

Soutenance de thèse

Pierre-Thomas LAURIAU soutiendra sa thèse de doctorat, préparée au sein de l'équipe d'accueil doctoral ISAE-ONERA EDyF et intitulée « *Caractérisation de la performance aérodynamique d'un étage de turbine radiale à géométrie variable, en fonctionnement hors-adaptation* »

Le 1^{er} février 2019 à 14h00, Amphi 2 (ISAE-SUPAERO)

devant le jury composé de

M. Nicolas BINDER	Professeur ISAE-SUPAERO	Directeur de thèse
M. Xavier CARBONNEAU	Professeur ISAE-SUPAERO	Co-directeur de thèse
Mme Christelle PERILHON	Maître de conférences CNAM	Rapporteur
M. José GALINDO	Professeur Universitat Politècnica de València	Rapporteur
M. Gérard BOIS	Professeur ENSAM	
M. Stéphane GUILAIN	Ingénieur Renault	
M. Mathieu ROUMEAS	Ingénieur Liebherr-Aerospace Toulouse	

Résumé :

Cette étude intervient dans le contexte d'une « électrification » des systèmes de conditionnement d'air, entreprise par l'équipementier aéronautique LTS. La turbine radiale centripète est dorénavant munie d'une section d'injection variable (SIV). Face à la chute de performance constatée, il est nécessaire de caractériser les effets d'intégration du mécanisme SIV sur le comportement de la turbine, et de proposer des solutions pour améliorer ses performances. Pour répondre à ces enjeux, l'approche proposée dans ce manuscrit débute par un positionnement précis des présents travaux de thèse ; trois voies d'amélioration des performances sont dégagées. La première piste est une contribution au prédimensionnement des turbines radiales à géométrie variable. La deuxième voie d'amélioration est une caractérisation expérimentale et numérique des effets de jeu du distributeur. Le troisième examen spécifique est dédié au contrôle des mécanismes de pertes, via une réduction des interactions instationnaires entre le stator et le rotor. Enfin, les différents résultats obtenus sont synthétisés pour tenter de répondre favorablement à la problématique industrielle.

Mots-clés : Aérodynamique interne, Hors-adaptation, Turbine radiale, Méthodes expérimentales et numériques

Summary:

The technological mutation of transport in general and aeronautics in particular, engaged to the European level, leads to an evolution of more economical and fuel-efficient aircrafts. It strongly impacts the environmental control systems by a partial electrification which does not need an air bleeding on the engine anymore. Then it is necessary to insure a large output range through the turbine, element of the turbomachine which forms the heart of the air conditioning « pack », while providing the maximum amount of possible power on the whole range. The classical turbine stage cannot insure the specified output range. Then it is replaced by a variable geometry radial inflow turbine. This turbine stage has to function from the maintenance phase on the ground (weak output, strong expansion ratio) to the en route phase (strong output, weak expansion ratio). It also has to guarantee its role during the others phases of flight and in case of multiple failures power. So the

problematic is to design a turbine such that its geometry varies in operation and adapt itself to the changing operating with the best possible efficiency on the widest possible range. Thus it is primordial to understand beforehand the complexity of flows for this kind of geometry, and how the variable geometry device affects the flow topology in the turbine stage. In particular, the presence of clearances in the static parts of the stage creates a vortex perturbation upstream from the rotor. The impact of this perturbation on the main flow, its interaction with secondary flows, must be detailed. The influence of the perturbation localisation, its intensity, must be analysed, in the complex variable geometry context. The understanding of phenomenon involved and responsible for the downgrade of performance in the turbine stage, will allow defining a specific strategy of design. The improvement of performance for the turbine will enable to restrict the required power on the electrical engine for limiting the on board weight, and then the fuel consumption. The selected methodology to broach this problematic, is divided into four parts. Firstly, a bibliographic part in order to appropriate physics phenomenon related to the flow in a variable geometry turbine will be conducted, together with a state of art about the different existing technological solutions. Secondly, some numerical simulations will be set to propose a methodology of robust calculations for performance prediction and, to discriminate different design options. The third step consists in an experimental phase representing the main work of the thesis. It will consist in the definition of a specific module instrumented for tests representative of the turbine on aircraft functioning. It will provide a database for analysing the flow and validating the numerical simulations, and to quantify the effects of integration. These numerical and experimental studies will be led jointly, such that the general analysis takes advantage of complementarity of both approaches. The last step of this study aims at conditioning the results achieved and the know-how for industrial application.

Keywords: Radial turbine, Experimental and numerical methods, Internal aerodynamic, Off-design