

Start from November 2018

<p>Title</p>	<p>Influence of the strength of the adhesive layer on the performance of a ceramic-adhesive-composite system</p>
<p>Supervisors to be contacted</p>	<p>Christine ESPINOSA, Frédéric LACHAUD, Éric PAROISSIEN Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace (ISAE) – SUPAERO Département de Mécanique des Structures et des Matériaux 10 Avenue Edouard Belin 31055 TOULOUSE FRANCE christine.espinosa@isae-supaeero.fr , frederic.Lachaud@isae-supaeero.fr , eric.paroissien@isae-supaeero.fr</p>
<p>Lab</p>	<p>Institut Clément Ader (ICA UMR 5312) 3 Rue Caroline Aigle 31400 TOULOUSE www.institut-clement-ader.org</p> 

Context and Stakes

These works are related to a PhD Thesis (2016-2019) performed in collaboration with the following laboratories ICube, ICA and ISL.

The PhD Thesis deals with the performance of shielding made of a ceramic layer and a backing composite layer. The main function of the ceramic layer is to slow down the advance of the impacting projectile. The main function of the composite backing layer is to retain the ceramic fragments. An adhesive layer is used to join the ceramic and composite layers.

If it is of highest relevance to understand the fragmentation modes of the impacting layers (Michel et al. 2006), it is required to take into account for the influence of the strength of the adhesive layer on failure modes. Indeed, the deflection of the backing adhesive layer is restricted – preventing from dramatic perforation – while the adhesive layer offers a sufficient stiffness.

The objectives of works are to better understand the structural effects of the three-layers system and of the adhesive layers under various strain rates. These works will be led at two scales to reach two different objectives.

1. **experimental investigations** : in order to characterize the behavior of the three-layers system and of the adhesive layer
2. **experimental and numerical modeling** : to suggest a methodology for simplified and/or refined simulations.

Description

Objective 1 : experimental investigations

The mechanical behavior of the three-layers system and of the adhesive layer will be investigated under various loading conditions: quasi-static, Charpy, Hopkinson and other dynamic tests (Colard 2015) (Francart 2017).

Objective 2 : experimental and numerical modeling

The simplified modelling could be based on the macro-element technique (Paroissien et al. 2018) and/or the use of cohesive zone modeling. The main difficulty in this part is the development

of algorithms allowing for the integration of the mechanical behavior as functions of strain rates. If a implicit computation scheme is already available, one objective is the addition of an explicit computation scheme, possibly coupled with the implicit one.

The goal is to provided methods and tools for the prediction of the strength of the multilayered adhesively bonded system.

Location

The works will mainly be performed at ICA in Toulouse, France (F-31). Some experimental tests will be performed at Icube (Strasbourg, France, F-67) and ISL (Saint-Louis, France, F-68).

References

(Colard 2015) L. Colard, Etude du comportement sous impact balistique d'un blindage multicouche à composantes carbure de bore et aluminium, thèse de doctorat, Université de Lorraine, 2015.

(Francart 2017) C. Francart, Experimental and numerical study of the mechanical behavior of metal/polymer multilayer composite for ballistic protection, thèse de doctorat, Université de Strasbourg, 2017.

(Michel et al. 2006) Y. Michel, J.-M. Chevalier, C. Durin, C. Espinosa, F. Malaise and J.-J. Barrau. Meshless modelling of dynamic behaviour of glasses under intense shock loadings: application to matter ejection during high velocity impacts on thin brittle targets.. Proceedings of 8th International Conference on Mechanical and Physical Behaviour of Materials under Dynamic Loading 2006

(Paroissien et al. 2018) E. Paroissien, L.F.M. da Silva, F. Lachaud, Simplified stress analysis of functionally graded single-lap joints subjected to combined thermal and mechanical loads, Composite Structures, Vol. 203, pp. 85-100.

Profile and skills of applicants

The applicant will have a PhD Thesis or have an experience in research activities and an engineer or MSc diploma. The main following skills are expected:

- to have basics on the mechanical behavior of polymeric materials
- to tailor the Finite Element Method
- to be autonomous in the development of MATLAB codes
- to be experienced in experimental testing under quasi-static and transient dynamic
- to be experienced numerical testing under quasi-static and transient dynamic

Conditions and salary

Fixed-term contract for duration of 36 months. Salary according to ISAE-SUPAERO scale.

The justified applications shall be sent to Christine Espinosa, Frédéric Lachaud and Éric Paroissien.

END OF DOCUMENT

Démarrage à partir de novembre 2018

Titre	Influence de la tenue à rupture de la couche de colle sur la performance d'un système céramique-colle-composite
Responsables scientifiques à contacter	Christine ESPINOSA, Frédéric LACHAUD, Éric PAROISSIEN Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace (ISAE) – SUPAERO Département de Mécanique des Structures et des Matériaux 10 Avenue Edouard Belin 31055 TOULOUSE FRANCE christine.espinosa@isae-sup aero.fr , frederic.lachaud@isae-sup aero.fr , eric.paroissien@isae-sup aero.fr
Laboratoire	Institut Clément Ader (ICA UMR 5312) 3 Rue Caroline Aigle 31400 TOULOUSE www.institut-clement-ader.org



Contexte et enjeux

Ces travaux sont en lien avec une thèse de doctorat (2016-2019), encadrée par le laboratoire ICube, l'ISAE-SUPAERO pour l'ICA et l'Institut Franco-allemand de recherches de Saint Louis (ISL).

