

## Etude numérique d'effets de rugosité et de courbure de paroi sur la transition en couche limite supersonique.

**Laboratoire d'accueil :** Institut Pprime (CNRS, UPR3346) / ISAE-ENSMA (Futuroscope)

**Durée - Période :** 6 mois (à partir d'avril 2018, possibilité de poursuite en thèse)

**Profil recherché :** Ecole d'Ingénieurs, Université Master 2

**Compétences attendues :** mécanique des fluides compressibles, CFD, programmation (fortran, MPI)

**Encadrement :** Guillaume Lehnasch (ENSMA), Eric Goncalvès (ENSMA), Ludovic Hallo (CESTA)

**Contacts :** guillaume.lehnasch@isae-ensma.fr / 05 49 49 83 70

**Résumé :** La modélisation de la transition laminaire/turbulent de couches limites à haute vitesse représente un enjeu fondamental pour le dimensionnement de nombreuses applications allant de la définition de la géométrie ou le système de refroidissement de profils d'aube de turbine ou de tuyère supersonique, à la conception des protections thermiques de véhicules hypersoniques. Le régime turbulent conduit à une augmentation considérable des efforts aérodynamiques et des transferts de chaleur en paroi, tout en limitant l'apparition et l'intensité des décollements dans les zones de fort gradient de pression adverse. La formation de chocs et leur interaction avec ces couches limites transitionnelles conduisent également à des charges mécaniques et thermiques instationnaires de grande ampleur dont les propriétés diffèrent de celles mieux connues lors d'interaction en régime turbulent. La grande majorité des études menées sur la transition du régime laminaire à turbulent dans les couches limites compressibles ont essentiellement concerné jusqu'à aujourd'hui des géométries planes et ont peu adressé l'influence de rugosités distribuées. Les corrélations et modèles existant pour représenter ces phénomènes en géométrie complexe et paroi rugueuse restent donc très empiriques et leur cadre d'application particulièrement limité.

Le projet dans lequel ce travail de master s'inscrit est mené en collaboration entre PPRIME/ISAE-ENSMA et le CEA-CESTA. Il vise à mieux comprendre et modéliser les mécanismes de transition non-modale qui pilotent la transition au sein de couches limites supersoniques se développant le long de parois courbes et rugueuses. Le travail de master consistera à mettre en oeuvre des outils de simulation numérique directe (code interne) permettant d'observer différents mécanismes de transition en couche limite compressible en développement spatial pour différents types de forçage amont ou pariétal. Le travail consistera en priorité à implémenter et tester différents algorithmes de forçage permettant de prendre en compte de façon représentative la présence de rugosités distribuées. Ces outils permettront alors d'étudier plus particulièrement la génération et la croissance de structures tourbillonnaires en proche paroi et d'identifier les conditions de paroi susceptibles de provoquer la transition.

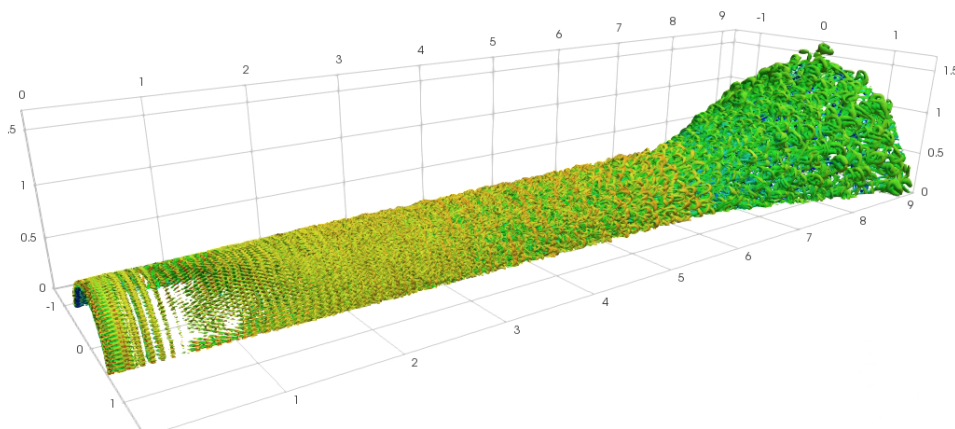


FIGURE 1 – Exemple de transition by-pass induite par forçage amont au sein d'une couche limite supersonique (Mach 3) se développant le long d'une configuration cylindre/rampe (isosurface de critère Q colorée par le nombre de Mach) (*T. Nakano*).