



# Optimal Control of Aerospace Systems with Control-State Constraints and Delays

Soutenance de thèse – Riccardo BONALLI

**13/07/2018**

Palaiseau

## Devant le jury composé de :

M. Jean-Baptiste Pomet, Directeur de Recherche INRIA - Rapporteur  
Mme. Hasnaa Zidani, Professeur à ENSTA ParisTech - Examineur  
M. Jean-Michel Coron, Professeur à Sorbonne Université (Paris 6) - Examineur  
M. Nicolas Petit, Professeur à MINES ParisTech - Examineur  
M. Jean-Baptiste Caillau, Professeur à l'Université Côte d'Azur - Examineur  
M. Emmanuel Trélat, Professeur à Sorbonne Université (Paris 6) - Directeur de thèse  
M. Bruno Hérissé, Ingénieur de Recherche ONERA (DTIS) - Encadrant  
M. Romain Pepy, MBDA - Invité

## Résumé

Dans ce travail, on s'est concentré sur le guidage optimal en temps réel de véhicules lanceurs, avec comme objectif, de développer un algorithme autonome pour la prédiction de stratégies de contrôle optimal, basé sur les méthodes indirectes, et capable de s'adapter à tout changement imprévu de scénario. Pour cela, tout d'abord nous fournissons une analyse géométrique précise dans le cas de contraintes mixtes, pour obtenir un cadre bien posé, et donc, appliquer correctement les méthodes indirectes. L'intégration numérique du problème est proposée par une combinaison efficace des méthodes indirectes avec des procédures d'homotopie, en améliorant, ainsi, à la fois robustesse et vitesse de calculs. De plus, nous améliorons le modèle dynamique en considérant des retards. Plus précisément, nous introduisons un cadre rigoureux d'homotopie pour résoudre des problèmes de contrôle optimal avec retards, à l'aide des méthodes indirectes. Nos contributions ont rendu possible le développement d'un logiciel automatique, propriété de l'ONERA, pour des applications réalistes dans le cadre de véhicules lanceurs, focalisé, en particulier, sur des scénarii d'interception optimale.

## Mots clés

Contrôle optimal non linéaire, Contrôle géométrique, Contraintes sur le contrôle et sur l'état, Retards sur le contrôle et sur l'état, Méthodes de tir, Méthodes d'homotopie et de continuation, Guidage optimal, Véhicules lanceurs endo-atmosphériques, Missiles intercepteurs.