résultats de calibration, l'une des contributions majeures de la thèse sera d'identifier une manière d'intégrer le taux de porosités dans la description générale du comportement de l'adhésif, par des approches physiques ou plus phénoménologiques.
- Un effort sera ensuite fourni dans la modélisation numérique du comportement et de la rupture des assemblages (prédiction de l'amorçage et description de la propagation de fissure), en comparant éventuellement plusieurs niveaux de modélisation et différentes méthodes d'analyse de la rupture. Cette thèse sera l'occasion de poursuivre le développement d'outils de modélisation simplifiés, en y intégrant les méthodes d'analyse de l'amorçage et de la propagation de fissure, d'une part, et l'influence des porosités au travers de la loi de comportement, d'autre part. La prédiction de la rupture pourra mettre en jeu diverses techniques, selon les comportements et modélisations envisagés, comme par exemple la méthode du critère couplé ou l'utilisation d'éléments de cohésion.
- Enfin, une large campagne d'essais de fissuration devra être mise en œuvre afin de quantifier expérimentalement l'influence des porosités sur la réponse des assemblages et valider les modèles prédictifs précédents. La difficulté principale résidera sans doute dans la compréhension des phénomènes de rupture (avec la variation éventuelle des trajets de fissuration en fonction des taux de porosités relevés).

Profil recherché :

Le candidat recruté devra être titulaire d'un diplôme d'ingénieur ou d'un Master Recherche ou équivalent dans une filière de Mécanique. Il devra posséder de bonnes compétences en modélisation numérique (calcul par éléments finis / programmation) et un goût prononcé pour l'expérimentation.

<u>Durée :</u>	3 ans à partir d'octobre 2021
<u>Directeur de thèse :</u>	Philippe Le Grogneq
<u>Laboratoire d'accueil :</u>	IRDL - ENSTA Bretagne (Brest)
<u>Financement :</u>	DGA/Région Bretagne

Dossier de candidature :

- *CV détaillé*
- *Lettre de motivation*

A envoyer à l'adresse suivante :

Philippe Le Grogneq
Institut de Recherche Dupuy de Lôme
ENSTA Bretagne
2 rue François Verny
29806 Brest Cedex 9, France
Tél. : 02.98.34.88.67
Email : philippe.le_grogneq@ensta-bretagne.fr