

Soutenance de thèse

Florian HERMET soutiendra sa thèse de doctorat, préparée au sein de l'équipe d'accueil doctoral ISAE-ONERA EDyF et intitulée «*Simulation des transitoires violents et écoulements pulsés dans des turbines*»

Le 21 janvier 2021 à 14h00, Amphi 1 - ISAE-SUPAERO

devant le jury composé de

M. Pascal CHESSE	Professeur École Centrale de Nantes	Rapporteur
M. Nicolas BINDER	Professeur ISAE-SUPAERO	Directeur de thèse
M. Jérémie GRESSIER	Professeur ISAE-SUPAERO	Co-directeur de thèse
M. Abdellah HADJADJ	Professeur INSA de Rouen	Rapporteur
M. José GALINDO	Professeur Universitat Politècnica de València	
M. Olivier DOMERCQ	Ingénieur SAFRAN	

Résumé : Afin d'atteindre les objectifs ambitieux fixés par l'ACARE pour 2050, les industriels de l'aéronautique songent à des technologies en rupture de celles actuelles. La modification du cycle thermodynamique de la turbine à gaz est une des solutions envisagées. En vue d'augmenter sensiblement le rendement thermique théorique d'une turbine à gaz, la traditionnelle combustion isobare (cycle de Brayton-Joule) peut être remplacée par une combustion effectuée de façon isochore (cycle de Humphrey). La difficulté majeure de cette technologie est de passer d'éléments alimentés par un flux continu à un flux pulsé. Dans une telle configuration, la turbine est sujette à une forte instationnarité de ces conditions d'entrée. Ainsi, le bénéfice théorique des systèmes isochores ne peut être envisagé que si les performances de la turbine, sous ces conditions d'alimentation si particulières, sont maîtrisées. Les écoulements pulsés dans les turbines sont étudiés depuis de nombreuses années dans le domaine automobile sur des géométries radiales. Cependant, l'influence de ces écoulements sur les performances d'une turbine reste toujours très difficile à appréhender en raison de la complexité de la physique de l'écoulement et des géométries. Un approfondissement de la connaissance de ces phénomènes physiques impose de revenir à des situations académiques sur lesquelles la compréhension de l'écoulement est plus aisée. C'est dans cette problématique que s'inscrivent les travaux de thèse qui visent à clarifier, grâce à la simulation numérique, le comportement d'une turbine soumise à de fortes variations de ces conditions d'entrée. % Une compréhension plus approfondie de ces phénomènes physiques impose de revenir à des situations académiques sur lesquelles la compréhension de l'écoulement est plus aisée. % La complexité de l'écoulement impose toutefois de revenir à des situations académiques afin de tenter d'enrichir la compréhension de ces écoulements. % Cela exige de revenir à des situations académiques afin de tenter d'enrichir la compréhension de ces écoulements. % Cela impose de revenir à des situations académiques afin de tenter d'enrichir la compréhension de ces écoulements. L'approche proposée dans ce manuscrit s'articule alors autour de trois parties. La première partie débute par la caractérisation des phénomènes physiques, en absence de viscosité, lors de régimes transitoires violents au sein de géométrie de complexité croissante qui tendent à s'approcher d'une cascade d'aube linéaire. Cette inspection est suivie par l'investigation du comportement transitoire d'une grille d'aube simplifiée grâce à des simulations fluide parfait. L'analyse instationnaire des efforts aérodynamiques ainsi que celle du flux d'énergie permet d'entrevoir les bénéfices des échanges de puissance instationnaires dans un rotor. La seconde partie cherche à préciser l'influence des effets de viscosité et des couches limites lors d'un régime transitoire. Des simulations aux grandes échelles de propagations d'ondes dans un canal plan sont réalisées afin de détailler l'interaction d'un front d'onde instationnaire et d'une couche limite. Deux configurations sont examinées, l'accélération d'une couche limite transitionnelle par la propagation d'une onde de choc et la décélération de cette couche limite par le biais d'une onde de détente. Enfin, des simulations aux grandes échelles de régimes transitoires dans une grille d'aube sont présentées et comparées avec des simulations fluide parfait équivalentes. L'effet des

décollements et recollements intermittents de la couche limite sur la prédiction de l'effort aérodynamique est ainsi spécifié. Finalement, des recommandations préliminaires de conception d'une turbine alimentée par un écoulement pulsé sont données dans la dernière partie du manuscrit grâce à l'exécution de plans d'expériences.

Mots-clés : Couches limites, Écoulements pulsés, Propagation d'ondes, Simulations fluide parfait, Simulations aux grandes échelles, Transitoires

Summary: The proposed work is to study various cases of internal flows with severe unsteady conditions with highly resolved numerical simulations (LES or DNS). The aim is to analyze and understand the following issues : — propagation of pressure wave and/or shock waves, — interaction with a boundary layer, — reflection and diffraction of shock waves, — identification of transient effects on guide vane compared to steady flow. The performance of blade row will be determined by the effective angle of deflection of the flow downstream the row. These flow properties will highly depend on the behavior of the boundary layer, its ability to remain attached according to the flow acceleration and the pressure gradients.

Keywords: Boundary layer, Inviscid simulations, Large-eddy simulations, Pulsed flows, Transient flows, Waves propagation