

Soutenance de thèse

Miguel AGUIRRE soutiendra sa thèse de doctorat, préparée au sein de l'équipe d'accueil doctoral ISAE-ONERA EDyF et intitulée «*Analyse exergétique des aéronefs innovants avec couplage aéro-propulsif*»

Le 18 février 2022 à 10h00, salle des thèses de l'ISAE-SUPAERO

devant le jury composé de

M. Xavier CARBONNEAU	Professeur ISAE-SUPAERO	Directeur de thèse
M. Georg EITELBERG	Professeur TU DELFT	Rapporteur
M. Éric LAURANDEAU	Professeur École Polytechnique de Montréal	Rapporteur
M. Jacques BOREE	Professeur ISAE-ENSMA	
M. Sébastien DUPLAA	Professeur ISAE-SUPAERO	Co-directeur de thèse
M. Andy TURNBULL	Ingénieur Safran	

Résumé : Ce travail présente le développement d'une formulation exergétique réduite au sillage, adaptée à l'analyse aérodynamique de configurations ayant un fort couplage aéro-propulsif. Cette formulation est basée sur le travail d'Arntz (formulation exergétique utilisant un plan de sondage de taille infinie qui est bien adaptée pour l'analyse des simulations aérodynamique computationnelles par CFD) et combinée avec des méthodes classiques de champ lointain afin de réduire la zone d'étude au sillage. L'intérêt de cette réduction de la zone d'étude est double : d'un part, cela autorise une validation expérimentale de l'étude aéro-propulsif. D'autre part, cette réduction au sillage offre une compréhension très puissante de la physique et permet aussi de décomposer tous les mécanismes de génération de pertes aérodynamique. Ainsi, cette décomposition permet d'établir une comptabilité des phénomènes aéro-propulsifs pour des configurations avion complexes, ayant un fort couplage, ce qui est très utile pour le design d'un avion. La deuxième partie de la thèse vise à récolter des données expérimentales (essais en soufflerie) d'une configuration avion type multifan, ayant un très fort couplage aéro-propulsif. Une maquette simplifiée de cet avion a été testée, tout en réalisant des mesures de sillage par PIV et sonde cinq trous, ainsi que des mesures de balance. Cette base de données a été utilisée pour valider expérimentalement la nouvelle formulation exergétique. Aussi, elle a été utilisée pour établir un modèle aéro-propulsif en utilisant une analyse aérodynamique classique, suivi d'une analyse exergétique complémentaire qui a fourni information de design très utile et qu'aucune méthode existante permet de le faire.

Mots-clés : Aérodynamique, Propulsion, Soufflerie, Performance, Exergie, Sillage

Summary: ACARE (Advisory Council for Aviation Research and Innovation in Europe) set targets in terms of reducing CO2 emissions and noise levels for the 2050s. In order to meet these goals, new concepts are considered for future aircraft and propulsion systems design, among which we see the occurrence of configurations with aero-propulsive coupling. In parallel, several methods of aerodynamic and performances analysis have been developed in order to face this challenge. Indeed, the usual methods treat the subsystems independently of each other and cannot, by construction, take into account the coupling effects of the subsystems. So, the two most suitable methods for the study of coupled configurations are the so-called 'Power Balance' and 'energy efficient' methods. The first is based on a mechanical approach and the second on an energy approach. However, these

methods have several limitations and are still maturing. Based on the observation that current methodologies are not adapted to the study of potential future propulsive architectures, the heart of the thesis activity is to explore and develop a global exergy method of analysis and design of a strongly coupled system. While until now, the subsystems are studied separately (engine on one side and airframe on the other, for example), the method proposed here will make it possible to study the entire system from the design phase by identifying and clearly quantifying the physical phenomena responsible for exergy destruction. The goal of the thesis is first to solve the limitations of exergy analysis, then to test these developments on innovative aircraft configurations. The proposed approach is very general and becomes of great interest for the analysis and design of many transport vehicles: aircraft (civil and military), helicopter, automobile, submarine.

Keywords: Aerodynamics, Propulsion, Wind Tunnel, Performance, Exergy, Wake