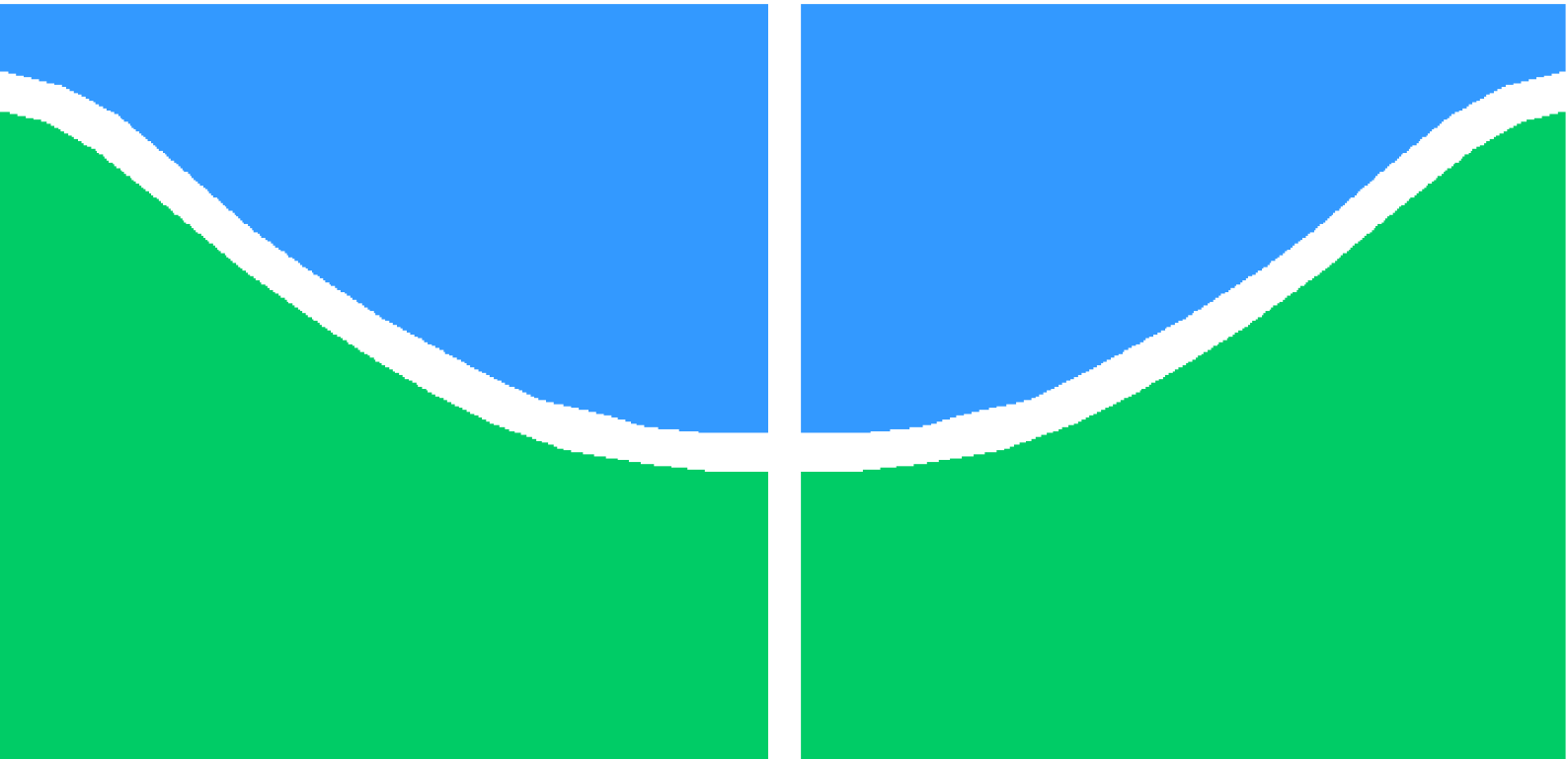




Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA
Engenharia Aeroespacial

Estudo do impacto de combustíveis sustentáveis em uma câmara de combustão de helicóptero por meio de simulação 3D

Autor: Rafael Jucá Pinheiro
Orientador: Dr. Sébastien R.M.J. Rondineau

Brasília, DF
2024



COURRIER D'ACCOMPAGNEMENT

RAPPORT DE STAGE de M. JUCA PINHEIRO Rafael

Objet : Rapport de stage de M. JUCA PINHEIRO

Madame, Monsieur,

Nous vous prions de trouver ci-joint un exemplaire du rapport de stage de M. **JUCA PINHEIRO Rafael**, stagiaire dans notre Société du 2 avril 2024 au 26 septembre 2024.

Compte tenu de la nature du sujet traité et des informations qu'il contient, Safran Helicopter Engines ne souhaite pas que cette étude soit diffusée au-delà d'un cercle très restreint de personnes. Nous avons donc décidé de classer ce rapport en « C2-Confidential ».

Cette disposition implique :

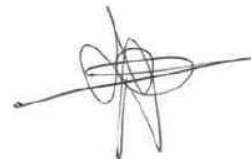
- discrétion et réserves de la part des professeurs qui auront connaissance de cette étude
- l'interdiction absolue de reproduction de tout ou partie du document.
- la restitution de l'ensemble des exemplaires à l'issue de la soutenance
- l'interdiction de conserver le rapport sur une base de données non sécurisée

Nous vous rappelons que ce document et les informations qu'il contient sont de la propriété de Safran. Ils ne doivent être ni copiés, ni communiqués à un tiers sans autorisation préalable et écrite de Safran.