La thèse concerne les performances de blindages bi-dureté composés entre autres d'une couche céramique et d'une couche composite arrière (dite de backing). La fonction principale de la couche céramique est de ralentir la progression du projectile impactant. La fonction principale de la couche de backing est de retenir les fragments de céramique. Pour assembler ces deux couches, une couche de colle est ajoutée dans le système.

S'il est fondamental de comprendre les modes de fragmentation de la face avant sous l'impact (Michel et al. 2006), il s'avère nécessaire de considérer l'influence de la résistance de la colle sur ces modes de ruptures. C'est en effet la résistance à la rupture de la colle qui permet au système d'avoir une rigidité en flexion suffisante limitant la déflexion face arrière, et permettant de prévenir la perforation de la couche de backing par des fragments de céramique. La colle a aussi pour rôle le maintien de la couche de « backing ».

Les objectifs des travaux sont de mieux appréhender les effets structurels à différentes vitesses de déformation du système composé des trois couches, et de la couche de colle. Deux échelles d'études sont ainsi envisagées, pour deux objectifs différents :

- déterminer l'influence du comportement par essais** : des essais (normalisés et non normalisés) seront utilisés afin de caractériser le comportement du système tri-couches et celui de la colle.
- proposer un modèle de comportement et/ou un modèle numérique** : une méthodologie de modélisation simplifiée et/ou raffinée sera établie.

La finalité des travaux sera de proposer une modélisation du comportement de la colle qui sera intégrée dans le modèle tri-couche développé dans le cadre de la thèse.

Description du sujet

Objectif 1 : déterminer l'influence du comportement par essais

Ce travail s'intéresse à la modélisation expérimentale du comportement mécanique de l'assemblage multicouche céramique-colle-composite à différentes vitesses de sollicitation :

- quasi-statique de caractérisation et d'identification du comportement de la colle quasi-statique de l'assemblage céramique-colle-composite
- mouton Charpy, barres de Hopkinson classiques sur le matériau colle et sur l'assemblage
- autres montages dynamiques sont possibles en fonction de la réponse des matériaux lors de la première campagne d'essais

Un projet récent réalisé en collaboration entre l'ISL et ICube a permis de réaliser une étude de caractérisation mécanique d'un matériau adhésif (colle) sur une large gamme de vitesses de déformation et de températures (Colard 2015) (Francart 2017). Cette étude expérimentale a conduit au développement d'un modèle analytique puis numérique du comportement mécanique de la colle utilisée, incluant la rupture et l'endommagement. Cette modélisation a été validée dans le cadre d'essais d'impact haute vitesses sur des composites multicouches polymère/métal. Les retombées principales du travail proposé sont la proposition d'une représentation à différentes échelles des comportements mécanique et adhésif du système en fonction des paramètres qui pilotent le comportement de la colle neuve ou vieillie, pour différentes colles y compris des colles ne contenant pas de substances nocives ou interdites par les instances réglementaires (REACH).

Objectif 2 : proposer un modèle de comportement et/ou un modèle numérique

La modélisation simplifiée pourra s'appuyer sur la technique par macroélément (Paroissien et al. 2018) et/ou l'utilisation de comportements cohésifs. La difficulté des travaux de cette partie est dans le développement de l'algorithme permettant l'intégration des lois de comportement en fonction du régime de vitesse. Si un schéma de calcul implicite est déjà disponible, il s'agira d'ajouter un schéma explicite, possiblement couplée à l'implicite.

Côté applicatif, tout comme pour l'objectif 1, la finalité de ce travail est de fournir des outils pour la prédiction de la tenue de l'assemblage du système complet tri-couche double dureté.

Lieu

Les travaux se dérouleront principalement au sein de l'ICA à Toulouse, impliquant des chercheurs des groupes MS2M et MSC. Des essais seront réalisés au sein de ICube et de l'ISL.

Références

(Colard 2015) L. Colard, Etude du comportement sous impact balistique d'un blindage multicouche à composantes carbure de bore et aluminium, thèse de doctorat, Université de Lorraine, 2015.

(Francart 2017) C. Francart, Experimental and numerical study of the mechanical behavior of metal/polymer multilayer composite for ballistic protection, thèse de doctorat, Université de Strasbourg, 2017.

(Michel et al. 2006) Y. Michel, J.-M. Chevalier, C. Durin, C. Espinosa, F. Malaise and J.-J. Barrau. Meshless modelling of dynamic behaviour of glasses under intense shock loadings: application to matter ejection during high velocity impacts on thin brittle targets.. Proceedings of 8th International Conference on Mechanical and Physical Behaviour of Materials under Dynamic Loading 2006

(Paroissien et al. 2018) E. Paroissien, L.F.M. da Silva, F. Lachaud, Simplified stress analysis of functionally graded single-lap joints subjected to combined thermal and mechanical loads, Composite Structures, Vol. 203, pp. 85-100.

Profil et compétences attendues des candidats

Le candidat ou la candidate, titulaire d'une thèse ou ayant une expérience significative de recherche, doit avoir les compétences suivantes :

- avoir des notions sur le comportement mécaniques des matériaux polymères ;
- maîtriser la méthode de calcul par éléments finis ;

- être autonome sur la programmation Matlab ;
- expérience en expérimentation quasi statique et dynamique transitoire ;
- expérience en simulation numérique en particulier en dynamique transitoire.

Conditions et rémunération mensuelle

Contrat à durée déterminée pour une durée de 36 mois et rémunéré au barème de l'ISAE-SUPAERO.
Transmettre une lettre de candidature circonstanciée et motivée avec un CV à Christine Espinosa,
Frédéric Lachaud et Éric Paroissien.

FIN DU DOCUMENT