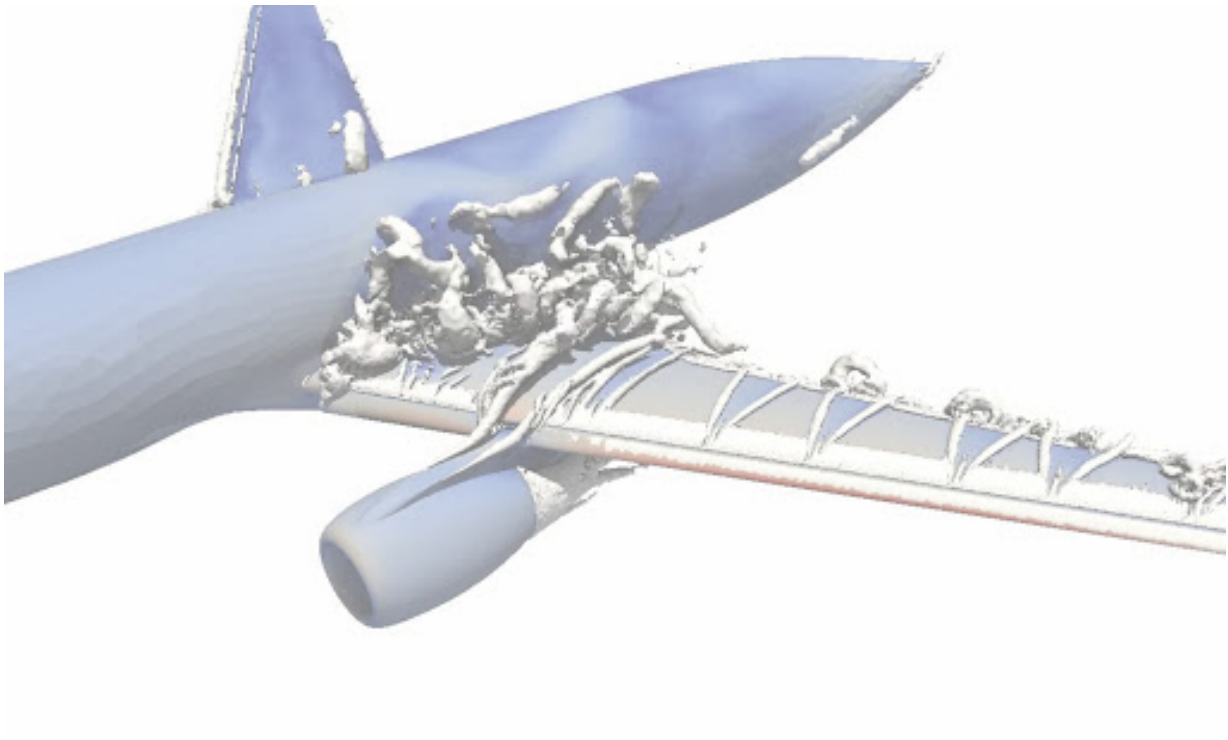


# Méthodes numériques pour la révolution digitale des jumeaux numériques: de la modélisation multi-physique haute fidélité aux modèles réduits pour l'ingénierie

Andrea Brugnoli  
Docteur ISAE-Supaéro 2020  
Ingénieur ISAE-Supaéro 2017

Dossier de candidature au prix de la fondation Jean-Jacques et Félicia Lopez-Loreta pour l'excellence académique



Source: [FEniCS-HPC website](#)

# 1 Contexte et Objectifs du projet

## 1.1 Le candidat

La technologie, les sciences et leur impacte sur l'humaine m'ont toujours intéressé. C'est pour cela que j'ai opté pour un baccalauréat littéraire avec option informatique (obtenu en 2011 à Vérone, Italie). Après mon baccalauréat<sup>1</sup>, j'ai obtenu une licence en ingénierie mécanique du Politecnico de Milan. Pendant la première année du master en ingénierie Spatiale, j'ai décidé de partir à l'étranger et j'ai choisi d'effectuer un double diplôme à l'ISAE-Supaéro. J'ai pu approfondir mes connaissances en automatique grâce à un master recherche en collaboration avec Supélec/Université Paris Saclay, ainsi que mes compétences en mathématiques appliquées à travers un parcours spécialisé. Mon intérêt pour les systèmes dynamiques et la simulation m'a amené au centre national d'études spatiales (CNES) pour mon stage de fin études, où j'ai effectué des simulations intensives sur le supercalculateur.

