

Invitation à la soutenance de thèse

Amélioration de la prévision du comportement des jets propulseurs par
l'utilisation de modèles de turbulence avancés

Desmolin Basile

26 novembre 2025

9h30

Salle de thèse de l'ISAE-Supaero
10 avenue Marc Pégégrin
31000 Toulouse

Devant le jury composé de :

Mme Isabelle VALLET	Rapporteure	Sorbonne Université
M. Jean-Philippe LAVAL	Rapporteur	CNRS - LMFL
M. Jérôme BOUDET	Examineur	Ecole Centrale de Lyon
M. Rémi MANCEAU	Examineur	CNRS - LMAP
M. Azeddine KOURTA	Examineur	Université d'Orléans
M. Emmanuel LAROCHE	Directeur de thèse	ONERA

Résumé

Les jets propulseurs sont au cœur de nombreuses applications industrielles dans les secteurs de l'aéronautique, du spatial et de la défense. Leur comportement impacte directement les performances propulsives, la consommation énergétique, le bruit généré et la durabilité des structures environnantes. Comprendre ces écoulements constitue donc un enjeu stratégique, à la fois pour améliorer les technologies actuelles et pour concevoir les systèmes de propulsion de nouvelle génération. Cependant, leur étude expérimentale se heurte à plusieurs verrous : les installations nécessaires pour reproduire des conditions réalistes sont coûteuses et certaines grandeurs, comme les contraintes de Reynolds, demeurent difficiles à mesurer avec précision. Ces limitations expliquent pourquoi la simulation numérique s'impose aujourd'hui comme un outil incontournable pour analyser et optimiser les jets propulseurs.

Parmi les approches disponibles, les méthodes RANS (Reynolds-Averaged Navier-Stokes) sont privilégiées dans l'industrie en raison de leur coût de calcul réduit. Toutefois, leur efficacité est limitée par la complexité des jets : la turbulence y est fortement anisotrope et influencée par des effets de fort cisaillement et de compressibilité que les modèles standards ne parviennent pas à reproduire fidèlement. Ces lacunes peuvent entraîner des écarts significatifs dans la prévision des champs de vitesse, de température et de pression. Pour compenser ces limites, il peut être nécessaire de recourir à des modèles de turbulence plus

avancés. Parmi eux, les modèles DRSM (Differential Reynolds Stress Models) constituent une alternative prometteuse : en transportant directement les contraintes de Reynolds, ils permettent de mieux capturer les effets d'anisotropie caractéristiques des jets propulseurs. L'objectif de cette thèse est de développer et d'enrichir ce cadre de modélisation afin d'améliorer la fiabilité des simulations.

La méthodologie proposée repose sur des simulations numériques haute-fidélité appliquées à deux configurations représentatives : un jet subsonique et un jet supersonique. Ces études visent à identifier et à comprendre les mécanismes physiques dominants de la turbulence dans ces écoulements, afin de les intégrer de manière plus réaliste dans les simulations RANS. Les enseignements obtenus servent ensuite à améliorer les modèles DRSM grâce à des ajustements spécifiquement conçus pour renforcer leur précision dans des conditions proches des applications industrielles.

Ces travaux de thèse montrent qu'en intégrant une meilleure représentation de l'anisotropie de la turbulence et en prenant explicitement en compte les effets liés aux gradients de masse volumique, les modèles DRSM améliorés réduisent significativement les écarts entre simulations et données de référence. Ces avancées offrent une alternative plus fiable aux modèles RANS classiques pour la simulation industrielle des jets propulseurs.

Mots clés

Turbulence, cisaillement, anisotropie, jet, propulsion, compressibilité, mélange, simulation, RANS, LES