



Modélisation de la turbulence en présence de rugosité et de soufflage en régime hypersonique

Soutenance de thèse – Yann Marchenay

Le 16 décembre 2021 à 10h30

ISAE-SUPAERO – Salle des thèses

Devant le jury composé de :

Rémi Manceau (LMAP)

Héloïse Beaugendre (Bordeaux INP)

Eric Goncalves (ENSMA)

Olivier Chazot (VKI)

François Chedevergne (ONERA)

Marina Olazabal Loumé (CEA)

Résumé

Avec le développement de véhicules de rentrée atmosphérique et de missiles hypersoniques, de nouvelles technologies ont vu le jour afin de protéger les structures internes des flux thermiques extérieurs. Les protections ablatives évacuant la chaleur par perte de masse se sont imposées comme étant les seules capables de résister aux flux thermiques extrêmes caractéristiques de la rentrée atmosphérique. Deux mécanismes inhérents au processus d'ablation se distinguent par leur impact sur la dynamique et la thermique de l'écoulement extérieur en proche paroi : la formation de rugosités et l'apparition du soufflage. D'une part, la formation de rugosités durant l'ablation provoque une forte augmentation des transferts thermiques pariétaux et favorise la transition laminaire-turbulent. D'autre part, l'apparition du soufflage provenant de la décomposition du bouclier thermique apporte une protection thermique supplémentaire diminuant ainsi le flux thermique vu par la paroi.

Très peu de travaux se sont intéressés aux effets combinés de rugosité et de soufflage. Leur modélisation conjointe reste par conséquent inexistante dans le cadre d'approches RANS (Reynolds Averaged Navier-Stokes) de la turbulence. L'objectif de cette thèse est de proposer un modèle permettant la prise en compte des effets conjoints de rugosité et de soufflage dans les modélisations RANS de la turbulence en régime hypersonique. Dans un premier temps, une comparaison des modèles de rugosité disponibles dans la littérature a été réalisée sur des configurations expérimentales d'effets conjoints. Pour cela, l'approche par grain de sable équivalent adaptée au modèle de turbulence k- ω SST a été utilisée. Il a été montré que le modèle de turbulence surestimait les effets dynamiques et thermiques du soufflage dans la région interne de la couche limite. Le problème vient alors d'un couplage faible entre les effets de rugosité et les effets du soufflage, présent expérimentalement et absent des modélisations actuelles. Partant des problèmes précédemment soulevés, une stratégie de modélisation a été élaborée à partir des différentes bases de données expérimentales subsoniques et supersoniques. Les modèles ainsi développés dérivent de la caractérisation du profil de vitesse dans la région inertielle de la couche limite en présence d'effets conjoints.

Mots clés

Couche limite compressible, turbulence, rugosité, soufflage, hypersonique