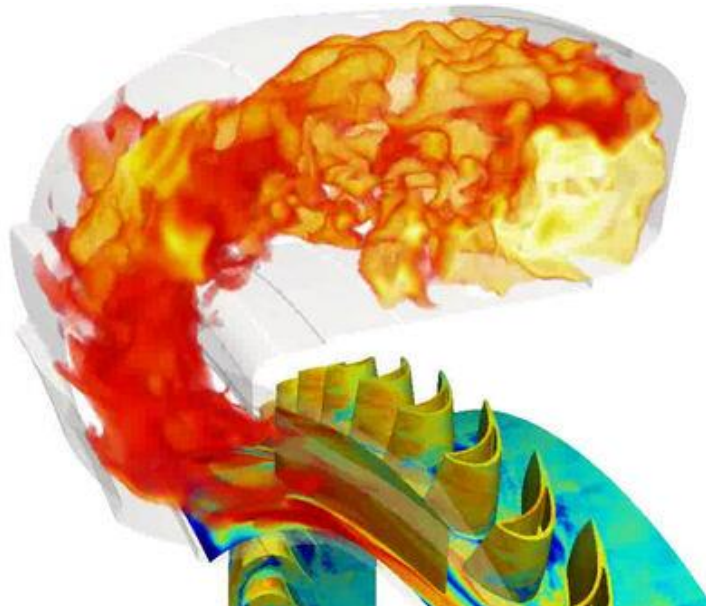
Dans cette attente, recevez l'expression de notre considération distinguée.

Fait à BORDES , le
25/09/2024

Anthony Robert



3D simulation of the impact of sustainable fuels on the performance of a combustion chamber



Example of 3D combustion simulation in a helicopter combustion chamber ©SAFRAN, CERFACS.

Intern: Rafael JUCÁ PINHEIRO

Internship mentors at the company: Anthony ROBERT, Stéphane RICHARD

Internship mentor at INSA: Frédéric GRISCH

Safran Helicopter Engines

Avenue Joseph Szydlowski

64511 Bordes

April 2, 2024 – September 27, 2024

1 Abstract

1.1 English

The present study aims at analyzing certain properties influencing the impact of the use of Sustainable Aviation Fuels (SAF) on the performance of a helicopter combustion chamber. This analysis, realized computationally, made use of the Large Eddy Simulation (LES) approach and a two-step reduced chemical kinetics model. The simulations undertaken during this internship were of type “lean blowout” (LBO), as they reproduce the lean blowout experiments of the VOLCAN project, where the injected fuel mass flow rate is progressively reduced until engine shutdown, and the lower the fuel mass flow rate at shutdown, the better the engine operability. Initially, this study focused on the use of a recently developed reduced kinetic model for kerosene. Secondly, several physical and chemical parameters were modified to reproduce the behavior of a SAF in a lean blowout simulation. Finally, the results obtained in this study enable more systematic studies on SAF and their more rapid implementation on helicopter engines.

1.2 Français

La présente étude a pour but d’analyser certaines propriétés influençant l’impact de l’utilisation des carburants d’aviation durables (SAF) sur la performance d’une chambre de combustion d’hélicoptère. Cette analyse, réalisée numériquement avec le solveur AVBP, a fait l’objet d’une approche de simulation aux grandes échelles (LES) et d’un schéma de cinétique chimique réduit à deux étapes ont été utilisés. Les simulations réalisées au cours de ce stage sont du type « extinction » (LBO), car elles reproduisent les essais d’extinction du projet VOLCAN, où le débit de carburant injecté est progressivement baissé jusqu’à l’extinction du moteur, et plus le débit de carburant à l’extinction est faible, mieux en termes d’opérabilité. Dans un premier temps, cette étude s’est concentrée sur l’utilisation d’un schéma cinétique réduit développé récemment pour le kérosène. Dans un second temps, des paramètres physiques et chimiques ont été modifiés pour reproduire le comportement d’un SAF lors d’un calcul extinction. Finalement, les résultats obtenus dans cette étude ouvrent la voie pour plus d’études systématiques sur les SAF et leur implémentation plus rapide dans les moteurs d’hélicoptère.

2 Keywords

- Large Eddy Simulations (LES)
- Lean Blowout (LBO) limit
- Sustainable Aviation Fuels (SAF)
- Auto-ignition delay
- Two-step reduced chemistry

3 Remerciements - Acknowledgements

Je tiens à remercier mes deux encadrants de stage en entreprise, Anthony Robert et Stéphane Richard, qui m'ont guidé au cours de ce stage, inscrit dans un sujet à la pointe des recherches académiques sur la simulation numérique des SAF. Outre que les plusieurs compétences techniques acquises dans le milieu de la simulation numérique de la combustion, les discussions face à des défis quotidiens et à des résultats allant contre nos hypothèses m'ont donné la résilience de toujours chercher les bonnes questions, et pas forcément les bonnes réponses.

Je remercie aussi à mon tuteur de stage coté école, Frédéric Grisch. Ses conseils et son encadrement, avant et pendant le stage, ont contribué à ma motivation dans les études effectuées. Un grand merci à toute l'équipe MO-MFE, de manière spéciale à Alessandro Russo et Leonor Cordeiro, qui ont fait de chaque journée une expérience conviviale.

Enfin et surtout, je suis extrêmement reconnaissant à mes parents, qui ont permis mes études en France, mais aussi à Beatriz Wang, Pedro Pompeu et toutes les autres personnes au Brésil et partout au monde qui m'ont soutenu. Je ne serais pas là sans vous.