

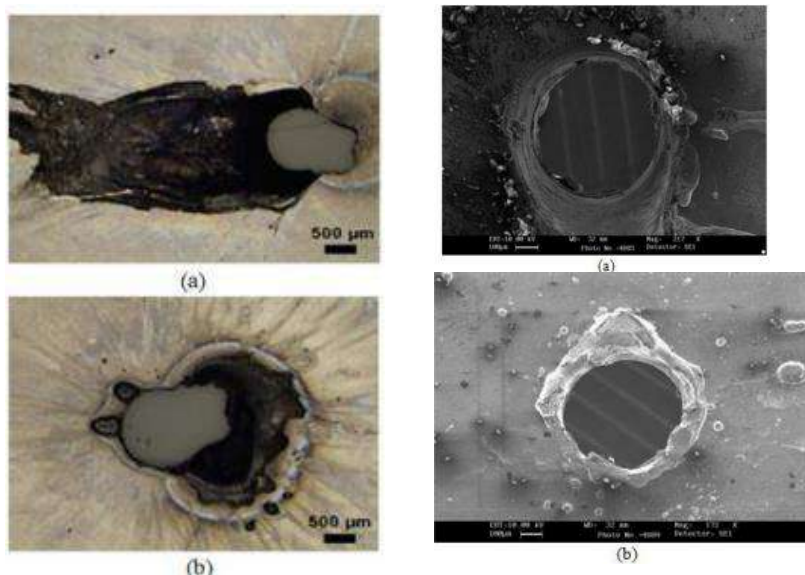
## Démarrage à partir de janvier 2018

<b>Titre</b>	Essais virtuels et essais réels des percements foudre de structures métalliques aéronautiques
<b>Responsable (s) scientifiques à contacter</b>	Christine ESPINOSA - Frédéric LACHAUD ISAE-SUPAERO – 10 Av. E. Belin – 31 055 Toulouse <a href="mailto:christine.espinosa@isae-supaero.fr">christine.espinosa@isae-supaero.fr</a> ; <a href="mailto:Frederic.Lachaud@isae-supaero.fr">Frederic.Lachaud@isae-supaero.fr</a> ;
<b>Laboratoire</b>	Institut Clément Ader (ICA UMR 5312) 3 Rue Caroline Aigle 31400 TOULOUSE <a href="http://www.institut-clement-ader.org">www.institut-clement-ader.org</a>



### Contexte et enjeux

Le foudroiement d'une structure aéronautique a pour effet direct la création de dégâts dans l'épaisseur des structures depuis la surface foudroyée. Un point crucial du dimensionnement concerne le percement en zone carburant ou proche de matériaux énergétiques pouvant remettre en cause la sécurité de l'appareil ou la tenue des emports, et pouvant entraîner l'annulation de la mission, voire la perte de l'aéronef.



**Figure 1.** Dommage au point d'entrée du faisceau ((a) haut) et à la sortie ((b) bas) au centre d'une plaque de titane percée par un laser [5] **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Au cours d'essais relatifs réalisés sur deux générateurs fort courant de DGA Techniques aéronautiques et sur une même éprouvette aux mêmes normes, il a été mis en évidence une différence sur l'endommagement observé (dégât de type cratère ou dôme). DGA Ta a donc mis en place un plan d'action pour déterminer l'origine de ces différents dégâts et plus particulièrement sur l'influence des différents paramètres du montage d'essais ou de la nature de l'éprouvette, la description de ces derniers dans les documents normatifs étant relativement floue. Ce travail s'inscrit dans ce plan de développement de savoir-faire et de maîtrise de l'expérimentation.

Les objectifs du projet sont de mieux appréhender les effets structurels d'interaction d'un panneau métallique avec le bâti et la charge appliquée, et de déterminer les circonstances qui favorisent le basculement d'un mode d'endommagement de surface en mode de percement. Deux échelles d'études sont ainsi envisagées, pour deux objectifs différents : déterminer l'influence du ou des paramètres d'essais sur le type d'endommagement observé ; améliorer les connaissances de l'interaction arc électrique matériau lors d'un essai foudre sur panneau métallique.

