

THESE

Stabilité linéaire, sensibilité et contrôle passif d'écoulements turbulents par différence finies

Clément METTOT

La contribution majeure de cette thèse consiste en un formalisme et une méthodologie permettant de réaliser une analyse de stabilité globale des écoulements turbulents. La dynamique de ces écoulements est modélisée à l'aide des équations moyennées RANS, on s'intéresse ainsi à l'évolution des grandes échelles turbulentes. Un formalisme global est adopté permettant d'analyser des écoulements complexes. Une approche de type discrète est proposée, où les équations sont d'abord discrétisées puis linéarisées par différences finies. Cette approche permet d'adopter une stratégie générique vis-à-vis du système d'équations utilisées, comme le choix d'un modèle turbulent, et évite une linéarisation analytique fastidieuse des équations. Par ailleurs, cette méthode permet également l'utilisation systématique d'un code de simulation numérique afin de réaliser une étude de stabilité linéaire. Enfin, on démontre que l'analyse de la sensibilité à des perturbations stationnaires peut être réalisée grâce à ce formalisme et ce pour des écoulements laminaires et turbulents. Cette analyse détermine les zones où un contrôle stationnaire permettrait de réduire les instationnarités observées, facilitant la conception de stratégies efficaces de contrôle en boucle ouverte. La méthode est testée en premier lieu sur deux écoulements laminaires, où l'on reproduit les résultats obtenus par de précédentes études sur la dynamique d'oscillateur du sillage d'un cylindre bidimensionnel ainsi que sur la dynamique d'amplificateur de bruit d'une couche limite. La robustesse et la validité de notre méthode sont ensuite analysées sur un cas d'écoulement compressible et turbulent dans une cavité profonde. La précision des gradients de sensibilité est vérifiée, et la physique de l'écoulement, modes instables, propriétés acoustiques, impact de la modélisation de la turbulence, est détaillée. Afin de mieux appréhender la portabilité ainsi que la valeur ajoutée de notre méthode, on présentera ensuite trois cas d'études réalisées à l'aide de nos outils. On s'intéressera en premier lieu au phénomène de buffet sur un profil bidimensionnel, puis on présentera des résultats obtenus sur la caractérisation comme amplificateur de bruit d'un cas d'interaction de choc-couche limite, enfin une analyse du screech dans les jets sous détendus sera proposée. Enfin, on présente en dernier lieu une étude de la dynamique turbulente du sillage derrière un cylindre en forme de D.

12 décembre 2013, à 14h00
Salle AY.02.63 à l'ONERA Meudon

Composition du jury

<i>Rapporteurs :</i>	V. Theofilis	Professeur, Université Polytechnique de Madrid
	J.-C. Robinet	Professeur, ENSAM Paristech
<i>Examineurs :</i>	C. Cossu	Directeur de recherche, IMFT Toulouse
	L. Larchevêque	Maître de conférence, Polytech-Marseille
	P. Meliga	Chargé de recherche, Laboratoire M2P2 Marseille
	F. Renac	Ingénieur de recherche, ONERA-DSNA
	Y. Doutreleau	Encadrant DGA, MRIS –Bagneux
<i>Directeur de Thèse :</i>	D. Sipp	Maître de recherche, ONERA-DAFE