

Titre : Modélisation numérique d'un écoulement turbulent confiné en aval d'une marche descendante.

Résumé

Cette étude est menée en vue de mettre en évidence numériquement par la méthode des volumes finis, les structures tourbillonnaires générées en aval d'une marche descendante par un écoulement plan confiné, pleinement turbulent d'un fluide newtonien, incompressible et aux propriétés physiques constantes. Ce type d'écoulement présente un décollement dans la section de l'élargissement qui génère une zone de recirculation délimitée par la longueur de rattachement. Cette dernière est difficile à modéliser numériquement et expérimentalement. Les simulations directes sont efficaces mais nécessitent d'importantes ressources informatiques. Elles sont réservées à des études fondamentales d'écoulements turbulents à faible nombre de Reynolds et en géométrie relativement simple.

Les calculs entrepris dans la présente étude sont fondés sur deux modèles statistiques de fermeture en un point à fort nombre de Reynolds : le modèle énergie dissipation $k-\varepsilon$ mono échelle à deux équations et le modèle énergie-flux multi-échelles à deux niveaux. La résolution numérique des équations aux variables primitives est réalisée à l'aide de la méthode des volumes finis utilisant un maillage décalé pour les composantes de la vitesse.

Les résultats obtenus à partir des deux modèles sont comparés et validés par l'expérience de Driver D.M. et Seegmiller H.L. (1985). Pour les zones très proches de la paroi, où les effets visqueux pariétaux sont dominants quelques écarts mineurs sont relevés qui sont dus aux modèles utilisés efficaces pour des écoulements à fort nombre de Reynolds. Toutefois, les modèles utilisés ont permis de simuler assez correctement l'écoulement en comparaison avec plusieurs études antérieures. Il y a lieu de souligner que le modèle de turbulence à deux échelles a permis d'améliorer considérablement les prévisions numériques par rapport au modèle $k-\varepsilon$ standard dit mono-échelle.

Le modèle multi-échelles produit des effets de retard dans les interactions turbulentes qui peuvent avoir un effet non négligeable sur les écoulements recirculés.

Mots clés : Turbulence, Marche descendante, recirculation, recollement, modélisation, volumes finis.

Title: Numerical prediction of a turbulent flow downstream of a backward facing step.

Abstract

The present work deals with recirculated structures of turbulent flow downstream a backward facing step. A numerical modelling study has been carried out using two statistical models of the turbulence: the standard $k - \varepsilon$ model and a two-scale energy-flux model. The governing equations for mean values and turbulent quantities are transport equations with elliptic space operator. They are solved using finite volume discretization method using staggered meshes for velocity components in order to prevent spurious pressure modes to develop. The well-known SIMPLE algorithm is used for pressure-velocity coupling. As usual, the source terms in the turbulence equations are linearized to guarantee the stability of the procedure. The numerical resolution of the primitive variables' equations is realized with the help of a finite volume's method including the concept of a finite volume of control. We also resorted to an economical method based on the wall functions for the treatment of the region next to the wall.

The results are compared with experimental data of Driver D.M. and Seegmiller H.L. (1985). In the near wall regions, where viscous effects are important, some minor variations are observed. This is owing to the high Reynolds number models used. However the numerical simulation of this flow is correct compared to many previous works.

The multi - scales turbulence model improved the results compared to the one scale model. The two-scales model product some delay effects in turbulent interactions which have significant effects on the recirculating flows.

Keywords : Turbulence, Backward facing step, recirculating, Reattachment, Turbulence model, finite volume.