

## PROPOSITION DE SUJET DE THÈSE

**Intitulé : Multi-fidelity adaptive design of experiments and surrogate models for data fusion in aerodynamics**

Référence : **TIS-DTIS-2023-07**  
(à rappeler dans toute correspondance)

**Début de la thèse** : octobre 2023

**Date limite de candidature** : mai 2023

### Mots clés

Surrogate model, aerodynamics, wind-tunnel testing, uncertainty propagation, design of experiments

### Profil et compétences recherchées

Knowledge in applied mathematics and aerospace sciences, Python programming

### Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Au cours du processus de conception d'un aéronef, il est nécessaire pour valider les différentes performances de l'appareil, de recourir à la fois à des simulations numériques et à des essais en soufflerie. Ces deux moyens de prévision produisent des données complémentaires en termes de précision, de densité d'information et de coût.

La thèse proposée s'inscrit dans cette problématique et vient en appui aux premiers travaux communs entre un département scientifique et le département des souffleries de l'ONERA. Son objectif est de proposer une méthode qui permette d'assembler ces données complémentaires de manière à les utiliser de façon optimale, notamment en tenant compte de leurs incertitudes respectives, et avec une rétroaction, par exemple en enrichissant les bases de données dans des zones d'intérêt.

Les tâches qui seront confiées au doctorant seront les suivantes :

- en lien avec le département des souffleries, contribuer à identifier les paramètres importants pour caractériser à la fois les bases de données d'essais et les simulations numériques (mise en forme des données et de leurs incertitudes associées)
- appliquer les techniques de pointe en matière de modèles de substitution (surrogate model) aux bases de données hybrides disponibles (expérimentales et de simulation) et identifier leurs défauts.
- adapter et étendre les capacités de ces techniques (plus particulièrement les processus de Kriging/Gaussiens) pour faire face aux spécificités des données expérimentales (grand nombre de points, couverture de l'espace inadaptée, incertitude variable, hystérésis, etc.)
- développer une technique d'échantillonnage dynamique adaptée aux contraintes de l'activité expérimentale et capable de produire un programme d'essais optimal et de proposer des points d'enrichissement au cours de l'expérience.

Le doctorant sera accueilli au sein de l'équipe M2CI localisée à Toulouse et pourra ponctuellement se rendre aux souffleries du Fauga Mauzac.

Cette thèse permettra d'étendre l'état de l'art en matière de plans d'expériences et de modèles de substitution afin d'appliquer ces techniques aux données aérodynamiques, en particulier aux données expérimentales provenant de souffleries.

Le poste bénéficiera des bases de données expérimentales et numériques déjà existantes. Ces bases s'appuient sur les formes Common Research Model de la NASA. Elles ont été produites à l'ONERA en utilisant des souffleries et des logiciels de simulation de classe mondiale. Le doctorant

contribuera au développement de la toolbox SMT dédiée aux modèles de substitution, en python développée conjointement par la NASA, l'Université du Michigan, ISAE-SUPAERO et l'ONERA.

L'encadrement sera fait en partenariat avec l'Université Polytechnique Hauts-de-France (UPHF, Valenciennes).

Une collaboration est prévue avec l'Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik (Braunschweig) du DLR en Allemagne sur les techniques d'échantillonnage dynamique.

## 1. **REFERENCES:**

DeLoach, R. (2006, January). The modern design of experiments for configuration aerodynamics: a case study. In *44th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit* (p. 923).

Arenzana, R. C., López-Lopera, A. F., Mouton, S., Bartoli, N., & Lefebvre, T. (2021, July). *Multi-fidelity Gaussian process model for CFD and wind tunnel data fusion*. In AeroBest 2021.

Nigam, N., Mohseni, S., Valverde, J., Voronin, S., Mukhopadhaya, J., & Alonso, J. J. (2021). *A Toolset For Creation of Multi-Fidelity Probabilistic Aerodynamic Databases*. In AIAA Scitech 2021 Forum (p. 0466).

Bertram, A., & Zimmermann, R. (2018). *Theoretical investigations of the new Cokriging method for variable-fidelity surrogate modeling*. *Advances in Computational Mathematics*, 44(6), 1693-1716.

J. Slotnick et al., CFD Vision 2030 Study: A Path to Revolutionary Computational Aerosciences, NASA/CR-2014-218178, 2014

## **Collaborations envisagées**

Université Polytechnique Hauts-de-France (UPHF, Valenciennes) pour le co-encadrement de la thèse  
Collaboration envisagée avec le DLR-Braunschweig (mobilité de quelques mois possible)

### **Laboratoire d'accueil à l'ONERA**

Département : Traitement de l'information et systèmes

Lieu (centre ONERA) : Toulouse

**Contact** : Nathalie Bartoli

Tél. : 05 62 25 26 44 Email : [nathalie.bartoli@onera.fr](mailto:nathalie.bartoli@onera.fr)

### **Directeur de thèse**

Nom : BARTOLI Nathalie

Laboratoire : ONERA/DTIS/M2CI

Tél. : 05 62 25 26 44

Email : [nathalie.bartoli@onera.fr](mailto:nathalie.bartoli@onera.fr)

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