

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DTIS-2025-22**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Toulouse

Département/Dir./Serv. : DTIS/M2CI

Tél. : 05 62 25 27 55

Responsable(s) du stage : Sylvain Dubreuil,
Christophe David

Email : sylvain.dubreuil@onera.fr
christophe.david@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Conception et optimisation des systèmes

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

Intitulé : Intégration de simulations numériques haute-fidélités au sein d'un processus de conception avion avant-projet.

Sujet : L'équipe Méthodes Multidisciplinaires et Concepts Intégrés (M2CI) de l'ONERA développe, en collaboration avec l'ISAE SUPAERO, un logiciel de conception avion projet nommé Future Aircraft Sizing Tool-Overall Aircraft Design (FAST-OAD) [1]. Cet outil couple différents modules disciplinaires (aérodynamique, structure, moteur, performance etc.) afin d'évaluer et d'optimiser la conception d'un nouvel appareil en fonction d'un cahier des charges données (nombre de passagers à transporter, mission etc.). L'évaluation et l'optimisation de la configuration s'appuient notamment sur une simulation temporelle de la mission de l'appareil. Cette simulation requiert l'évaluation des performances en de très nombreux points de la trajectoire de vol. Ceci contraint à l'utilisation de modules disciplinaires empiriques ou semi empiriques dont les temps de restitution sont compatibles avec la simulation de la mission. Toutefois cette rapidité d'exécution s'obtient au détriment de la précision des résultats prédits. Lors de l'étude de nouveaux concepts d'avion (aile à grand allongement, aile haubanée etc.), ces modules empiriques atteignent leurs limites et la perte de précision peut alors être excessive et rendre les résultats inexploitable.

La solution pour évaluer avec précision les performances des nouveaux concepts est bien connue et repose sur l'utilisation de simulations numériques dites haute-fidélité. On peut citer en particulier le couplage entre simulations CFD (computational fluid dynamics) pour l'aérodynamique et CSM (computational structural mechanics) pour la structure permettant d'obtenir une prédiction crédible du comportement aéroélastique de l'appareil. Néanmoins les temps de calculs de ces simulations, même en utilisant des ressources de calcul modernes (parallélisation massive et supers calculateurs), sont incompatibles avec l'évaluation de la mission de l'appareil et encore moins avec son optimisation à l'étape avant-projet (espace de conception très vaste et nombreuses configurations à simuler).

Pour résoudre ce problème, de nombreux travaux portant sur la construction de modèles de substitution (méta-modèle) pour les systèmes couplés ont été menés au sein de l'équipe M2CI [2] [3] [4]. Les méthodes proposées ont démontré leur efficacité sur des cas tests académiques de différentes complexités mais leur intégration et leur évaluation dans un processus de conception avant-projet reste une étape à franchir.

Dans ce contexte, le stage a pour objectif l'intégration via la construction adaptative de modèles de substitution, de simulations haute-fidélité dans le logiciel FAST-OAD. Afin d'avoir un objectif réaliste avec la durée d'un stage, il est proposé de se concentrer tout d'abord sur l'intégration de modules structure et aérodynamique haute-fidélité (pour lesquels tous les outils sont déjà disponibles). Les différentes tâches du stage peuvent être envisagées de la façon suivante :

- Prise en main du logiciel FAST-OAD (logiciel codé majoritairement en python s'appuyant sur la bibliothèque OpenMDAO [5])
- Prise en main des approches de construction adaptative de modèle de substitution (également codées en python et s'appuyant sur la bibliothèque SMT [6])
- Prise en main des outils hautes fidélités CFD et CSM (codes internes)

- Intégration des modèles de substitution à FAST-OAD en collaboration avec l'équipe de développement
- Application à l'optimisation d'un concept d'avion à ailes haubanées étudié dans le projet européen Clean Aviation.
- Evaluation des performances de l'approche proposée.

[1] David, C., Delbecq, S., Defoort, S., Schmollgruber, P., Benard, E., & Pommier-Budinger, V. (2021). From FAST to FAST-OAD: An open source framework for rapid Overall Aircraft Design. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1024, No. 1, p. 012062). IOP Publishing.

[2] Berthelin, G., Dubreuil, S., Salaün, M., Bartoli, N., & Gogu, C. (2022). Disciplinary proper orthogonal decomposition and interpolation for the resolution of parameterized multidisciplinary analysis. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 123(15), 3594-3626.

[3] Cardoso, I., Dubreuil, S., Bartoli, N., Gogu, C., & Salaün, M. (2024). Model order reduction for parameterized multidisciplinary analysis using disciplinary surrogates: application to non-linear solvers. In *AIAA SCITECH 2024 Forum* (p. 1407).

[4] Cardoso, I., Dubreuil, S., Bartoli, N., Gogu, C., & Salaün, M. (2024). Constrained efficient global multidisciplinary design optimization using adaptive disciplinary surrogate enrichment. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 67(2), 23.

[5] J. S. Gray, J. T. Hwang, J. R. R. A. Martins, K. T. Moore, and B. A. Naylor, "OpenMDAO: An Open-Source Framework for Multidisciplinary Design, Analysis, and Optimization," *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 2019.

[6] P. Saves and R. Lafage and N. Bartoli and Y. Diouane and J. H. Bussemaker and T. Lefebvre and J. T. Hwang and J. Morlier and J. R. R. A. Martins. SMT 2.0: A Surrogate Modeling Toolbox with a focus on Hierarchical and Mixed Variables Gaussian Processes, *Advances in Engineering Software*, 2024.

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

Méthodes à mettre en oeuvre :

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

Possibilité de prolongation en thèse : Non

Durée du stage : Minimum : 5 mois Maximum : 6 mois

Période souhaitée : Février/Avril – Juin/Août

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis : Mathématiques appliquées, conception avion, langage informatique (python)	Ecoles ou établissements souhaités : Dernière année école d'ingénieur en aéronautique ou généraliste, M2 mathématiques appliquées ou informatique.
---	---