


<b>Titre</b>	Simulation du dommage de panneaux composites de grandes dimensions impactés par la foudre	
<b>Responsable (s) scientifiques à contacter</b>	Ch. ESPINOSA - F. LACHAUD ICA CNRS 5312 - ISAE-SUPAERO <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 besoin

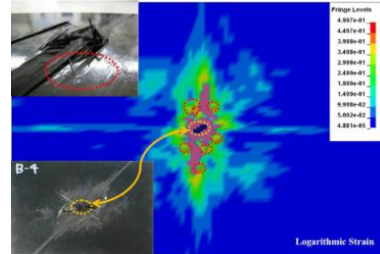
Le foudroiement d'une structure aéronautique a pour effet direct la création de dégâts dans l'épaisseur des structures depuis la surface foudroyée. En moyenne un avion se fait foudroyer une fois par an. Les structures composites, moins conductrices que les structures métalliques, sont protégées par un 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 20 $\mu$ s 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 (10 $\mu$ m à 100 $\mu$ m) et des panneaux avions (10cm à 1m). Des modèles numériques développés au laboratoire utilisent directement le courant délivré pendant l'essai comme donnée d'entrée pour définir le chargement. Ces modèles mésoscopiques sont complexes à mettre en œuvre et les temps de calcul sont prohibitifs s'il s'agit de modéliser une plaque de grandes dimensions. A contrario des modèles simples pour des plaques de grandes dimensions ont également été développés mais représentent de manière approximative l'évolution de la charge et l'interaction avec les couches supérieures de protection.

Il est donc nécessaire de mettre en place une stratégie de modélisation qui permet d'étudier les comportements significatifs à ces deux échelles.



Offre de Stage Recherche  
Institut Clément Ader CNRS UMR 5312  
Période 6 mois



### Description du sujet

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

- une analyse détaillée des essais de caractérisation du comportement de différents panneaux testés à la foudre par Airbus ;

- des simulations numériques du comportement d'éprouvettes à partir de modèles existants ;
- des modèles représentant des panneaux de grandes dimensions et des stratégies de calculs visant à réduire les temps de calcul.

Le travail commencera par une analyse bibliographique. Les modèles numériques seront réalisés avec les outils de simulation disponibles au laboratoire (LS-DYNA, 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 en césure ou en dernière année, 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 :

- Fondements de la dynamique transitoire non linéaire,
- 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-supero.fr](mailto:Christine.espinosa@isae-supero.fr)