

## Thèse CIFRE AIRBUS / ISAE-SUPAERO

# **Augmentation de la turbulence en ciel clair avec le changement climatique : analyse expérimentale et numérique de la réponse aérodynamique d'une aile soumise à une perturbation instationnaire**

### **Contexte**

L'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) a identifié plusieurs conséquences du changement climatique pour le transport aérien, dont les impacts sont souvent encore mal évalués : élévation du niveau des océans, augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements météorologiques extrêmes, augmentation des températures de l'air ou encore dégradation de la biodiversité. Notamment, le changement climatique va impacter les caractéristiques du courant-jet (« jet stream ») qui est l'un des mécanismes de création des turbulences en ciel clair. Le déplacement du courant-jet des moyennes latitudes vers les pôles va augmenter la probabilité d'occurrence et l'intensité des turbulences en ciel clair, qui sont déjà responsables de 70% des accidents liés aux conditions météorologiques pour les avions commerciaux. Cet impact du changement climatique sera global, concernera toutes les latitudes et toutes les saisons, mais il pourrait être particulièrement intense pour les vols nord-atlantiques pendant l'hiver où l'occurrence de ces turbulences pourrait augmenter de +150 % dans la seconde moitié du siècle, dans le cas d'un scénario de fort réchauffement climatique [1]. Il est donc primordial de mieux comprendre les mécanismes d'action de ces turbulences sur le comportement d'une aile, afin d'améliorer la résilience du secteur de l'aviation face à ces conditions atmosphériques potentiellement dégradées.

L'enjeu est d'autant plus important qu'une des pistes permettant de réduire la consommation de carburant des avions est d'augmenter l'allongement des ailes, ce qui permettrait de réduire le coefficient de portance, et donc la traînée induite. Toutefois, en raison de leur plus grande souplesse, ces ailes pourraient se montrer plus sensibles à des chargements aérodynamiques instationnaires, tel que ceux imposés par des turbulences atmosphériques ou une manœuvre de l'appareil [2]. Dans ce contexte, l'objectif de la thèse va consister à étudier le comportement de ces ailes, en particulier du point de vue de leur réponse aérodynamique, lorsqu'elles sont soumises à différents types de perturbations instationnaires. Deux approches complémentaires seront mises en œuvre pour y parvenir : des essais expérimentaux sur une maquette simplifiée du problème réel et des simulations numériques qui permettront d'étendre les recherches à des géométries plus complexes et des conditions de vols plus proche du point de croisière.

### **Objectifs**

La thèse se déroulera en partenariat entre le département « Flight Physics » d'Airbus et le Département d'Aérodynamique Énergétique et Propulsion (DAEP) de l'ISAE-SUPAERO. Les principaux objectifs de la thèse sont :

- De synthétiser les connaissances disponibles sur l'influence du changement climatique sur les turbulences en ciel clair, afin de proposer un modèle paramétrable de ces turbulences

- De participer à la conception d'une maquette expérimentale et de réaliser les mesures, afin de reproduire le mécanisme d'interaction entre une aile et une perturbation instationnaire (qui peut éventuellement être 3D)
- De mettre en place des simulations numériques permettant de reproduire l'expérience et d'étendre ensuite le domaine d'étude vers de plus hauts nombres de Reynolds et de Mach
- D'analyser les mécanismes physiques pour comprendre comment se propage l'influence de la perturbation sur l'aile, en particulier le long de l'envergure
- De proposer une modélisation dans un outil de conception pour prédire l'influence des perturbations instationnaires, et de proposer des pistes pour l'atténuation de l'influence de ces perturbations sur le comportement de l'aile

Les modèles développés pendant la thèse afin d'estimer l'impact des perturbations sur la performance avion pourront être intégrés dans un modèle d'évaluation intégré (IAM), actuellement en cours de développement (par exemple WITNESS), et dans les modèles industriels Airbus (extension de la méthode alpha-shift).

Les travaux de thèse seront encadrés par Yann NIVET (AIRBUS) et Nicolas GOURDAIN (ISAE-SUPAERO). En fonction des différentes phases du programme de recherche, la thèse se déroulera sur le site d'AIRBUS à Saint Martin du Touch (surtout pour les aspects modélisation et outils de conception) et sur le site de l'ISAE-SUPAERO à Toulouse (notamment pour le volet expérimental et les essais en soufflerie).

### **Profil**

De formation bac + 5 (Ingénieur ou Master) avec un profil en sciences de l'ingénieur, vous êtes motivé(e) par un sujet appliqué au secteur de l'aviation avec une composante environnementale (climat notamment). Vous souhaitez aussi développer vos compétences dans les domaines de la simulation numérique et de la recherche expérimentale, dans un contexte académique et industriel. De bonnes compétences en communication orale et écrite constituent un atout.

Date d'embauche souhaitée : fin 2023/début 2024

École Doctorale de rattachement : MEGEP

Localisation : Airbus (Saint-Martin du Touch) et ISAE-Supaero (Toulouse)

### **Contact**

Pour tout renseignement, merci d'écrire à :

- Yann NIVET [yann.nivet@airbus.com](mailto:yann.nivet@airbus.com)
- Nicolas GOURDAIN [nicolas.gourdain@isae-supero.fr](mailto:nicolas.gourdain@isae-supero.fr)

### **Bibliographie**

1. Storer, Luke, Williams, Paul, and Joshi, Manoj M., Global Response of Clear-Air Turbulence to Climate Change, *Geophysical Research Letters*, 44(19), 2017
2. Chandre-Vila, Oriol, Boin, Jean-Philippe, Barriety Bernard, Nivet, Yann, Morlier Joseph and Gourdain, Nicolas, Fast Nonlinear Static Aeroelasticity Method for High Aspect-Ratio Wings at Different Mach Regimes, *Journal of Aircraft*, 2023