

Optimisation aéro-structure d'un drone à voilure fixe

Encadrants: Prof. Joseph Morlier ISAE, Nathalie Bartoli ONERA

Financement envisagé : 50% ONERA, 50%EDAA

L'ONERA/DCPS développe et met en œuvre des outils numériques pour l'analyse, la conception et l'optimisation des performances des systèmes. Un de ses domaines d'activité est donc l'étude de nouveaux concepts pour les véhicules aérospatiaux tels que les avions civile et les drones à voilure fixe. Ainsi, pour ces applications, l'ONERA/DCPS développe des codes avant-projet qui mettent en relation différents modules (aérodynamique, performance, masse, équilibrage, ..) permettant d'évaluer et d'optimiser le design d'un appareil en fonction d'un cahier des charges initial.

Néanmoins, dans le cadre de l'étude de nouvelles configurations d'appareils, l'absence de connaissances accumulées ne permet pas de disposer de modélisations simplifiées au niveau avant-projet. L'appel à des modèles plus haute-fidélité (type CFD / CSM) devient donc nécessaire.

Suite à plusieurs stages récents sur les applications avions, un processus de conception «simplifié» formé de deux disciplines centrées sur la voilure (aérodynamique et structure) a été mis en place au sein de la plate-forme OpenMDAO (plate-forme open-source écrite en Python), développée par la NASA depuis 2012. Deux niveaux de fidélité (basse et moyenne) ont été implémentés et évalués. En parallèle, le processus d'optimisation associée a aussi été exploré avec la mise en place d' approches recourant à l'utilisation de modèles de substitution (de type Kriging et/ou Co-Kriging) via des stratégies d'enrichissement (EGO, ..) dans le cadre d'une collaboration active avec l'ISAE.

En parallèle de ces activités de conception, de nombreuses études en Europe et Etats-Unis se consacrent au déploiement de démonstrateurs en vol pour obtenir des informations supplémentaires sur une discipline donnée. Ce moyen d'essai expérimental vient donc compléter les calculs numériques et les essais soufflerie classiques. Lorsque le démonstrateur est une maquette à échelle réduite d'un nouveau concept, la problématique principale est la transposition des données enregistrées et leur transposition en informations pertinentes pour l'avion à échelle 1. Les aspects de similitudes et représentativité doivent alors être considérés. Dans ce cas, l'optimisation du démonstrateur vise non plus une réduction de la masse et/ou une diminution de la trainée mais un comportement précis (dynamique du vol, flexibilité de la voilure,...). Il y a donc une rupture importante par rapport à l'approche classique de dimensionnement.

La thèse proposée s'intéressera donc à la mise en place et à la validation d'un processus d'optimisation associée au design d'un drone à voilure fixe (de type démonstrateur). La particularité de ce processus sera devra être suffisamment générique afin de pouvoir s'adapter aux différentes fonctions objectives attendues d'un démonstrateur (ex: minimisation de la masse, s'approcher d'un comportement cible,...).

Ainsi, la thèse se concentrera plus particulièrement sur le niveau d'optimisation aéro-élastique de la voilure via l'utilisation d'architectures MDO adaptées (de type mono ou bi-niveau), en recourant éventuellement à l'utilisation de modèles de substitution (de type Kriging et/ou Co-Kriging) via des stratégies d'enrichissement (EGO, ..). L'implémentation du processus complet sera réalisée au sein de la plate-forme OpenMDAO afin de bénéficier des premiers briques disciplinaires et méthodologiques disponibles au DCPS et à l'ISAE (Modèles Hautes Fidélités CFD/CSM). De nouveaux outils (tels que GeoMACH) seront amenés à être implémentés dans le processus suivant les développements réalisés.

Encadrement: Prof. J. Morlier HDR (ISAE DMSM)/ N. Bartoli / T. Lefebvre / P. Schmollgruber (ONERA DCPS). *Le Professeur Joachim R. R. A. Martins (MDOLab, université du Michigan, US) en visite à l'ISAE de juin 2015 à aout 2016 pourra s'investir dans le co-encadrement de cette thèse en apportant son expertise dans le domaine de l'optimisation et des formulations MDO. Site web: mdolab.engin.umich.edu*

Bibliographie succincte :

Thierry Lefebvre, Peter Schmollgruber, Christophe Blondeau, Gérald Carrier, Aircraft Conceptual Design In A Multi-Level, Multi-Fidelity, Multi-Disciplinary Optimization Process ICAS Conference 2012

Bettebghor, Dimitri and Bartoli, Nathalie and Grihon, Stéphane and Morlier, Joseph and Samuelides, Manuel Surrogate modeling approximation using a mixture of experts based on EM joint estimation. (2010) Structural and Multidisciplinary Optimization.

M. Bouhlel, N. Bartoli, J. Morlier and A. Ostmane. Kriging Combining Partial Least Squares for Optimization in High Dimension. Proceedings of EngOpt 2014, 4th International Conference on Engineering Optimization, Lisbon, Portugal 2014