

## Optimisation du procédé de tomographie X appliqué à la détection de défauts dans les matériaux composites

Les composites base carbone présentent d'extraordinaires propriétés de tenue aux sollicitations thermomécaniques. Pour partie, ces propriétés sont imputables aux architectures de ces composites, celles-ci pouvant être adaptées en fonction de l'application visée. Cependant, la réalisation de pièces composites s'accompagne inévitablement de défauts (eg délaminage) qui peuvent, en fonction de la nature du défaut rencontré et de sa gravité, être préjudiciables aux performances d'une pièce. Il est donc primordial de disposer d'une technique de contrôle non destructif (CND) permettant de s'assurer de la santé matière des pièces produites. Dans ce cadre, la tomographie X est une technique CND pertinente puisque les développements technologiques récents permettent de réaliser de mesures résolues à quelques dizaines de micromètres sur des pièces de révolution de cent à quelques centaines de millimètres de diamètre. La difficulté réside en revanche dans le contraste de densité auquel la tomographie X est sensible. En effet, la variation de densité entre matrice et fibre varie entre 0,4 et 0,2 selon le cas considéré. Les travaux récents menés sur le microtomographe du CEA/Le Ripault ont permis de montrer qu'il est malgré tout possible de mettre en évidence les défauts d'architecture recherchés même si l'on est clairement à la limite de détection de l'expérience standard.

Le sujet de thèse proposé consiste alors à développer des techniques de tomographie X plus spécifiques qui permettraient de mieux mettre en évidence les défauts présents dans les pièces composites. En effet, les premiers résultats cités ont été réalisés selon un protocole expérimental ordinaire applicable à des pièces de toute nature. Des techniques de filtration en énergie ou même de bi-énergie [1] pourraient s'avérer plus sensibles, bien qu'une étude soit nécessaire pour en juger. Outre un protocole expérimental optimisé adapté aux matériaux étudiés, la modélisation des radiographies X utilisées pour la reconstruction 3D est un moyen d'améliorer la sensibilité aux défauts [2]. En effet, il est alors possible de tenir compte de phénomènes parasites tels que la diffusion Compton qui diminuent la sensibilité aux défauts. Dans le cas présent, la simplicité de la géométrie des pièces étudiées, toutes de révolution, rend tout à fait faisable l'emploi d'une telle technique. Enfin, on peut envisager, une fois la pièce reconstruite dans une première étape (et donc connue), de modéliser l'expérience complète afin de corriger au mieux les phénomènes dégradant la sensibilité aux défauts. Une deuxième reconstruction de la pièce permettrait alors de mieux mettre en évidence les défauts recherchés en retranchant la tomographie d'une pièce idéale de la tomographie expérimentale. Il existe donc un certain nombre de voies qui peuvent conduire à l'amélioration de la détection des défauts recherchés dans les pièces composites. Le premier travail consistera à évaluer le potentiel de chacune de ces voies pour retenir celles qui semblent le plus prometteuses. Les techniques retenues seront ensuite mises en œuvre sur des pièces spécifiques permettant d'évaluer l'intérêt des voies étudiées. Les expériences seront réalisées sur le microtomographe installé sur le site du CEA/Le Ripault.

[1] Rebuffel V. and Dinten J.-M. *“Dual-Energy X-Ray Imaging: Benefits and Limits”*, Insight - Non-Destructive Testing and Condition Monitoring, Vol 49 No 10 October 2007

[2] Bruandet Jean-Pierre « *Optimisation conjointe du nombre et du rapport signal sur bruit de radiographies pour la reconstruction 3D de défauts en contrôle industriel* » Mémoire de thèse, INSA-Lyon, 2001