

## DETECTION DE L'ENDOMMAGEMENT DANS UN COMPOSITE TISSE PA66/6|FIBRES DE VERRE A L'AIDE DE TECHNIQUES ULTRASONORES EN VUE D'UNE PREDICTION DE LA DURABILITE DE PIECES AUTOMOBILES

**RESUME :** Ces travaux de thèse portent sur l'étude expérimentale approfondie d'un composite à base polyamide 66/6 renforcé par des fibres de verres tissées suivant un motif sergé 2/2. L'objectif est de proposer des solutions de Contrôle Non Destructif (CND) basées sur les ultrasons afin de détecter différents niveaux d'endommagement induit. Pour cela, une étude approfondie des mécanismes d'endommagement apparaissant lors de sollicitations en traction suivant l'axe des fibres et hors axes est réalisée. Le cas d'impact induit par poids tombant est également étudié. En effet, ces différents cas de sollicitations entraînent l'apparition de différents mécanismes d'endommagement. Ces derniers, ainsi que leur ordre d'apparition, sont caractérisés par Microscopie Electronique à Balayage (MEB) et tomographie à rayons X principalement. L'évaluation de la réduction du module élastique pré et post chargement ainsi que la fraction volumique de vides montrent une évolution de l'endommagement plus importante lors de chargement en traction hors axes des fibres que lors de chargement suivant l'axe. Lors des essais d'impact par poids tombant, différents niveaux d'énergie sont considérés en restant proche du domaine des BVID en vue d'éprouver la sensibilité des méthodes de CND. Deux méthodes de CND par ultrasons étudiées durant ce projet peuvent être mises en avant. Premièrement, par mesure de la vitesse de propagation des ondes dans plusieurs directions du composite, le tenseur de rigidité est estimé dans tous ces cas de sollicitation mécanique pour différents niveaux d'endommagement. Des indicateurs d'endommagement basés sur ces mesures montrent une évolution de l'état d'endommagement similaire à celle discutée précédemment. Deuxièmement, une étude de la détection de l'endommagement par ondes guidées est menée. Aucun changement des modes transmis n'est visible lors de l'augmentation de l'état d'endommagement. L'évolution de l'énergie du signal transmis est alors proposée et validée comme indicateur d'endommagement efficace pour des chargements en traction mais pas pour l'impact. La mesure du décalage temporel a en revanche permis une localisation et une quantification de l'endommagement induit par impact.

**Mots clés :** Matériau composite, Contrôle Non Destructif (CND), Ultrasons, Endommagement

## DAMAGE DETECTION IN PA 66/6|GLASS WOVEN FABRIC USING ULTRASONIC TECHNIQUES TOWARDS DURABILITY PREDICTION OF AUTOMOTIVE PARTS

**ABSTRACT:** The present study is focused on the experimental study of a polyamide 66/6 based composite reinforced by a 2/2 twill weave glass fabric. The aim is to propose Non Destructive Evaluation (NDE) methods based on ultrasound that can efficiently distinguish different damage states. In order to do so, an investigation of the damage mechanisms induced by different types of mechanical solicitations. Tension along and off the axis of the fibers was considered as well as the case of drop weight impact. Those solicitations were shown to induce different damage mechanisms. The latter were characterized by means of Scanning Electronic Microscopy (SEM) and X-Ray tomography mostly. The decreasing of the elastic modulus and the void volume fraction evolution were shown to be more significant for the samples loaded in tension off-axis. During the drop weight impact tests, the energies were considered in order to remain close to the Barely Visible Impact Damage (BVID) regime and to experience the capability of the ultrasound based NDE methods. Two NDE methods investigated during this study deserve to be highlighted. Firstly, the stiffness tensor was estimated by means of phase velocities measurements in different propagation direction. Damage indicators based on results from this method were proposed. They were found to give results similar with those from the evaluation of damage discussed earlier on. Secondly, a study of the damage detection using guided waves was performed. No mode conversion effect was observed from this investigation. Consequently, the signal energy was proposed as damage indicator and was found to be suitable to detect damage induced by tension but not by impact. The measure of time shift allowed obtaining a localization and evaluation of the damage induced by impact.

**Keywords :** Composite material, Non Destructive Testing (NDT), Ultrasonic wave, Damage