

Compte rendu du thème « Prise en compte des perturbateurs dans un écoulement turbulent »

Par Azéddine Kourta.

Oléron du 13 au 16 mai 2008

Mercredi 14 mai 2008 (après midi)

Thème : Prise en compte des perturbateurs dans un écoulement turbulent

Pour mettre en œuvre un contrôle actif d'écoulement, on utilise des actionneurs. Ce thème s'intéresse à la façon de caractériser les effets des perturbations induites sur la turbulence aussi bien de point de vue phénoménologique qu'énergétique et à la détermination d'éventuelles conséquences sur les performances du système contrôlé.

Animateur: **Azeddine Kourta,**

Introduction: **Louis Cattafesta**

Louis Cattafesta (Florida state university) : Contrôle d'écoulements en boucle fermée: leçons retenues et le futur

Cette présentation montre le programme de recherche mené sur le contrôle actif des écoulements, un champ multidisciplinaire incluant la dynamique des fluides, la fabrication des capteurs et actionneurs (« transducteurs »), et la théorie du contrôle. Ce domaine de recherche concerne la manipulation des écoulements pour un grand nombre d'applications, incluant le bruit aérodynamique, le contrôle des décollements, l'augmentation du mélange et la réduction de la traînée, etc. La plupart des études dans ce domaine concernent le contrôle en boucle ouverte. La mise en œuvre de boucles fermées est moins rencontrée peut être à cause de la complexité inhérente au système dynamique gouverné par la dépendance en temps et la non linéarité des équations aux dérivées partielles (équations de Navier Stokes). Cet exposé dévoile quelques voies importantes pour l'implantation physiquement réalisable d'un contrôle en boucle fermée (feedback) en temps réel. Les aspects relatifs aux capteurs, actionneurs, et à l'identification adaptative ou les algorithmes de contrôle sont discutés dans le contexte des oscillations générées dans un écoulement de cavité et du contrôle des écoulements décollés.

Pour effectuer le contrôle en boucle fermée, il faut trouver des capteurs adaptés, en général des MEMS ou autres actionneurs fonctionnant en temps réel (c'est-à-dire sur un intervalle de temps inférieur à l'intervalle d'échantillonnage Δt). Il y a également le problème d'échelle caractéristique ($S = fL/U = \text{constante}$) f est proportionnelle à U/L . Cependant la plupart des expériences sont dimensionnées à l'avance (f croît alors Δt décroît). Le choix de l'actionneur dépend de l'échelle. Ce dernier doit avoir une large bande, linéaire, à réponse dynamiquement plate, robuste et peu coûteux. Louis Cattafesta a également parlé des actionneurs de type jet synthétique et des considérations pour la boucle de feedback. Il a mentionné l'utilisation des algorithmes adaptatifs pour le contrôle en boucle fermée (modèles autoregressifs ARMAX, ARMARKOV, ARMARKOV TOEPLITZ) appliqués à un écoulement de cavité. Dans sa présentation, il a développé le rejet adaptatif des perturbations et a parlé des actionneurs de type jet synthétique 3D.

Patrick Gillieron (Renault): Aérodynamique automobile, résultats et perspective du contrôle

Après avoir développé les motivations du contrôle de l'aérodynamique pour les constructeurs « automobile », P.G. a parlé du contrôle passif (vortex generator, plaques séparatrices), il s'est intéressé ensuite à la mise en œuvre du contrôle actif (soufflage, aspiration, jet synthétique, ...) sur le corps de Ahmed pour agir sur le bulbe décollé et / ou sur les tourbillons longitudinaux. Il a ensuite fait le bilan des gains suivant la combinaison des effets de plusieurs actionneurs différents.

Jacques Borée (LEA Poitiers) : a développé une méthode d'identification de topologie d'un écoulement tridimensionnel en aérodynamique instationnaire par l'intermédiaire de mesures obtenues par différents moyens expérimentaux (PIV ou visualisations pariétales). Les principaux résultats sont reconstitués à l'aide d'une technique de snapshot POD construite à partir des mesures locales instantanées. Une méthode de reconstruction Lagrangienne sur un temps fini a été développée pour obtenir une image correcte de la structuration des écoulements autour des points de stagnations (décollements et recolllements locaux).

Roamain Jussot (Institut PRISME Orléans) : a parlé de la caractérisation aérodynamique d'un actionneur plasma et son application au contrôle des décollements turbulents. L'actionneur a été appliqué pour contrôler le décollement sur un profil d'éolienne. Il a également mentionné son utilisation pour contrôler le bulbe du décollement et les tourbillons longitudinaux au culot d'un corps de Ahmed (3 actionneurs).

Joël Delville (LEA Poitiers) : A présenté le développement de modèles pour le couplage calculs/données. Les travaux ont été effectués dans le cadre des programmes Wallturb (UE) et Calin (ANR). Dans ce travail, les auteurs ont utilisé la POD sur des mesures PIV résolues dans le temps, par comparaison entre POD sur un run long et sur un run court. Cela a permis d'explicitier le comportement spectral des coefficients $a(t)$ de cette décomposition pour lesquels des comportements autosimilaires ont été trouvés. Ceci conduit à un modèle unique pouvant faciliter l'application d'un contrôle.

José Edwardo Wesfreid (ESPCI) : présente un complément sur le contrôle du décollement par vortex generator en explicitant l'effet sur la modification de l'écoulement de base : mode zéro qui est la différence entre écoulement perturbé par l'actionneur et écoulement non perturbé en l'absence d'actionneur.