### Description du sujet

Le sujet proposé vise le développement de modèles numériques à l'ICA/ISAE-SUPAERO et l'analyse des procédures et essais réalisés à DGA-Ta. L'originalité des travaux proposés repose sur l'utilisation de l'analyse mécanique fine des paramètres du montage expérimental et des éléments qui caractérisent l'essai foudre définis par les conditions de maintien structurelles, de chargement électro-magnéto-thermo-mécaniques délivré, et les paramètres de comportement électro-magnéto-thermo-hydrodynamique des matériaux. Le travail se décompose en deux thèmes complémentaires :

- thème 1 : Influence du ou des paramètres d'essais sur le type d'endommagement observé sur un panneau métallique : ces travaux s'appuieront sur une étude bibliographique et sur l'analyse avant et après tir des essais réalisés à DGA Ta afin d'identifier des paramètres influents et de proposer une modélisation pertinente pour chaque échelle de comportement, et des gammes de variation pouvant expliquer le basculement possible entre dommages de surface et percement qui seront analysées plus en détail dans le thème 2 ;

- thème 2 : Amélioration des connaissances de l'interaction arc électrique matériau lors d'un essai foudre sur panneau : le thème 2 s'intéresse à l'étude de l'interaction arc électrique matériau et à l'influence respective de la réaction du matériau (bain liquide) et de la structure à la sollicitation d'un point de vue plus particulièrement hydrodynamique non linéaire transitoire à l'échelle locale. Il s'agira d'une part d'établir les liens phénoménologiques entre le réglage des paramètres d'essais qui définissent la forme d'onde et l'amorce d'un canal ou d'une bulle 3D.

Afin de répondre à ces questions, une modélisation fortement couplée électromagnétique – thermique - hydrodynamique utilisant le code calcul LS-DYNA est envisagée.

Le laboratoire travaillera en étroite collaboration avec le centre d'essais de DGA Ta. Les simulations seront réalisées à partir des modèles existants au laboratoire pour les calculs hydrodynamiques ou pour les calculs couplés fortement. Des collaborations avec des laboratoires partenaires sont également envisagées selon l'avancement des travaux.

Au sein du laboratoire (ICA), des équipes de chercheurs des trois groupes MS2M, MSC et SUMO travailleront en collaboration.

### Références

- [1] 'Aircraft Lightning Test Method' Ae-2 Lightning Committee, Standard SAE ARP5416, 17 mars 2005 <http://standards.sae.org/arp5416/>.
- [2] D. Morgan, C.J. Hardwick, S.J. Haigh, A.J. Meakins, "The interaction of Lightning with Aircraft and the Challenges of Lightning Testing", J. Aerospace Lab, Issue 5, pp 1-10, 2012.
- [3] EASA Rulemaking Directorate, « High-intensity radiated fields (HIRF) and lightning", NPA 2014-16, pp 1-80, 2015.
- [4] S R. Lopez, A. Laisné, F. Lago, "Numerical modelling of a lightning test facility: application to direct effects on an aircraft structure". International Conference On Lightning and Static Electricity (ICOLSE2015), Toulouse, 2015.

[5] S. Bahar, S. Marimuthu, W.J. Yaya "Pulsed Nd: YAG laser drilling of aerospace materials (Ti-6Al-4V).", *AEROTRECH VI Innovation in Aerospace Engineering and Technology, Mat. Science and Eng.*, 152, pp 1-10 (2016).

[6] I. Henchi, P. L'Eplattenier, G. Daehn, Y. Zhang, "Material Constitutive Parameter Identification using an Electromagnetic Ring Expansion Experiment Coupled with LS-DYNA® and LS-OPT®", 10th International LS-DYNA® Users Conference, Detroit, 2008

### **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 :

- Maîtriser la pratique d'un code de calcul par éléments finis, la programmation Matlab,
- Connaître le comportement non-linéaire thermomécanique des matériaux métalliques,
- Connaître les principes fondamentaux de l'électromagnétisme (niveaux min classes prépas)

Des connaissances complémentaires sont souhaitées dans les domaines suivants :

- Expérimentation métallique en particulier en dynamique transitoire,
- Expérience en simulation numérique dynamique transitoire non-linéaire.

### **Conditions et rémunération mensuelle**

Contrat à durée déterminée pour une durée de 1 an au barème de l'ISAE-SUPAERO renouvelable une fois. Le projet complet est organisé sur trois périodes de 1 an. Ce projet est la seconde étape.

### **Contact**

Transmettre une lettre de candidature circonstanciée et motivée avec un CV à :

[Christine.espinosa@isae-supero.fr](mailto:Christine.espinosa@isae-supero.fr)

[Frederic.lachaud@isae-supero.fr](mailto:Frederic.lachaud@isae-supero.fr)