



# **Disciplinary surrogates for the analysis and optimization of partitioned multidisciplinary systems: application to aeroelastic coupling in wing design**

## **Méthodes d'approximation pour l'analyse et l'optimisation des systèmes multidisciplinaires partitionnés: application au couplage aéroélastique en conception avion**

Soutenance de thèse – DA COSTA CARDOSO Inês  
**4 décembre 2024 à 13h30**  
Salle de thèses, ISAE-SUPAERO

### **Devant le jury composé de :**

RODOLPHE LE RICHE	LIMOS	Rapporteur
DAVID NÉRON	ENS Paris-Saclay	Rapporteur
JOAQUIM R.R.A. MARTINS	University of Michigan	Examineur
PIERRE-ALAIN BOUCARD	ENS Paris-Saclay	Examineur
MATHILDE CHEVREUIL	Université de Nantes	Examinatrice
FREDERICO AFONSO	Universidade de Lisboa	Examineur
CHRISTIAN GOGU	ISAE-SUPAERO	Directeur de thèse
SYLVAIN DUBREUIL	ONERA/DTIS	Directeur de thèse
NATHALIE BARTOLI	ONERA/DTIS	Invitée
MICHEL SALAÛN	ISAE-SUPAERO	Invité

---

### **Résumé**

L'analyse et l'optimisation multidisciplinaire (MDAO) est un outil couramment utilisé dans les études préliminaires de conception d'aéronefs. Cependant, la plupart de ces études sont menées à l'aide de modèles de basse-fidélité associés aux différentes disciplines du système. Ces modèles, basés sur des données expérimentales, ne sont plus valables lors de l'étude de nouvelles configurations d'aéronefs pour lesquelles peu d'informations sont disponibles. Il est donc nécessaire de recourir à des modèles de haute-fidélité. Néanmoins, l'utilisation de solveurs haute-fidélité dans un contexte MDAO reste rare, du fait de leur coût de calcul et du manque d'information concernant les dérivées disciplinaires. Pour résoudre ce problème, les approches d'optimisation bayésienne, où l'optimisation est effectuée à l'aide des modèles de substitution, sont apparues comme des approches moins coûteuses qui ne nécessitent pas de connaître les dérivées du système. L'algorithme EGMDO (Efficient Global Multidisciplinary Design Optimization) est l'une de ces approches. EGMDO réduit le coût de calcul du problème d'optimisation multidisciplinaire en remplaçant les solveurs disciplinaires par des modèles de substitution basés sur les processus gaussiens (GP) enrichis de manière adaptative. Bien qu'EGMDO réduise avec succès le coût de calcul, il ne possède pas de stratégie de traitement

des contraintes et n'est donc pas directement utilisable pour la plupart des études préliminaires. De plus, l'utilisation de modèles de substitution dans le cadre de solveurs haute-fidélité peut entraîner des difficultés supplémentaires. En effet, la sortie de ces solveurs est généralement une quantité discrétisée sur un maillage, pour laquelle des modèles de substitution ne peuvent pas être directement construits. Les stratégies de réduction d'ordre de modèle constituent une piste possible pour surpasser cette difficulté, car elles permettent de représenter les sorties disciplinaires à haute dimension dans un espace de plus faible dimension. La stratégie Disciplinary Proper Orthogonal Decomposition and Interpolation (DPOD+I) a développé cette idée en combinant des bases POD globales avec l'interpolation par GP des coordonnées généralisées. Mais bien que la stratégie DPOD+I ait permis l'utilisation de méta modèles avec des solveurs de haute-fidélité, sa performance est significativement diminuée pour les problèmes où le nombre de vecteurs de base requis pour obtenir une petite erreur de projection est important. Cette thèse propose d'aborder les défis rencontrés par les méthodes EGMDO et DPOD+I en développant une extension de l'algorithme EGMDO aux problèmes d'optimisation sous contraintes et en proposant une stratégie de réduction de modèle basée sur l'interpolation de bases POD locales. Nous explorons également l'optimisation basée sur les gradients en exploitant les dérivées analytiques des méta-modèles disciplinaires. L'application des développements proposés au couplage aéroélastique d'une aile d'avion montre que l'approche proposée est capable de réduire le coût de calcul des problèmes d'analyse et d'optimisation multidisciplinaires souvent rencontrés lors des études préliminaires de conception d'aéronefs.

### **Mots clés**

Analyse et optimisation multidisciplinaire, méta-modèle, processus gaussien, réduction d'ordre de modèle, conception avion avant-projet

### **Lien zoom**

Sujet: Soutenance de Thèse DA COSTA CARDOSO Inês

Heure: 4 déc. 2024 01:15 PM Paris

Participer Zoom Réunion

<https://isae-supero-fr.zoom.us/j/98040313982?pwd=rEK4zrQ3GdHaHj474UoO22rGxba21s.1>

ID de réunion: 980 4031 3982

Code secret: 896226