J'ai donc décidé de poursuivre un doctorat de recherche dans l'automatique et les mathématiques appliquées (calcul numérique). Ma thèse a été financée dans le cadre d'un projet européen financé par l'agence nationale de la recherche (ANR) et la Fondation allemande pour la recherche (DFG). Le projet consistait à utiliser un formalisme mathématique capable de traiter d'une manière unifiée les problèmes multi-physique. Mon travail était centré sur la modélisation et discrétisation des structures flexibles minces, très utilisées dans l'aéronautique (cf. Fig 2). Mes travaux de thèse ont été présentés devant un jury international (Thomas Hélie, directeur de Recherches DR2 au CNRS, Yann Le Gorrec, Professeur ENSMM et Alessandro Macchelli, professeur associé à l'Université de Bologne) et ont été diffusés à travers des conférences internationales et 5 articles de revue [1, 2, 3, 4, 5].

Ma forte curiosité envers le sujet de ma thèse, ne m'a pas abandonné dans la suite. C'est pour cela que j'ai décidé de continuer en Post-Doc à l'Université de Twente, dans le cadre d'une subvention du conseil de la recherche européen (ERC) attribuée à Stefano Stramigioli. Le projet vise à étendre la compréhension de mécanismes physiques sous-jacents le vol biologique (en particulier les oiseaux). Mon rôle consiste à mettre en place des algorithmes numériques capables de reproduire fidèlement la structure physique du problème.

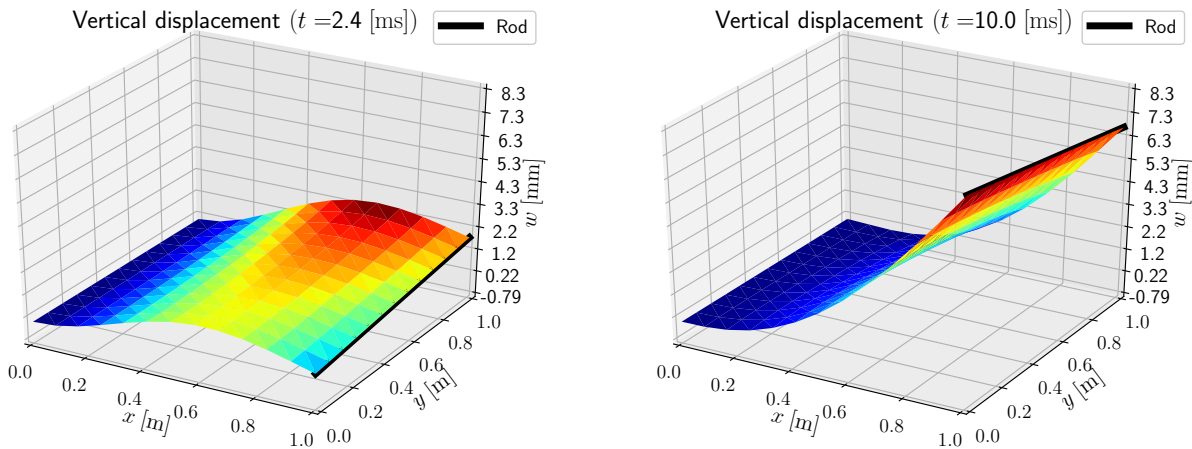


Figure 2: Simulation d'une plaque mince connectée à une poutre rigide.

<sup>1</sup>En Italie il est possible d'accéder aux universités scientifiques après un Bac. L.

## 1.2 Contexte

## 1.3 Le projet

# 2 Organisation du projet et mise en œuvre

## 2.1 Partenariats académiques et retombées industrielles

## 2.2 Le plan

## 2.3 Budget

## References

- [1] A. Brugnoli, D. Alazard, V. Pommier-Budinger, and D. Matignon. Port-Hamiltonian formulation and symplectic discretization of plate models. Part I: Mindlin model for thick plates. *Applied Mathematical Modelling*, 75:940 – 960, Nov 2019. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2019.04.035>.
- [2] A. Brugnoli, D. Alazard, V. Pommier-Budinger, and D. Matignon. Port-Hamiltonian formulation and symplectic discretization of plate models. Part II: Kirchhoff model for thin plates. *Applied Mathematical Modelling*, 75:961 – 981, Nov 2019. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2019.04.036>.
- [3] A. Brugnoli, D. Alazard, V. Pommier-Budinger, and D. Matignon. Port-Hamiltonian flexible multibody dynamics. *Multibody System Dynamics*, 51(3):343–375, Mar 2021. <https://doi.org/10.1007/s11044-020-09758-6>.
- [4] A. Brugnoli, D. Alazard, V. Pommier-Budinger, and D. Matignon. A port-Hamiltonian formulation of linear thermoelasticity and its mixed finite element discretization. *Journal of Thermal Stresses*, 44(6):643–661, 2021. <https://doi.org/10.1080/01495739.2021.1917322>.
- [5] A. Brugnoli, G. Haine, A. Serhani, and X. Vasseur. Numerical approximation of port-hamiltonian systems for hyperbolic or parabolic pdes with boundary control. *Journal of Applied Mathematics and Physics*, 9:1278–1321, 2021. <https://doi.org/10.4236/jamp.2021.96088>.