

ED SMAER

Sujet de thèses 2014

Laboratoire : LIMSIS

Etablissement de rattachement : CNRS

Directeur de thèse et section CNU ou CNRS : Christian Tenaud (DR CNRS, Section 10)

Codirection et section CNU ou CNRS : Bérengère Podvin (CR CNRS, HDR, Section 10)

Titre de la thèse : Manipulation d'une bulle de séparation

Collaborations dans le cadre de la thèse : PPRIME

Rattachement à un programme : GDR Ecoulements Décollés

Le sujet peut être publié sur le site web de l'ED SMAER : OUI

Résumé du sujet :

Le contrôle de la séparation derrière des corps épais représente un défi pour l'aérodynamique des véhicules. La mise au point d'une stratégie de contrôle efficace et réaliste conduisant à une réduction de traînée significative peut avoir des conséquences importantes pour l'industrie automobile et le secteur des transports. Dans ce contexte, la simulation numérique représente un outil irremplaçable, puisqu'elle permet de tester des stratégies diverses dans un cadre virtuel, qui peut être adapté à diverses configurations, et simplifié artificiellement de manière à ne représenter que certains aspects du problème réel.

L'objectif de la thèse est de mettre au point, dans un cadre numérique, un algorithme de contrôle pour la configuration simplifiée de l'écoulement au-dessus d'une plaque épaisse. Au cours d'études antérieures, nous avons identifié les caractéristiques spatiales et temporelles de la bulle de séparation correspondante et du couplage vitesse-pression. On appliquera d'abord une procédure de contrôle en boucle ouverte, qui conduira ensuite à la mise au point d'un algorithme en boucle fermée. On adaptera pour cela des approches linéaires telles que celles développées par Dahan et coll.. On s'intéressera également à la modélisation de l'actuation. Plusieurs modèles correspondant à différents niveaux de réalisme seront testés et comparés. Les calculs seront menés sur des architectures parallèles avec le code CHORUS pour les écoulements compressibles.

Sujet développé (à présenter en 2 ou 3 pages maximum,
en précisant notamment le contexte, les objectifs, les résultats attendus)

MANIPULATION D'UNE BULLE DE SEPARATION

Le contrôle des écoulements décollés représente un enjeu important pour l'optimisation aérodynamique et acoustique des véhicules de transport. En particulier, il apparaît essentiel de comprendre et de maîtriser le couplage des fluctuations de vitesse et du champ de pression rayonné. Une première modélisation de ce problème est effectuée en considérant la simulation numérique de l'écoulement autour d'une plaque épaisse à haut Reynolds, qui permet d'isoler les mécanismes associés à la génération du décollement sur des véhicules. L'analyse de cet écoulement a permis de mettre en évidence des mécanismes de lâchers tourbillonnaires à des fréquences bien définies (Tenaud et al. 2011, Podvin et al. 2013).

L'objectif de la thèse sera de mettre en oeuvre une stratégie de contrôle numérique dans un contexte réaliste. On étudiera tout d'abord l'effet du contrôle actif en boucle ouverte, puis on cherchera à mettre en oeuvre un algorithme de contrôle en boucle fermée. On s'inspirera pour cela des approches linéaires suivies par Dahan et al. 2012, qui ont permis d'obtenir des réductions de traînée significatives, au moins dans le régime laminaire, à travers une réduction des fluctuations de pression. Le but est de s'inspirer de ces méthodes pour mettre en oeuvre un actionneur permettant un contrôle actif du décollement le long de la plaque, en essayant notamment d'améliorer les performances obtenues dans le cas turbulent.

Différents niveaux de modélisation de l'actionneur seront mis en oeuvre. Il s'agira dans un premier temps de représenter l'effet du contrôle par une force volumique. On pourra ensuite mettre en oeuvre une stratégie de soufflage et d'aspiration. De manière générale, on cherchera à produire une description aussi réaliste que possible de l'effet de l'actionneur. Cette étude numérique constituera une référence pour la mise en oeuvre de stratégies de contrôle dans des cas réels.

L'étude sera réalisée à l'aide du code CHORUS, développé au LIMSI pour les écoulements compressibles. Les calculs seront menés sur les architectures parallèles. La mise au point de l'algorithme de contrôle sera menée par identification de la dynamique

Prérequis: Mécanique des Fluides numérique, programmation fortran, bases de mathématiques appliquées. Des notions de théorie du contrôle seraient souhaitables mais non nécessaires.

Contact: Christian Tenaud (tenaud@limsi.fr) ou Bérengère Podvin (podvin@limsi.fr)

Références:

- 1) Tenaud, C., Daru, V., Fraigneau, Y., 2011 . Numerical simulation of the turbulent detached flow around a thick flat plate, ICCFD6
- 2) Podvin, B. Tenaud, C., Daru, V., Fraigneau, Y., 2013, Coherent structures in the boundary layer of a thick flat plate, GDR Contrôle des écoulements décollés.
- 3) Dahan JA, Morgans AS, Lardeau S, 2012, Feedback control for form-drag reduction on a bluff body with a blunt trailing edge, Journal of Fluid Mechanics, 704, 360-387