

première méthode consiste à calibrer de manière numérique tout ou partie des coefficients du modèle réduit POD, ce qui permet in fine d'améliorer la précision de la prédiction du modèle pour des paramètres de contrôle donnés. La seconde méthode est une technique récente de construction de base POD adaptative dite POD «a priori». Dans ce dernier cas, on présentera des résultats préliminaires obtenus pour l'équation de Burgers 1D.

Instabilité globale et perturbation optimale dans une couche limite décollée.

Jean-Christophe Robinet

Maître de Conférences à l'ENSAM Paris et au SimuMef

La compréhension des mécanismes de transition d'écoulements décollés laminaires trouve un intérêt particulier de par sa présence au sein de nombreuses applications industrielles. Notamment, la prédiction précise de la première bifurcation associée à un tel écoulement et la construction de modèles réduits, pourrait autoriser des développements d'outils de contrôle efficaces, permettant une augmentation des performances aérodynamiques des profils considérés. Dans ce cadre, nous proposons une analyse de stabilité originale, prenant en compte le caractère fortement non parallèle de l'écoulement. En particulier, une étude de stabilité linéaire «globale», sur une configuration académique d'écoulement décollé de plaque plane, révèle l'influence des modes globaux bidimensionnels et tridimensionnels, dans la dynamique en espace et en temps de la perturbation, en fonction du type de forçage appliqué. En outre, une telle étude identifie des mécanismes non détectés par les approches classiques, comme une très large amplification transitoire 2D de la perturbation le long de la couche de mélange, et un mécanisme centrifuge pouvant conduire à une tridimensionnalisation du décollement. Enfin, la décomposition de la perturbation dans la base de modes globaux s'avère une réduction de modèle pertinente, dans l'objectif d'un contrôle efficace.

Stabilisation par loi de retour d'état des équations de NavierStokes 2D, incompressibles.

Jean-Marie Buchot

Maître de Conférences à l'Institut de Mathématiques, Université Paul Sabatier

La construction de loi de feedback pour la stabilisation d'écoulements modélisés par les équations de NavierStokes incompressibles s'avère délicate pour différentes raisons. La première est liée au nombre important de degrés de liberté obtenu après semidiscretisation en espace des équations de NS.

La deuxième est liée à l'équation de continuité qui donne naissance à un système algébrique différentiel. Ces deux difficultés rendent obsolètes les techniques classiques de construction de loi de feedback robuste. Dans cet exposé, nous décrivons une méthode pour construire une loi de feedback qui stabilise les équations de Navier Stokes. La validation de la loi se fera sur un test académique mais très riche : la suppression des allées de Von Karman qui se développent derrière un cylindre pour des nombres de Reynolds compris entre 60 et 200. Différents contrôles seront testés : aspiration localisée, rotation du cylindre. Nous essaierons d'identifier les difficultés liées à l'augmentation du nombre de Reynolds.

Journée sur l'Estimation



& le Contrôle

des Ecoulements Aérodynamiques (ECEA)

Organisée par l'IMFT et l'IMT

dans le cadre d'un BQR 2007 - 2008 de l'Université Paul Sabatier présenté par Christophe Airiau (IMFT) et Jean-Pierre Raymond (IMT).

7 orateurs, issus des domaines de la mécanique des fluides et des mathématiques appliquées.



9 Novembre 2007

Amphi Nougaro IMFT

Allées du Professeur Camille Soula 31400 Toulouse

PROGRAMME

8h45 – 8h50 :	Accueil et introduction des organisateurs
8h50 – 9h40 :	Présentation 1 U. Ehrenstein
9h40 – 10h30 :	Présentation 2 L. Mathelin
10h30 – 10h50 :	Pause café
10h50 – 11h40 :	Présentation 3 A. Iollo
11h40 – 12h30 :	Présentation 4 R. Becker
	Repas
14h00 – 14h50 :	Présentation 5 L. Cordier
14h50 – 15h40 :	Présentation 6 J.C. Robinet
15h40 – 15h50 :	Pause café
15h 50 – 16h40 :	Présentation 7 J.M. Buchot
16h40 – 17h15 :	Bilan et discussions

Perturbations optimales et contrôle d'une couche limite décollée

Uwe Ehrenstein

Professeur à l'Institut de Recherche des Phénomènes Hors Equilibre de l'Université de Provence.

