

Titre : Caractérisation expérimentale et modélisation numérique du comportement de l'assemblage de structures composites thermoplastiques soudées de la quasi-statique à la dynamique

Mot clés : Composite thermoplastique, soudage ultrasons, chargements dynamiques, éléments cohésifs

Résumé : Le recours aux composites thermoplastiques est grandissant dans l'industrie des transports. Le soudage se distingue comme une méthode d'assemblage rapide pour ces matériaux, créant une continuité entre les pièces assemblées et offrant une tenue mécanique élevée. Son application aux structures dans le secteur des transports peut néanmoins poser des questions quant aux chargements dynamiques combinés à la sensibilité à la vitesse de déformation de diverses matrices thermoplastiques. Malgré l'étendu de la littérature sur le soudage de composites, aucune étude sur la sensibilité à la vitesse de déformation n'a été trouvée. Les objectifs de cette thèse sont d'étudier le comportement d'un composite (GF/PA66 tissé) soudé pour des chargements quasi-statique et dynamique d'un point de vue expérimental et de proposer un modèle de comportement valide sur la plage de vitesses considérées.

La méthode employée repose sur la connaissance du comportement quasi-statique et dy-

namique des substrats, expérimentalement et numériquement. L'influence de la vitesse de chargement sur le composite soudé est étudiée à l'aide d'essais de traction sur des éprouvettes de recouvrement, en quasi-statique et à vitesse modérées de chargement. L'influence de la vitesse de déformation sur la soudure ne peut pas être tranchée expérimentalement, car le comportement des éprouvettes mêle les comportements de la soudure et des substrats. Ainsi, les comportements sont découplés numériquement en utilisant un modèle élasto-plastique endommageable visqueux pour le stratifié et une loi de traction-séparation pour la soudure (éléments cohésifs). La loi cohésive est identifiée en quasi-statique puis appliquée aux essais dynamiques. Le modèle final, pouvant inclure de la viscosité, est validé de la quasi-statique à la dynamique, permettant de conclure sur la nécessité ou non d'inclure des fonctions de viscosité pour décrire le comportement des soudures.

Title: Experimental characterisation and numerical modelling of the assembly of welded thermoplastic composite structures' behaviour from quasi-static to dynamic

Keywords: Thermoplastic composites, ultrasonic welding, dynamic loadings, cohesive elements

Abstract: Thermoplastic composites utilisation is increasing in the transport industry. Welding is a fast joining method for these materials, creating continuity between the assembled parts and offering high mechanical strength. However, its application to transport structures can raise questions due to the dynamic loading that may occur and the strain rate sensitivity of various thermoplastic matrices. Despite the extensive literature on composite welding, no studies have been found on the strain rate sensitivity of welds. This thesis aims to study the behaviour of a welded composite (GF/PA66 fabric) for quasi-static and dynamic loadings from an experimental point of view and propose a numerical model of the welded zone, including strain rate sensitivity.

The methodology is based on an accurate knowledge of the substrates' behaviour for an

extensive strain rate range, both experimentally and numerically. The welded composite time dependency is investigated from quasi-static until moderate loading speeds using tensile tests on lap joint specimens. The strain rate dependence of the weld is difficult to quantify experimentally since the sample behaviour combines the behaviours of the weld and the substrates. Therefore, a numerical uncoupling is achieved using a viscous elastoplastic damage model for the substrates and a traction separation law for the weld (cohesive elements). The cohesive law is identified in quasi-static and then applied to dynamic tests. The final model, which may include viscosity, is validated from quasi-static to dynamic, allowing conclusions on whether or not viscous functions are necessary to describe the behaviour of the welds.