



# Contrôle actif tolérant aux pannes des avions pour l'atténuation du flottement en présence de défauts des surfaces de contrôle

Gouzien

Mattéo

1<sup>ère</sup> année

DTIS / IDCO

Mail : matteo.gouzien@u-bordeaux.fr

Tél. : 0783724742

**Directeur(s) de thèse** (nom, prénom, institution) David Henry, IMS

**Encadrant(s) ONERA** (nom, prénom, dépt/unité) Sergio Waitman, DTIS / IDCO

**Site** Toulouse

**Thèse financée par** Onera (50%) et la Région Nouvelle Aquitaine (50%)

**Mots clés :** Contrôle, Flottement, Tolérance aux fautes, Automatique, Interaction fluide-structure

## Contexte

L'objectif visé est la réduction des dispositifs de rigidification des structures souples, donc une réduction du poids, ce qui implique une réduction de consommation de carburant. Cela permettrait d'augmenter le rendement énergétique et les performances de vol d'un aéronef, offrant la possibilité d'une motorisation hybride pour l'aviation lourde, et une solution bas-carbone pour l'aviation légère.

## Objectifs Scientifiques

Les travaux de recherche visent à développer des solutions basées modèles, tolérantes aux défauts de surface de contrôle, pour un contrôle optimal global des performances d'un aéronef, sous contrainte d'évitement du phénomène de flottement. Les résultats obtenus seront validés sur la plateforme de simulation numérique du drone FLEXOP (Flutter Free FLight Envelope eXpansion for ecOnomical Performance improvement).

## Démarche, déroulement et principaux résultats obtenus

L'approche proposée est l'approche dite supervisée basée sur la théorie du « temps de séjour » («dwell-time» noté  $\tau_D$ ) présentée dans [1] (figure 1). Cette approche aborde le problème de diagnostic de panne comme un problème d'estimation de modes de fonctionnement et non de défauts. La tolérance aux pannes est assurée par un contrôleur (linéaire) multivariable.

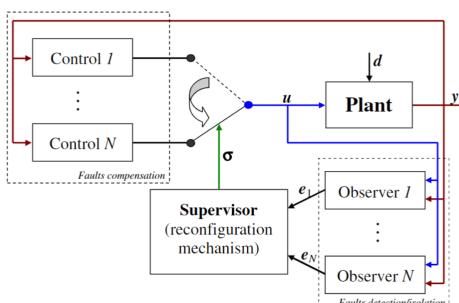


FIGURE 1 – Approche dite supervisée (image issue de [1])

Les avantages de la méthode sont doubles :

- Preuve théorique que la solution proposée est optimale de façon globale (prise en compte des interactions/dynamiques partagées).
- Stabilité (exponentielle) garantie, et ce même face aux erreurs de décision de l'algorithme de diagnostic de pannes (fausses alarmes).

## Perspectives

Les contributions envisagées sont les suivantes :

- Preuve théorique de stabilité globale avec l'utilisation d'estimateurs généralisés ( $H_\infty$ ,  $H_\infty$  structurée, IQC).
- Proposition d'une technique de calcul du dwell time plus efficace → minimisation de  $\tau_{D_{\text{calculé}}} - \tau_{D_{\text{réel}}}$ .
- Extension au cas non linéaire via une formulation équivalente LPV.

La méthode finale sera appliquée au simulateur FLEXOP (figure 2) pour le design d'une loi de commande du phénomène de flottement, tolérante aux fautes de surfaces de contrôle [2]. Des essais en vol sont également envisagés.



FIGURE 2 – Démonstrateur FLEXOP (image issue de <https://cordis.europa.eu/project/id/636307/reporting>)

## Bibliographie sommaire

- [1] D. Efimov, J. Cieslak et D. Henry, Supervisory fault-tolerant control with mutual performance optimization, International Journal of Adaptive Control and Signal Processing, 27, pp. 251-279 (2013)
- [2] S. Waitman, A. Marcos,  $H_\infty$  Control design for active flutter suppression of flexible-Wing unmanned aerial vehicle demonstrator, Journal of Guidance, Control, 43, pp. 656-672 (2020)