

# Modélisation et simulation de l'arc de foudre et de ses interactions en aéronautique

*Laurent Chemartin, Fabien Tholin, Arnaud Chazottes, Clement Zaepffel,  
Rafael Sousa Martins, Philippe Lalande*

*ONERA, The French Aerospace Lab.  
Chemin de la Hunière, 91123 Palaiseau, France.  
courriel : [laurent.chemartin@onera.fr](mailto:laurent.chemartin@onera.fr)*

L'utilisation massive des matériaux composites et le durcissement de la réglementation aéronautique impliquent d'avoir une meilleure compréhension des mécanismes physiques qui interviennent lors du foudroiement d'un aéronef. Ce phénomène est associé à la formation de divers types de plasmas froids correspondant aux diverses étapes du foudroiement et aux diverses zones de l'aéronef. Pendant la phase à courant continu, le canal de l'éclair est une longue colonne d'arc à l'Equilibre Thermodynamique Local. Celle-ci n'interagit qu'avec l'écoulement aérodynamique autour de l'aéronef. Au niveau du point d'attachement de l'éclair sur l'appareil, le pied d'arc comporte une gaine cathodique ou anodique qui se caractérise par un fort déséquilibre thermodynamique et un fort flux thermique échangé avec le matériau. Cette interaction entre le plasma et la matière provoque des dommages plus ou moins importants selon le niveau de protection du matériau et le temps de maintien du pied d'arc au point d'attachement. De plus, les fortes impulsions de courant, qui peuvent atteindre plus de 100 kA, entraînent des contraintes mécaniques supplémentaires, correspondant d'une part à la formation d'une onde de choc cylindrique autour du canal, et d'autre part à une surpression par pincement magnétique au cœur de la colonne. Enfin, le passage du courant à travers la structure est également associé au phénomène d'étincelage correspondant à des décharges spark plus ou moins intenses ou à des éjections de matière en fusion. Dans cette présentation, nous détaillerons des modèles numériques permettant de simuler ces phénomènes, ainsi que les expérimentations nécessaires permettant d'obtenir des points de validation.