

Période du stage : printemps 2019, à partir de février 2019

<b>Titre</b>	Analyse des dommages causés à des panneaux composites CFRP et GFRP par un choc foudre et de leur sensibilité aux paramètres d'essais
<b>Responsable (s) scientifiques à contacter</b>	Ch. ESPINOSA - F. LACHAUD ICA CNRS 5312 - ISAE-SUPAERO <a href="mailto:christine.espinosa@isae-supaeero.fr">christine.espinosa@isae-supaeero.fr</a> ; <a href="mailto:Frederic.Lachaud@isae-supaeero.fr">Frederic.Lachaud@isae-supaeero.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 besoin

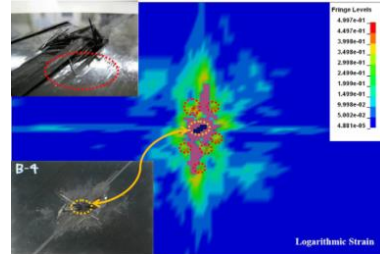
Le foudroiement d'une structure aéronautique a pour effet direct la création de dégâts dans l'épaisseur des structures depuis la surface foudroyée. En moyenne un avion se fait foudroyer une fois par an. Les structures composites, moins conductrices que les structures métalliques, sont protégées par un grillage métallique qui réduit considérablement les dégâts en évacuant les forts courants. Afin d'améliorer les performances des protections métalliques, il est nécessaire d'étudier l'influence néfaste de couches successives de peinture face aux trois sollicitations électromagnétique, thermique et mécanique qui composent la foudre: 100kA en 20µs créent un plasma dépassant les 30000K. Pour cela, les essais ne sont pas suffisants et il est très difficile voire impossible de séparer chaque composante extensive du chargement réel ou créé en laboratoire.



1)



2)



3)

1) [http://img.gentside.com/avion/un-avion-touche-par-un-eclair-en-plein-vol\\_5960\\_w460.jpg](http://img.gentside.com/avion/un-avion-touche-par-un-eclair-en-plein-vol_5960_w460.jpg)

2) [http://farm4.static.flickr.com/3405/3526956888\\_19b45eb64d.jpg](http://farm4.static.flickr.com/3405/3526956888_19b45eb64d.jpg)

3) Z.Q. Liu, Z.F. Yue, J. Wang, Y.Y. Ji. "Combining analysis of coupled electrical-thermal and BLOW-OFF impulse effects on composite laminate induced by lightning strike", Appl Compos Mater, 22, 189-207, (2015). DOI 10.1007/s10443-014-9401-8

### Enjeux et points clefs

Le recours à la simulation numérique est fondamental mais se heurte à deux difficultés : la nécessité de créer des modèles de comportement 'équivalents' car le régime de charge n'est pas connu, la dimension relative très différente du grillage métallique (10µm à 100µm) et des panneaux avions (10cm à 1m). Des modèles numériques développés au laboratoire utilisent des expressions analytiques de pression distribuée au cours du temps par les phénomènes complexes se produisant dans les couches de protection. Ces modèles permettent de reproduire de manière relativement satisfaisante les surfaces délaminées totales, mais pas leur distribution dans l'épaisseur. La mesure non destructive par C-Scan des délaminages dans l'épaisseur reste cependant assez incertaine et incomplète car le grillage de protection métallique limite la mesure.

Il est donc nécessaire de mettre en place une étude pour comparer les dommages générés par un essai réel et ceux prédits par les simulations.

## Description du sujet

L'objectif du travail est d'aborder les deux aspects de cette investigation, et de mettre en œuvre :

- une analyse détaillée des dommages causés par des chocs foudre sur différents panneaux composites à base de fibres de verre ou de carbone testés par Airbus ;
- une analyse de sensibilité de l'effet de paramètres du courant réellement distribué et des configurations de protection des plaques (grillages, peinture) ;
- des simulations numériques du comportement d'éprouvettes à partir de modèles existants utilisant un chargement en pression pour évaluer l'écart entre les dommages réels et virtuels.

Le travail commencera par une analyse bibliographique. Les modèles numériques seront réalisés avec les outils de simulation disponibles au laboratoire (Abaqus explicit). Une formation et un accompagnement à l'usage des outils seront proposés par les encadrants.

## Profil et compétences attendues des candidats

Le candidat ou la candidate, de niveau ingénieur dernière année ou M2, doit avoir les compétences suivantes :

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

Des connaissances complémentaires sont souhaitées dans les domaines suivants :

- Notions de base en analyse de sensibilité,
- Expérience en simulation numérique dynamique transitoire non-linéaire.

## Conditions et rémunération mensuelle

Stage de niveau M2R pour une durée de 5 à 6 mois au barème stagiaire de l'ISAE-SUPAERO susceptible de déboucher sur une thèse ou un contrat de recherche à durée limitée.

## Contact

Transmettre une lettre de candidature circonstanciée et motivée avec un CV à l'un des enseignants chercheurs responsables du projet ou seulement à [Christine.espinosa@isae-supaero.fr](mailto:Christine.espinosa@isae-supaero.fr)