Des bulles de recirculation dans des couches limites décollées font apparaître des oscillations bidimensionnelles de basse fréquence, qui ne peuvent guère être interprétées en termes de modes instables. Ici, le décollement en aval d'une bosse est considéré et les modes temporels bidimensionnels sont déterminés numériquement. Une analyse des perturbations optimales permet d'interpréter l'oscillation globale à basse fréquence de la bulle de recirculation comme étant associée à la superposition non normale de modes, dont les structures sont localisées de part et d'autre du point de recollement. Le calcul des modes adjoints permet de détecter les régions les plus propices pour placer des actionneurs en vue du contrôle de cette dynamique instable. Construisant ensuite un estimateur par projection de la dynamique sur les modes temporels, des possibilités d'un contrôle rétroactif dans une approche de type Riccati sont explorées.

Réduction de modèle et contrôle robustes par quantification d'incertitude.

Lionel Mathelin

Chargé de Recherche au CNRS, LIMSI, Orsay.

Dans une optique de contrôle des écoulements fluides, la réduction du nombre de degrés de liberté du système reste indispensable à un contrôle efficace et applicable à des systèmes physiques réels. Une des problématiques associées à la réduction de modèle porte sur la représentativité de ce modèle réduit lorsque l'action de contrôle est appliquée. Un traitement spécifique est souvent nécessaire afin de s'assurer de la cohérence de la représentation du modèle réduit tout au long de la transition d'un écoulement initialement non contrôlé vers un état cible. Nous présenterons une approche permettant de traiter ce point et de déterminer une base de réduction représentative sur une certaine plage de paramètres. Le contrôle optimal robuste de la traînée aérodynamique de pression d'un cylindre circulaire sera ensuite présenté. Nous montrerons qu'en utilisant une base de réduction robuste associée à une stratégie elle-même robuste de contrôle optimal, il est possible de mettre en place une approche de contrôle à la fois peu coûteuse en temps calcul et efficace. Enfin, un exemple préliminaire de contrôle en boucle fermée basé sur ces développements sera montré.

Simulation, estimation et contrôle par modèles réduits.

Angelo Iollo

Professeur à l'Institut de Mathématiques de Bordeaux de l'Université de Bordeaux 1

L'exposé a pour objet la discussion de quelque technique de simulation ou de contrôle basée sur des modèles d'ordre réduit développés par l'équipe MC2 de l'INRIA à l'Institut de Mathématiques de Bordeaux. En ce qui concerne la simulation, on présentera des exemples de couplage d'une discrétisation classique d'EDP à une représentation de la solution dans un sous-espace approprié. Pour le contrôle, nous décrirons une approche d'identification appliquée à la modélisation de l'effet de jets synthétiques sur un écoulement décroché. Dans ce même cas, on montrera comment obtenir un observateur non linéaire de l'état du système et ses applications éventuelles à l'assimilation de données. Cet exposé sera surtout l'occasion de mettre en lumière les quelques problèmes ouverts pour une modélisation d'ordre réduit robuste et fiable.

Éléments finis adaptatifs pour l'optimisation en mécanique des fluides

Roland Becker

Professeur au Laboratoire de Mathématiques Appliquées de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour

Nous présentons des techniques de raffinement local de maillage pour des problèmes d'optimisation issus de la mécanique des fluides. L'algorithme adaptatif est basé sur une estimation d'erreur a posteriori, qui tient compte de la structure de l'optimisation. Des exemples concernant des écoulements incompressibles, comme la réduction de la traînée, seront présentés. La convergence des algorithmes adaptatifs sera également discutée.

Contrôle d'écoulement : du modèle détaillé aux modèles réduits de type POD

Laurent Cordier

Chargé de Recherche au Laboratoire d'Études Aérodynamiques, Poitiers.

L'exposé commencera par la présentation succincte de résultats issus de l'application du contrôle optimal à un écoulement de canal turbulent simulé par LES. On montrera que par aspiration/soufflage à débit nul aux parois supérieure et inférieure du canal, il est numériquement possible de réduire l'énergie cinétique turbulente ou la traînée de frottement aux parois du canal. Cet exemple mettra clairement en évidence l'intérêt des modèles réduits de dynamique pour résoudre des problèmes d'optimisation de grande taille. Dans une seconde partie de l'exposé, on présentera des résultats de contrôle par rotation instationnaire de l'écoulement de sillage derrière un cylindre circulaire. En particulier, on montrera qu'en utilisant un algorithme dénommé TRPOD (Trust Region POD) couplant modèles réduits POD et optimisation par région de confiance, on peut minimiser la traînée moyenne de l'écoulement pour des coûts numériques limités. Enfin, l'exposé se terminera par la présentation de deux méthodes permettant de construire un modèle réduit POD aussi précis et robuste que possible. La