

Sujet : Caractérisation des propriétés mécaniques de matériaux composites par ondes ultrasonores guidées sans contact et avec accès unilatéral.

Co-directeurs de thèse :

Nicolas Quaegebeur, Professeur adjoint au GAUS de Sherbrooke – Nicolas.Quaegebeur@USherbrooke.ca

Patrice Masson, Professeur au GAUS de Sherbrooke – Patrice.Masson@USherbrooke.ca

Michel Castaings, Professeur à l'I2M de Bordeaux – michel.castaings@u-bordeaux.fr

Dans ce projet de thèse, les **ondes ultrasonores guidées** seront exploitées pour caractériser les modules de rigidité de matériaux, avec un **accès unilatéral** et **sans contact**. Sur la base de travaux antérieurs, une **sonde multiélément à couplage air** devra être mise au point, puis utilisée pour générer et détecter plusieurs ondes guidées simultanément, avec un accès à une seule face d'un panneau constitué du matériau à caractériser. L'acquisition, le stockage et le **traitement des signaux** mesurés par les éléments récepteurs de la sonde seront automatisés de manière à simplifier au maximum les opérations de futurs potentiels utilisateurs. Les données expérimentales seront de différents types : (1) les **signaux temporels** ou leurs **spectres en fréquence**, (2) les **courbes de dispersion** (vitesses en fonction de la fréquence) obtenues à l'issue du traitement des signaux. Ces quantités expérimentales seront comparées à des **prédictions numériques** simulées à l'aide de deux outils existants qu'il faudra prendre en main. Une fois ce problème direct achevé (mesure, calcul et comparaisons satisfaisantes), la résolution du **problème inverse** pourra alors être abordée. Elle consistera à optimiser plusieurs **modules de rigidité** du matériau (nombre variable selon le type de matériau), dans la zone propagée par les ultrasons, de manière à ce que les signaux, spectres ou vitesses simulés coïncident le mieux possible avec les grandeurs correspondantes mesurées. La procédure d'optimisation de ces propriétés mécaniques sera validée en deux temps : (1) avec des données « expérimentales » simulées grâce aux modèles disponibles et (2) avec des matériaux « écoles » de caractéristiques connues (aluminium, verre, polymère...) pour lesquels les données expérimentales seront établies avec la sonde multiélément construite. Enfin, le problème inverse sera testé sur des produits industriels, notamment des **matériaux composites** de natures différentes.

Ce projet de thèse est très **porteur d'applications** pour de nombreux secteurs **industriels**, par exemple la **cartographie des propriétés mécaniques de panneaux composites** de l'aéronautique ou du spatial, le suivi dans le temps de l'éventuel vieillissement des structures soumises à des conditions extrêmes : éoliennes, réservoirs haute pression, structures en bétons (ponts, centrales nucléaires...) pour ne citer que ces exemples. Ce thème est également **novateur** sur le plan académique car très peu de chercheurs ont publié, à ce jour, sur la caractérisation des propriétés mécaniques de matériaux par ondes guidées [1, 2, 3]. De plus, les sondes multiéléments à couplage air et avec des espaces inter-éléments suffisamment petits pour mesurer les vitesses des ondes guidées, n'existent pas encore, à notre connaissance. Ce projet de thèse présente donc un véritable **challenge technologique**, en plus de l'**originalité scientifique** (résolution du problème inverse) et du fort **potentiel applicatif**.

1 B. Hosten, M. Castaings, AIP Conf. Proc., NY, vol. 22, 2003

2 P.-C. Ostiguy, PhD, Université de Sherbrooke, 2016

3 P.-C. Ostiguy, A. Le Duff, N. Quaegebeur, L.-P. Brault, P. Masson, Structural Health Monitoring, vol. 13(5), 2014.