

## Amélioration des méthodes de frontières immergées pour la simulation d'écoulements turbulents sur grilles cartésiennes

**Benjamin CONSTANT**, ONERA - Paris

**Héloïse BEAUGENDRE**, IMB - Bordeaux      **Stéphanie PÉRON**, ONERA - Paris

**Christophe BENOIT**, ONERA - Paris

Dans ce travail, nous présentons les améliorations récentes d'une méthode de frontière immergée (IBM) pour la simulation d'écoulements turbulents compressibles sur des grilles cartésiennes. L'approche proposée permet d'éliminer les oscillations parasites à la paroi sur les coefficients de pression et de frottement. Les résultats sont comparés à une approche "body fitted" utilisant la même loi de paroi et montre que la frontière immergée, en escalier, fournit une solution lisse et comparable à la solution de référence. La méthode IBM a été modifiée pour adapter au nombre de Reynolds l'emplacement des points cibles et des points de forçage impliqués dans la reconstruction de la frontière immergée et l'imposition de la loi de paroi. Cette méthode est validée pour les régimes d'écoulement subsonique et transsonique. De nouvelles méthodes adaptatives sont actuellement étudiées pour la reconstruction en champ proche des forces aérodynamiques. Les développements récents proposés ont lieu pendant les étapes de pré- et de post-traitement et visent à accroître la précision de la méthode en régime stationnaire pour des géométries industrielles dans des configurations à forte portance. L'emplacement des points de forçage est optimisé avant la simulation, avec une hauteur de modélisation adaptative et locale qui tient compte de l'évolution de l'épaisseur de la couche limite turbulente, en particulier au niveau du bord d'attaque. L'extrapolation directe de la pression à la paroi est remplacée par des reconstructions de premier et second ordre utilisant des gradients de pression normaux interpolés sur un nouvel ensemble de points images éloignés de la zone modélisée. Cette étape intervient après la simulation et empêche la dégradation de la pression à la paroi en présence de fortes courbures ou de couches limites minces lors de l'utilisation de maillages limités en nombre de mailles pour des raisons de coûts de calcul. Les derniers développements ont été validés par la simulation d'écoulements turbulents subsoniques autour du profil NACA0012 et du profil tri corps 2D (2DMEA), avec des incidences d'écoulement de quinze et seize degrés respectivement. Les coefficients de pression et de frottement sont en excellent accord avec les résultats de la littérature et le calcul des coefficients de traînée et de portance est amélioré.