

Etude numérique de l'écoulement compressible turbulent dans une tuyère supersonique

E. Mahfoudi ^{1,3}, A. Gahmousse ² et K. Talbi ¹

¹ Département de Génie Mécanique

Université des Frères Mentouri, Constantine, Algérie

² Laboratoire d'Energétique et Turbomachines, Département de Génie Mécanique

Université Cheikh Larbi Tébessi, Tébessa, Algérie

³ Faculté des Sciences et Technologie, Université Larbi Ben M'Hidi

Ain Beida, Algérie

Résumé –

Durant le régime de détente dans les tuyères propulsives, plusieurs phénomènes physiques sont rencontrés: jet supersonique, décollement de jet, gradient de pression adverse, onde de choc, couche limite turbulente, couche de mélange fortement compressible, écoulement de retour, turbulence à grande échelle. Ces phénomènes très complexes peuvent considérablement influencer sur les performances de la tuyère. Le présent travail porte sur l'analyse physique et la simulation numérique de l'écoulement turbulent décollé dans une tuyère supersonique à contour idéal tronqué (TIC). La turbulence est modélisée par une approche statistique (FRANS) en coordonnées généralisées, en utilisant un modèle à deux équations de transport (SST-Menter). Le système d'équations régissant cet écoulement est résolu à l'aide de la méthode des volumes finis en maillage structuré. L'intégration en temps est réalisée par le schéma numérique totalement implicite de type prédicteur-correcteur de Mac-Cormack. Alors que les flux convectifs sont discrétisés grâce au schéma de Steger-Warming. Les flux visqueux sont discrétisés par un schéma centré du second ordre. Les résultats numériques obtenus ont permis de retrouver les différents phénomènes observés expérimentalement.

Abstract –

During the expansion in nozzles, several physical phenomena are encountered: supersonic jet, flow separation, adverse pressure gradient, shock wave, turbulent boundary layer, highly compressible mixing layer, return flow, large-scale turbulence. These complex phenomena can significantly affect the performance of the nozzle. This work focuses on the physical analysis and numerical simulation of turbulent separated flow in a supersonic truncated ideal contoured nozzle (TIC). Turbulence is modeled using a statistical approach (FRANS) in generalized coordinates, using a two-equation model of transport (SST-Menter). The system of equations governing the flow is solved using the finite volume method for structured grid. The time integration is performed by the fully implicit numerical scheme of predictor-corrector type of Mac-Cormack, while convective flow is discretized using the Steger-Warming scheme. The numerical results have uncovered various phenomena observed experimentally.

Mots clés:

Jet supersonique - Ecoulement turbulent - Décollement libre - Onde de choc – Modélisation - Tuyères propulsives.