

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Caractérisation de l'activité électrique des orages et de leur impact vis à vis de l'aéronautique.

Référence : **PHY-DPHY-2023-14**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : Octobre 2023

Date limite de candidature : 05/05/2023

Mots clés

Eclair, Estimation de courant, estimation de production de NOx

Profil et compétences recherchées

Connaissance en électromagnétisme, connaissance en physique de l'atmosphère, traitement du signal, programmation (fortran, Matlab, Python). Formation : Master ou école d'ingénieur.

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Dans le monde se produisent environ 50 éclairs par seconde qui émettent des ondes électromagnétiques et acoustiques ainsi que des gaz à effet de serre comme les oxydes d'azote (NOx). Le but de cette thèse est d'améliorer la connaissance des éclairs pour apporter des éléments de réponses à des problématiques actuelles du secteur aéronautique, en pleine évolution, comme un meilleur dimensionnement des contraintes des avions liées à la foudre, et une meilleure estimation de la production de NOx par les éclairs en regard de celle des avions.

L'estimation de cette production est encore faite de façon grossière, notamment car l'accès à la forme tridimensionnelle de l'éclair reste marginal et les courants électriques qui y circulent peu caractérisés. La connaissance de la répartition de ces émissions à l'altitude de vol des avions est essentielle pour bien estimer l'impact des émissions aéronautiques sur le climat. La caractérisation des courants circulant dans les éclairs intra-nuages quant à elle, tant en amplitude qu'en variation temporelle, permettrait de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse prise au niveau certification, à savoir que les coups de foudre au sol produisent des courants plus intenses que les décharges électriques des éclairs de type intra-nuage.

Pour progresser sur ces questions, il est nécessaire de mieux évaluer la production de NOx par les éclairs intranuage (IC), qui sont les plus nombreux, afin de mieux extrapoler leur impact au niveau global. Il est nécessaire aussi de mieux caractériser les éclairs, c'est-à-dire connaître leur géométrie à trois dimensions et le niveau de courant produit par les décharges intra-nuages. Le doctorant aura pour objectifs de répondre à ces questions.

Dans un premier temps, il participera à des mesures en laboratoire à l'ONERA pour mesurer la production de NOx par unité de longueur du canal en fonction du niveau de courant et de sa forme (impulsionnelle ou continue). Les résultats de cette étude seront ensuite utilisés comme données d'entrée pour l'estimation de la production de NOx par unité de longueur d'éclair.

Dans un second temps, il prendra en main les outils de traitement des mesures acoustiques réalisées par un réseau de microphones du CEA, ainsi que les chaînes de post-traitements de l'interféromètre BILLI (Broadband Interferometer Lightning Imagery), actuellement en phase de développement au sein de l'équipe FPA de l'ONERA. Le but est de mettre en place une campagne de mesures de caractérisation d'éclairs en région parisienne qui sera menée avec l'interféromètre BILLI (dans la gamme des très hautes fréquences radio : 60-75 MHz) et le réseau de microphones du CEA. Ces instruments seront complétés par des capteurs basse-fréquence (BF < 1 MHz) pour l'estimation des courants et des caméras rapides pour visualiser la partie basse des éclairs au moment de leur connexion au sol. Le doctorant mènera l'analyse des mesures. L'objectif sera de développer une méthode pour estimer les courants des éclairs intra-nuage, via des modèles de rayonnement électromagnétique des différentes parties de l'éclair (canal connecté au sol, précurseurs, décharge de jonction) croisés à des reconstructions tridimensionnelles d'éclairs (nuage-sol et intra-nuage) réalisées durant la campagne de mesures.

Collaborations envisagées

Equipe CMEI du DMPE

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Département Physique Instrumentation Espace
Environnement - FPA

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

Contact : Magalie BUGUET

Tél. : 01 80 38 64 22

magalie.buguet@onera.fr

Email :

Directeur de thèse

Nom : Thomas FARGES

Laboratoire : CEA - DAM Île-de-France,
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon

Tél. : 01 69 26 40 00

Email : thomas.farges@cea.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>