

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DTIS-2024-44**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Palaiseau

Département/Dir./Serv. : DTIS NGPA

Tél. : 01 80 38 66 36

Responsable(s) du stage : Florian Dietrich

Email : florian.dietrich@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Identification et Commande des Systèmes

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

Intitulé : Allocation de commande pour une baie de moteurs de lanceur réutilisable

Sujet : Les lanceurs réutilisables sont équipés de plusieurs moteurs à ergols liquides pouvant éventuellement réaliser une poussée vectorielle. Le système propulsif complet est appelé baie multi-moteurs [1]. Cette solution offre plus de flexibilité par rapport à un moteur unique en permettant notamment un contrôle indépendant de chaque moteur (changement de point de fonctionnement ou arrêt). La redondance des actionneurs de la baie augmente la fiabilité globale du lanceur du fait d'une tolérance accrue à une défaillance moteur. Pour réaliser une consigne de guidage niveau lanceur, il est nécessaire de coordonner les différents moteurs au niveau de la baie multi-moteurs. Un module d'allocation est alors nécessaire pour fournir à chaque moteur une poussée et un braquage tuyère désiré (orientable suivant plusieurs degrés de liberté) afin de réaliser la poussée et le couple total demandé.

Le problème d'allocation d'une baie multi-moteurs peut être vu comme un problème d'optimisation. L'objectif est de déterminer la poussée et le braquage de chaque moteur pour satisfaire au mieux la consigne de guidage niveau lanceur tout en tenant compte des contraintes de la baie. Ces contraintes sont par exemple de type saturations : les poussées sont modulables dans une certaine plage et la géométrie de la baie limite le braquage maximal des tuyères.

Des premiers travaux ont été effectués à l'ONERA pour traiter ce problème. Des outils algorithmes d'optimisation non-linéaire ont d'abord été utilisés, mais ceux-ci ne disposent pas des garanties de convergence suffisante pour être embarqué à bord [1]. Par la suite, une reformulation du problème sous forme convexe [2] et l'utilisation de solveur dédiés ont permis d'améliorer ces garanties. Cependant, certaines contraintes non-convexe ont dû être convexifiées, ce qui peut conduire à des solutions sous-optimales. Afin de palier à ce problème, l'objectif du stage est d'utiliser une méthode d'optimisation convexe séquentielle pour traiter ces contraintes non-convexe. Cette approche itérative consiste à résoudre une suite de sous-problèmes convexes dont les solutions convergent vers la solution du problème non-convexe.

Le déroulé du stage est le suivant : prise en main des techniques d'optimisation par convexification séquentielle, modélisation du problème d'allocation d'une baie multi-moteurs, implémentation et résolution numérique du problème d'optimisation, rédaction d'un rapport de synthèse. En fonction de l'avancée des travaux, des contraintes supplémentaire du type interactions de jets pourront être considérés, ainsi que le calcul des consignes de guidage réalisable.

Un dossier de candidature contenant CV, lettre de motivation et relevés de notes récents est à envoyer à tous les responsables du stage à l'adresse mail indiquée.

[1] Murata, R. et al. "Optimal reconfigurable allocation of a multi-engine cluster for a reusable launch vehicle." (2022).

[2] Boyd, S. P., & Vandenberghe, L. (2004). Convex optimization. Cambridge university press.

[3] Conn, A. R., Gould, N. I., & Toint, P. L. (2000). Trust region methods. Society for Industrial and Applied Mathematics.

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

Méthodes à mettre en oeuvre :

- | | |
|---|--|
| <input 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 : **Non**

Durée du stage : Minimum : 5 Maximum : 6

Période souhaitée : Février - Septembre 2023

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :

Optimisation numérique

Matlab, Python ou Julia

Ecoles ou établissements souhaités :

Ecole d'ingénieur ou Master 2 spécialisé en mathématiques appliquées