

Invitation à la soutenance de thèse

OPTIMISATION MULTI-FIDELITE SOUS INCERTITUDES
APPLICATION A LA CONCEPTION DE SYSTEMES COMPLEXES

MULTI-FIDELITY OPTIMIZATION UNDER UNCERTAINTY
APPLICATION TO THE DESIGN OF COMPLEX SYSTEMS

Romain Espoeys

Mardi 8 avril 2025 – 14h00

CERFACS - Salle JCA, 42 avenue G. Coriolis, 31057 Toulouse,

Devant le jury composé de :

Didier LUCOR
Christophette BLANCHET-SCALLIET
Didier LEMOSSE
Matthias DE LOZZO
Olivier THUAL
Sophie RICCI
Mathieu BALESDENT

CNRS/LISN
CNRS/ICJ
LMN
IRT Saint Exupéry
IMFT
CERFACS
ONERA

rapporteur
rapporteuse
rapporteur
examineur
examineur
directrice de thèse
co-directeur de thèse

Résumé

Dans le contexte de la conception des systèmes complexes, et notamment dans les phases avant-projet, le recours à des méthodes d'optimisation est essentiel et permet la recherche de configurations optimales tenant compte de critères de performance, ainsi que de contraintes techniques, économiques et environnementales. Appliquées à la conception de systèmes d'ingénierie (par exemple les véhicules aérospatiaux), elles nécessitent l'utilisation de solveurs numériques potentiellement coûteux en temps de calcul pour évaluer les performances et respect des spécifications de ces systèmes. Le plus souvent, le concepteur a accès à des solveurs numériques de différents niveaux de fidélité, caractérisés par une précision et un coût de calcul différents. Ces niveaux de fidélité peuvent provenir des choix de modélisation effectués, tels que des simplifications physiques, numériques, définition du maillage, etc. De nombreuses méthodes ont été développées pour offrir la possibilité d'analyser et d'optimiser un système tout en réduisant le nombre d'appels aux solveurs numériques coûteux. Ces différents niveaux de fidélité de modélisation impliquent la prise en compte d'incertitudes épistémiques. En outre, certaines variables ou phénomènes présentent une nature stochastique prise en compte dans les processus de conception, venant ajouter aux incertitudes épistémiques des incertitudes aléatoires. L'intégration de multiples sources d'incertitudes dans le processus d'optimisation devient alors une tâche difficile, et peut se traduire par la résolution d'un problème d'optimisation fiabiliste (RBDO, Reliability-Based Design Optimization) impliquant une analyse de fiabilité de système (i.e., un calcul de probabilité de défaillance du système).

Cette thèse vise à réduire les coûts de calcul des problèmes RBDO en contexte multi-fidélité en exploitant plusieurs sources d'information. Deux approches sont développées pour réduire le coût de l'analyse de fiabilité. D'abord, une réduction de variance par échantillonnage multi-niveau est appliquée à l'estimation des risques d'inondation sur la Garonne via TELEMAT-2D. Ensuite, une méthode de fiabilité impliquant l'utilisation de modèle de substitution multi-fidélité avec enrichissement adaptatif (active learning) est étudié et testé sur la probabilité de défaillance de l'écoulement autour d'un avion à aile haubanée.

Enfin, une approche RBDO découplée combinant optimisation bayésienne et modèles de substitution multi-fidélité est développée. Elle repose sur la construction de bases de données dans un espace augmenté et l'agrégation de sources d'information. Cette méthodologie est appliquée au contexte aérospatial, avec l'optimisation sous incertitudes de lanceurs.

Mots clés

Optimisation sous incertitudes, multi-fidélité, modèle de substitution, analyse de fiabilité

Lien pour suivre la soutenance:

- <https://youtube.com/live/5t5B0ARRpVQ?feature=share>
- <https://cerfacs.webex.com/cerfacs/j.php?MTID=m67621732b73acf5a17c3a8a74c0bf287>