



DEPARTEMENT MULTI-PHYSIQUE POUR L'ENERGETIQUE (DMPE)

Soutenance de thèse de Loïc JECKER

jeudi 15 novembre 2018 à 14 h 00 – Auditorium de l'ONERA/TOULOUSE

Titre : Prédiction de la transition bypass à l'aide d'un modèle à énergie cinétique laminaire basé sur la dynamique des modes de Klebanoff

Composition du jury :

- Tony ARTS, Professeur au VKI
- Rémi MANCEAU, Professeur à l'Université de Pau et des pays de l'Adour
- Eric GONCALVES, Professeur à l'ISAE-ENSMA
- Emma CRONER, Ingénieur de Recherche à SAFRAN Tech
- Grégoire CASALIS, Professeur à l'ISAE-SUPAERO / Toulouse
- Olivier VERMEERSCH, Ingénieur de Recherche et co-directeur de thèse de l'ONERA-DMPE / Toulouse

Résumé :

Le phénomène de transition bypass se produit lorsque la couche limite est soumise à un écoulement extérieur présentant un taux de turbulence significatif. Dans ce cas, le scénario classique de transition (par ondes de Tollmien-Schlichting ou Cross-Flow) est court-circuité et la transition est induite par l'amplification d'instabilités appelées modes de Klebanoff. A l'heure actuelle, il n'existe pas de méthodes numériques précises permettant de reproduire correctement la transition bypass sur des configurations complexes. Or ce phénomène est particulièrement important car il impacte directement les performances et la durée de vie des moteurs d'avion.

L'objectif de la thèse était donc de développer un modèle de prédiction de la transition bypass. Une modélisation basée sur la dynamique des modes de Klebanoff a ainsi été proposée. Elle se traduit par la résolution d'une équation pour l'énergie cinétique des modes de Klebanoff k_L appelée l'énergie cinétique laminaire. Un critère de transition permettant de prévoir le démarrage de la turbulence a également été mis en place. Cette modélisation est formulée localement de manière à assurer sa compatibilité avec une approche RANS. Une fois le critère de transition vérifié, cette information est véhiculée à l'aide de la propagation d'un indicateur beta par une équation de transport. La formulation proposée est donc basée sur un critère de transition et deux équations de transport pour k_L et beta. Dans un premier temps, cette formulation a été couplée à un modèle de turbulence classique de type k -omega. Ce modèle a été introduit dans un code de couche limite (3C3D) puis calibrée et validé à l'aide de configurations expérimentales académiques sur plaque plane à basse vitesse. Il prévoit avec précision la croissance des modes de Klebanoff et la position de la transition. L'étalement de la région transitionnelle est en revanche sous-estimé, mais montre une dépendance aux paramètres physiques cohérente avec les mesures expérimentales.

Ce modèle a ensuite été appliqué et évalué sur des géométries plus complexes 2D et 3D type aubage de turbomachine à l'aide du code RANS elsA. Son utilisation s'est montrée plus facile que celle des modèles RANS de transition bypass utilisés jusqu'alors en bureau d'étude.

Par ailleurs, le modèle de transition a été couplé à deux modèles de turbulence anisotropes. Les perspectives amenées par cette étude concernent l'amélioration de la modélisation de la turbulence dans les zones laminaire et transitionnelle et l'extension de la physique traitée.

Mots-clés : transition bypass, énergie cinétique laminaire, modes de Klebanoff, modélisation RANS