

## PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DTIS-2022-26**  
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Toulouse

Département/Dir./Serv. : DTIS/M2CI

Tél. : 0562252644

Responsable(s) du stage : N. Bartoli, S. Dubreuil,  
J. Morio

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

### DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Conception et Optimisation de systèmes

Type de stage :  Fin d'études bac+5     Master 2     Bac+2 à bac+4     Autres

**Intitulé : Estimation d'un domaine d'excursion par enrichissement adaptatif de modèles : application à la recherche d'un domaine de vol**

Sujet : Lors du processus de conception d'un avion, une mission de référence est définie (nombre de passagers, rayon d'action, altitude, ...) afin de pouvoir dimensionner les grandeurs caractéristiques de l'avion, comme la taille de son réservoir de carburant, via la résolution d'un problème d'optimisation. Une fois que ces grandeurs sont fixées, l'objectif est de déterminer si cet avion est capable de réaliser une nouvelle mission, caractérisées par de nouvelles valeurs de paramètres (rayon d'action, altitude, vitesse, charge utile), et par conséquent évaluer si le volume du réservoir est suffisant pour la nouvelle masse de carburant. A cette question s'ajoute l'aléa lié à certaines variables d'environnement, comme la pression, la température, le vent... Le problème devient donc probabiliste et il s'agit alors de répondre à la question suivante: quelles valeurs de paramètres de mission permettent d'obtenir une probabilité de réussite élevée et définissent ainsi le domaine de vol de l'appareil?

De manière générale, ce type de problème se modélise à l'aide d'une fonction boîte noire  $\Gamma$  ayant pour entrées le vecteur  $X$  et pour sortie scalaire  $Y=\Gamma(X)$ . L'originalité ici réside dans la stochasticité de  $\Gamma$ , c'est-à-dire, que même lorsque  $X$  est fixé,  $\Gamma(X)$  est tout de même aléatoire. L'objectif de ce stage est de déterminer à faible coût de calcul le domaine d'excursion de  $X$  pour un seuil  $T$  en sortie, défini par l'ensemble des valeurs de  $X$  pour lesquelles  $P(\Gamma(X) > T) > \alpha$ , où  $\alpha$  est une probabilité proche de 1. Une approche naïve pour estimer un domaine d'excursion mais peu efficace consiste alors à générer une grille dans l'espace des valeurs prises par  $X$  puis à évaluer la fonction  $\Gamma$  pour chaque valeur de cette grille.

Or, les modèles de conception modélisés par  $\Gamma$  étant parfois coûteux à évaluer, ils peuvent être remplacés par des modèles analytiques dits de substitution (ou surrogate model) tels que des processus gaussiens par exemple. Plusieurs sources d'approximation seront donc à considérer pour s'assurer de la précision de l'estimation du domaine d'excursion : l'erreur d'approximation liée à l'utilisation de processus gaussiens et l'erreur liée à la discrétisation des variables aléatoires (utilisation de méthodes de Monte-Carlo pour estimer les quantités d'intérêt).

L'idée est donc d'utiliser des méthodes de Machine Learning et d'optimisation bayésienne pour réduire drastiquement le nombre d'appels aux codes de calcul coûteux tout en assurant une précision suffisante sur le domaine de vol. Ce but pourrait être atteint en utilisant un processus d'enrichissement adaptatif des modèles de substitution prenant en compte les différentes sources d'incertitudes. Un état de l'art sera établi en début du stage pour identifier les méthodes et des développements informatiques seront réalisés en python et s'appuieront sur les bibliothèques utilisées dans l'équipe (FAST-OAD pour le code de conception avion, SMT pour la bibliothèque de modèles).

Bibliographie liée:

Azzimonti, D., Bect, J., Chevalier, C., & Ginsbourger, D. (2016). Quantifying uncertainties on excursion sets under a Gaussian random field prior. *SIAM/ASA Journal on Uncertainty Quantification*, 4(1), 850-874.

Azzimonti, D., Ginsbourger, D., Rohmer, J., & Idier, D. (2019). Profile Extrema for Visualizing and Quantifying Uncertainties on Excursion Regions: Application to Coastal Flooding. *Technometrics*, 1-27

Ce stage fait partie des stages du Laboratoire de Mathématiques Appliquées de l'ONERA : LMA2S

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? **Non**

**Méthodes à mettre en oeuvre :**

- |   |  |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche théorique | <input type="checkbox"/> Travail de synthèse                 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée | <input checked="" type="checkbox"/> Travail de documentation |
| <input type="checkbox"/> Recherche expérimentale        | <input type="checkbox"/> Participation à une réalisation     |

Possibilité de prolongation en thèse : **Oui**

**Durée du stage :** Minimum : 4 Maximum : 6

Période souhaitée : Février à juillet 2022

**PROFIL DU STAGIAIRE**

Connaissances et niveau requis :  
Mathématiques appliquées (optimisation,  
statistiques)  
Base en python souhaitée

Ecoles ou établissements souhaités :  
Université (M2) ou école d'ingénieurs