

**PROPOSITION DE SUJET DE THESE**

**Intitulé : Prév́ision des risques météorologiques à partir de méthodes neuronales récurrentes**

Référence : **PHY-DPHY-2023-12**  
(à rappeler dans toute correspondance)

**Début de la thèse** : 01/10/2023

**Date limite de candidature** : 01/06/2023

**Mots clés**

Réseaux de neurones ; Prév́ision de risque ; Systèmes orageux

**Profil et compétences recherchées**

Formation :

Ingénieur/master 2 en mathématiques appliquées ou informatiques.

Compétences : informatiques, probabilités, physique de l'atmosphère

**Présentation du projet doctoral, contexte et objectif**

La prév́ision de risques météorologiques est un enjeu important dans le cadre de la sécurité aérienne et de la planification de mission en aéronautique. Les méthodes de prév́ision de risques météorologiques servent à fournir pour un instant dans le futur, sur une zone géographique, un niveau de risque de rencontrer un phénomène météorologique extrême, tel que la foudre. En effet, l'estimation du risque de foudroiement d'un aéronef est important que ce soit pour la protection de site, la certification d'avion pour la foudre ou la prév́ention de foudroiement d'un aéronef en vol.

Depuis plusieurs années, l'équipe « Foudre, Plasma et Application » (FPA) de l'ONERA travaille sur la protection des aéronefs contre la foudre autant d'un point de vue expérimental (développement de capteurs, campagnes aéroportées) que d'un point de vue modélisation (simulation de l'état électrique de l'atmosphère et prév́ision de risque). Des travaux, menés dans l'équipe, ont démontré la faisabilité d'un outil de prév́ision de risque orageux à long terme (à des échelles de temps s'étalant de l'heure à plusieurs jours) basé sur l'utilisation de méthodes neuronales. Le sujet de thèse s'inscrit dans la poursuite de ces travaux mais à une échelle spatio-temporelle plus fine pour permettre d'explorer des applications plus ciblées sur la sécurité aérienne.

La thèse proposée a pour objectif d'établir des méthodes de réseaux neurones appliquées à la science de l'environnement et plus précisément au risque orageux.

Lors de la thèse, une nouvelle méthodologie de risques orageux sera développée, basée sur les méthodes de type *next frame prediction* <https://arxiv.org/abs/1511.05440> déjà mise en œuvre par l'équipe « Image, Vision, Apprentissage » (IVA) de l'ONERA. En effet, cette méthodologie a déjà été adaptée par l'équipe, pour la modélisation de phénomène physique comme l'état de l'ionosphère <https://arxiv.org/abs/1810.13273>. Elle consiste à capturer les dépendances spatio-temporelles via l'utilisation de réseaux de neurones à la fois convolutifs et récurrents. L'évolution des moyens de calculs sur ces dernières années permettra d'appliquer ces méthodes à des cas comprenant une quantité très importante de données.

L'adaptation des méthodes de type *next frame prediction* à la problématique de la prév́ision du risque orageux reposera sur la fusion de plusieurs sources d'observations hétérogènes (les données radars, les données satellites et les données issues des systèmes sols de localisation d'éclairs). La combinaison de ces trois sources de données fournira une base d'informations complète permettant de détecter et suivre l'évolution de cellules orageuses. L'utilité de la combinaison de ces trois sources de données avait déjà été démontrée à travers des études comme le projet européen FLYSAFE. Par ailleurs, un travail approfondi sera également mené par l'étudiant sur l'obtention d'un niveau de confiance associé avec les sorties des méthodes neuronales. Ce dernier aspect est un élément clé pour une utilisation future de la méthodologie dans le cadre de la prév́ision de risque.

**Collaborations envisagées**

Collaboration entre l'équipe « Foudre, Plasma et Application » du DPHY et l'équipe « Image, Vision et Apprentissage » du DTIS.

Collaboration avec le laboratoire LIP6 de Sorbonne université.

**Laboratoire d'accueil à l'ONERA**

Département :

Physique, instrumentation, environnement, espace

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

**Contacts** : Aurélie Bouchard et Adrien Chan Hon Tong

Tél. : 01 80 38 64 21 / 01 80 38 65 91

Email : aurelie.bouchard@onera.fr

adrien.chan\_hon\_tong@onera.fr

**Directeur de thèse**

Nom : Adrien Chan Hon Tong

Laboratoire : ONERA

Tél. : 01 80 38 65 91

Email : adrien.chan\_hon\_tong@onera.fr

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