

Sujet de thèse, rentrée universitaire 2022

Couplage modélisations physiques / réseaux neuronaux pour l'optimisation des échanges thermiques dans les chambres de combustion aéronautiques

L'augmentation des performances des moteurs aéronautiques passe par des taux de compression de plus en plus élevés, accompagnés d'une augmentation des températures. Dans ce contexte, l'optimisation du refroidissement des parois des chambres de combustion aéronautiques devient un enjeu majeur, en lien direct avec l'efficacité énergétique et la durée de vie recherchée pour les systèmes propulsifs du futur.

Les simulations numériques stationnaires (RANS) ou instationnaires (LES) reposent sur des modélisations physiques plus ou moins prédictives quand il s'agit de calibrer finement les phénomènes pariétaux. Le refroidissement par jet en impaction sur une surface ou par film fluide (« film cooling ») restent des points délicats pour les méthodes RANS qui sont aujourd'hui parties intégrantes des boucles de conception avancées chez SAFRAN AIRCRAFT ENGINES.

Les modélisations physiques basées sur l'utilisation massive de données ouvrent de nombreuses perspectives pour l'optimisation des systèmes de refroidissement, en particulier à travers les approches les plus récentes où la phase d'apprentissage d'un réseau de neurones est couplée à la résolution de systèmes différentiels représentatifs des phénomènes ciblés.¹⁻³

L'objectif de cette thèse est la mise en place d'un banc d'essai numérique simplifié utilisant des méthodes de calculs haute-fidélité (méthodes d'ordre élevées pseudo-spectrales⁴) pour simuler dans un premier temps des écoulements canoniques appliqués au film cooling et/ou à l'impact de jet. La dynamique et les propriétés statistiques des paramètres aérothermiques de ces écoulements de référence serviront à entraîner des réseaux de neurones spécialisés dans la calibration de sous-modèles pour les transferts pariétaux. Après vérification et validation de la modélisation, les réseaux neuronaux seront introduits dans les outils de simulations RANS de SAFRAN AIRCRAFT ENGINES pour contribuer à la conception de systèmes de refroidissement innovants.

Profil recherché : Diplômé.e école d'ingénieur et/ou MASTER Recherche, avec expertise en phénomènes de transfert dans les fluides

Financement : CIFRE ANRT

Équipe d'encadrement : Vincent KECIYAN (SAFRAN-AE), Guido LODATO & Luc VERVISCH (INSA Rouen Normandie, CNRS CORIA)

École doctorale : PSIME Normandie Université

Contact : luc.vervisch@insa-rouen.fr / guido.lodato@insa-rouen.fr / vincent.keciyan@safrangroup.com

1. A. Seltz, P. Domingo, L. Vervisch (2021) Phys. Fluids. 33, 013311
2. Z. M. Nikolaou, C. Chrysostomou, Y. Minamoto, L. Vervisch (2021), Flow Turbulence Combust. 106(2):331–356.
3. H.-T. Nguyen, P. Domingo, L. Vervisch, P.-D. Nguyen (2021) Energy & AI 5:100082
4. N. Tonicello, G. Lodato, L. Vervisch (2022) J. Fluid Mech. 935:A31-1-43.