



Soutenance de thèse – Manueco Lucas

## **Étude de la prévision des efforts aérodynamiques sur des configurations nouvelles de lanceurs spatiaux**

**Mardi 23 novembre 2021 à 14h**  
**salle AY-02-63 sur le centre ONERA de Chalais-Meudon.**

Le format est **hybride présentiel/distanciel**.  
Le lien JITS Meet est le suivant : [rdv.onera.fr/SoutenanceManuecoLucas](https://rdv.onera.fr/SoutenanceManuecoLucas)  
(*Configuration recommandée : navigateur Chrome*)

**Devant le jury composé de :**

**Examineurs :**

Héloïse Beaugendre, Maître de Conférence, Inria Bordeaux - Sud-Ouest,  
Jean-Camille Chassaing, Professeur, Sorbonne Université,

**Rapporteurs :**

Christophe Corre, Professeur, Ecole Centrale de Lyon,  
Éric Lamballais, Professeur, Université de Poitiers,

**Directeur de thèse :**

Sébastien Deck (ONERA/DAAA-MSAT)

**Encadrant :**

Pierre-Élie Weiss, Ingénieur de recherche, ONERA,

**Correspondant CNES :**

Hadrien Lambaré, Ingénieur expert,

## **Etude de la prévision des efforts aérodynamiques sur des configurations nouvelles de lanceurs spatiaux**

Le secteur aérospatial connaît une évolution rapide et est devenu très concurrentiel. Il est donc primordial de réduire le coût de mise en orbite des charges utiles tout en garantissant leur intégrité. Dans ce contexte, la simulation numérique des écoulements turbulents contribue fortement à réduire les temps de développement des nouveaux lanceurs spatiaux. Parmi les grandeurs physiques à estimer pour concevoir des lanceurs se trouvent les charges latérales. Ces efforts instationnaires sont principalement localisés au niveau du système propulsif de l'arrière-corps où l'écoulement est caractérisé par des décollements massifs. Leur intensité et leur répartition sont fortement liées à la géométrie externe du lanceur. Afin de modéliser les détails technologiques, une approche de frontières immergées est utilisée et permet d'améliorer la prise en compte de la complexité des simulations. Néanmoins, l'étude des grandeurs pariétales et de leurs fluctuations est problématique avec ce type de méthode. Une méthode de reconstruction des grandeurs pariétales adaptée aux méthodes de frontières immergées a été développée durant ces travaux. Grâce à l'approche ZDES, deux simulations d'arrière-corps de lanceurs génériques ont été réalisées. La capacité de la méthode de reconstruction développée à prévoir les charges latérales a été évaluée. Pour finir, des améliorations de l'approche de frontières immergées ont été proposées pour la prise en compte des couches limites turbulentes à haut nombre de Reynolds. Ces développements ont permis de simuler quantitativement une configuration de missile générique en vent de travers en régime transsonique.

Mots-clés : ZDES ; Frontières Immergées ; Complexité géométrique ; Lanceurs spatiaux ; Haut Reynolds ; Lois de paroi

---

---

### **Study of the prediction of aerodynamic forces on new configurations of space launchers**

The aerospace field has witnessed a rapid evolution and has become more and more competitive. It is therefore essential to reduce the cost of putting payloads into orbit while ensuring their safety. In this context, the numerical simulation of flows contributes significantly to reduce the development time of new space launchers. Among the physical quantities to assess, the side loads must be predicted to design space launchers. These unsteady loads are localized in the vicinity of the propulsion system of the afterbody where the flow is characterized by separated zones. Their intensity and distribution are strongly related to the external geometry of the launcher. In order to model the technological details, an immersed boundary condition is used and improves the consideration of the complexity of the simulations. Nevertheless, the study of the wall quantities and their fluctuations is problematic with such methods. A reconstruction method for the wall quantities adapted to the immersed boundary conditions has been developed during this work. Thanks to the ZDES approach, two simulations of generic launcher afterbodies have been performed. The ability of the developed reconstruction method to predict side loads has been evaluated. Finally, improvements of the immersed boundary condition have been proposed to take into account turbulent boundary layers of high Reynolds numbers flows. These developments have allowed to simulate a generic missile configuration in cross-wind condition in a transonic regime.

Keywords : ZDES ; Immersed Boundary Conditions ; Geometric complexity ; Space launchers ; High Reynolds ; Wall Model