

Soutenance de thèse

Arnaud WILHELM soutiendra sa thèse de doctorat, préparée au sein de l'Institut Clément Ader (ICA) et intitulée « *Développement d'une méthodologie pour la compréhension du comportement et le dimensionnement d'un bouclier sandwich soumis à l'impact d'un oiseau* »

Le 31 Mars 2017 à 10h00, Institut Clément Ader

devant le jury composé de

M. Pascal CASARI	Professeur Université de Nantes	Rapporteur
M. Olivier POLIT	Professeur Université Paris Ouest Nanterre	Rapporteur
M. Serge ABRATE	Professeur Southern Illinois University Carbondale	Examineur
Mme Catherine KNOFF-LENOIR- VAYSSADE	Ingénieur de recherche CNRS UTC	Examineur
M. Joseph MORLIER	Professeur ISAE-SUPAERO	Examineur
M. Jean-François FERRERO	Professeur Université Toulouse 3	Directeur de thèse
M. Samuel RIVALLANT	Professeur ISAE-SUPAERO	Co-directeur de thèse

Résumé

Durant le vol d'un aéronef, la collision avec un oiseau est un risque important que les autorités de certification imposent de prendre en compte lors de la conception. Dans le cas du choc sur pointe avant, la protection du fond pressurisé est assurée par un bouclier sandwich. La compréhension du comportement d'une telle structure sandwich lorsqu'elle est soumise à un impact est essentielle pour permettre l'amélioration des boucliers existants. Ces travaux ont pour buts de comprendre l'influence des différents paramètres de conception du bouclier sur son comportement et sur la protection de la cible, et de mettre en place une méthodologie pour réaliser une telle étude comprenant de nombreux paramètres.

Pour cela, un modèle éléments finis générique est créé afin d'être utilisé dans une étude paramétrique. Une méthode de mesure de la déformée du bouclier est proposée pour permettre la comparaison rapide d'un grand nombre de configurations et la compréhension du comportement de chaque bouclier. Cette méthode s'appuie sur la décomposition de la déformée en trois modes : Indentation, Flexion et Écrasement. Une étude de criblage est ensuite réalisée afin d'identifier les paramètres de définition les plus influents sur le comportement global du sandwich et sur la protection de la cible. Les six paramètres identifiés comme les plus influents sont : les plateaux plastiques de compression hors-plan et de cisaillement hors-plan de l'âme, la hauteur de l'âme, la limite élastique de la peau avant, l'épaisseur de la peau avant, et les dimensions du support.

Une étude paramétrique est ensuite réalisée sur ces six paramètres. Un plan d'expérience de type carré Latin est choisi et sept grandeurs différentes sont suivies : trois mesures de la déformée et quatre critères de protection de la cible. Le cadre des processus gaussiens est utilisé pour créer un modèle réduit pour chacune de ces grandeurs et ces modèles réduits sont utilisés pour étudier l'évolution du comportement du bouclier sur l'ensemble du domaine à l'aide d'analyses de sensibilité. Les effets de chaque paramètre sont identifiés et expliqués. On observe l'influence primordiale du plateau de compression hors-plan de l'âme sur le comportement du bouclier et la protection de la cible, et les interactions fortes existantes entre les différents paramètres. Enfin, une méthode pour l'utilisation de ces modèles réduits dans le cadre d'optimisations est proposée. Deux exemples sont donnés : la minimisation des critères de protection de la cible, et l'optimisation de la masse du bouclier tout en garantissant un niveau de protection donné.

Title:

Development of a methodology to understand the behaviour and to design a sandwich shield subjected to bird impact

Keywords:

Sandwich structure / Impact design / Bird strike / Parametric study

Abstract

During flight, the possible collision with a bird is a major threat for an aircraft, and the certification authorities require to take it into account during the design phase. In the case of a nose strike, the pressurized bulkhead is protected by a sandwich shield. Understanding the behaviour under impact of such a sandwich structure is essential to improve current shields. This work has two main goals: understanding the design parameters influence on the shield behaviour, and propose a methodology to conduct this study involving numerous parameters.

Firstly, a generic finite element model is created to be used in a parametric study. A tool to measure the shield deformation is proposed to make it possible to easily compare the behaviour of different shields and to help understanding the behaviour of a shield. This tool is based on the projection of the shield deformation on a basis comprising three modes: Indentation, Bending and Crushing. A screening study is then conducted to rank the design parameters with respect to their influence on the shield deformation and the target protection. The six most influent parameters are: the core out-of-plane crushing plateau, the core out-of-plane shearing plateau, the core height, the front skin yield stress, the front skin thickness and the support dimensions.

A parametric study is then conducted on those six parameters. A Latin hyper-square is used for the design of experiment. Seven different quantities are studied, the three measures of shield deformation and four target protection criteria, and the Gaussian processes framework is used to create a surrogate model for each. Global sensitivity analyses are then conducted on those surrogates to study the variation of the shield behaviour in the whole design space. The effects of each parameter are measured and explained. It appears that the core crushing plateau has a huge influence on the shield behaviour and on the target protection. The interactions between parameters are not negligible. Finally, a method to minimize the shield mass, using the surrogate models to enforce minimal target protection criteria, is presented.