

Étude numérique d'un écoulement en canal avec différents gradients de température.

Sylvain SERRA*, Françoise BATAILLE

PROMES-CNRS

Rambla de la thermodynamique, Tecnosud, 66100 Perpignan, France

* (auteur correspondant : sylvain.serra@univ-perp.fr)

L'objectif de cette étude est de simuler les effets de plusieurs gradients de température sur un écoulement turbulent. Une configuration académique, à savoir un canal plan bi-périodique, est utilisée. Les profils de vitesse et de température sont obtenus pour différents modèles de turbulence RANS et SGE proposés par Fluent et différents modèles thermiques. Les résultats sont comparés avec ceux de la littérature afin de voir si les effets thermiques sont raisonnablement pris en compte quand les contraintes augmentent.

Une étude préliminaire isotherme est réalisée afin de comparer le plus grand nombre de modèle de turbulence RANS et de lois de paroi. Malgré le fait que cette étude soit simplifiée, de part sa géométrie et les caractéristiques de son écoulement, les résultats sur les profils de vitesse diffèrent. Les profils de vitesse obtenus avec les lois de paroi standard et de non équilibre correspondent à des profils de vitesse laminaire alors que notre écoulement est turbulent. Seul les modèles RNG et RSM sans loi de paroi donnent des résultats satisfaisant. Ils seront donc utilisés pour les simulations anisothermes.

Deux études sont ensuite effectuées sur des écoulements anisothermes avec les modèles RANS validés dans l'étude préliminaire. L'une avec un faible écart de température $T_2/T_1 = 1,07$ et l'autre avec un grand écart $T_2/T_1 = 2$. L'objectif est d'identifier si les effets des gradients de température sont pris en compte dans les simulations. Par comparaison avec les données de la littérature, on observe que les profils de vitesse pour le faible écart de température sont tous bons sauf ceux obtenus avec les équations compressibles qui surestiment légèrement la vitesse. Les profils de températures ne sont pas excellents mais restent correct. En revanche, les profils de vitesse et de température obtenus pour un fort gradient de température ne donne pas de bons résultats. Les erreurs commises sur les profils de vitesse et de température atteignent respectivement 35% et 11% à certain endroit du domaine. De plus, on devrait voir une dissymétrie des profils due au fort gradient de température, ce qui n'est pas le cas. Les modèles thermiques proposés dans Fluent ne permettent donc pas de correctement prendre en compte l'effet de la température sur les propriétés du fluide et leurs effets sur les profils de vitesse et de température. Plus le gradient de température est grand, plus les différences entre nos résultats et ceux de la littérature sont importantes.

Les modèles de turbulences RANS étant l'outil de modélisation d'écoulement turbulent le plus simple mais aussi le moins précis, les deux études anisothermes ont été effectuées en utilisant les modèles de SGE proposés par Fluent. On utilise les équations d'énergie calculées grâce à l'approximation de Boussinesq pour le faible écart de température et les équations d'énergie calculées à partir de la loi des gaz parfait pour le fort écart de température. Les profils de vitesse obtenus avec la SGE sont quasiment identique à ceux obtenus avec les modèles RANS, et sont par conséquent éloignés des résultats de la littérature. L'utilisation de la SGE en plus des modèles RANS montre que les modèles thermiques proposés dans le code Fluent n'arrivent pas à prendre suffisamment en compte l'influence d'un fort gradient de température sur un écoulement turbulent.