



# Contrôle optimal et planification de trajectoire pour le guidage des systèmes aérospatiaux

Soutenance d'Habilitation à Diriger des Recherches – Bruno Hérissé  
17 mars 2023 – 10h

ONERA Palaiseau - salle Marcel Pierre

Devant le jury composé de :

Nicolas Petit	Rapporteur	Professeur, Mines Paris PSL
Jean-Baptiste Pomet	Rapporteur	Directeur de Recherche, INRIA
Hasnaa Zidani	Rapporteur	Professeur, INSA Rouen Normandie
Jean-Baptiste Caillaud	Examineur	Professeur, Université Côte d'Azur
Yacine Chitour	Examineur	Professeur, Université Paris-Saclay
Frédéric Jean	Examineur	Professeur, ENSTA Paris
Emmanuel Trélat	Examineur	Professeur, Sorbonne Université

## Résumé

Dans la boucle de Navigation-Guidage-Pilotage des systèmes aéronautiques et spatiaux, le guidage porte spécifiquement sur la commande du centre de masse du véhicule. En raison de la complexité des problèmes rencontrés, une approche classique consiste tout d'abord à calculer une trajectoire de référence par méthode d'optimisation. Un algorithme d'asservissement est ensuite appliqué pour suivre cette trajectoire. Bien que simple à mettre en œuvre et peu coûteuse en calculs, cette technique n'autorise aucun imprévu (e.g. un changement d'objectif ou une déviation de trajectoire due à la présence de fortes incertitudes). Une première partie des travaux présentés dans cette HDR porte sur l'étude de nouveaux algorithmes de guidage permettant de conserver optimalité et robustesse dans de tels cas. Pour cela, les méthodes du contrôle optimal sont utilisées afin d'analyser la structure de la commande et les méthodes numériques de tir indirect et de continuation sont combinées pour obtenir un algorithme embarqué. Ces développements ont été appliqués à des problèmes d'interception de cible et à des problèmes de retour de lanceurs réutilisables.

Une deuxième partie des travaux se concentre sur des problèmes de planification de trajectoire et de commande en environnement fortement contraint pour lesquels les techniques de contrôle optimal utilisées seules sont impossibles à mettre en œuvre (e.g. en présence d'obstacles ou de forts aléas). Des méthodes probabilistes sont utilisées avec des méthodes de contrôle optimal pour la planification de trajectoire d'un drone. Dans le problème de navigation par corrélation de terrain, une méthode de commande prédictive robuste basée sur un formalisme stochastique a été développée pour pallier le problème de couplage entre l'estimation et la commande. Des travaux en cours proposent d'approximer des problèmes de contrôle stochastique réputés insolubles pour générer de manière efficace des trajectoires robustes à des aléas.

## Mots clés

Guidage des systèmes aérospatiaux, contrôle optimal, planification de trajectoire