

## ED SMAER

### Sujet de thèses 2014

Laboratoire : LIMSI, UPR CNRS 3251

Etablissement de rattachement : CNRS

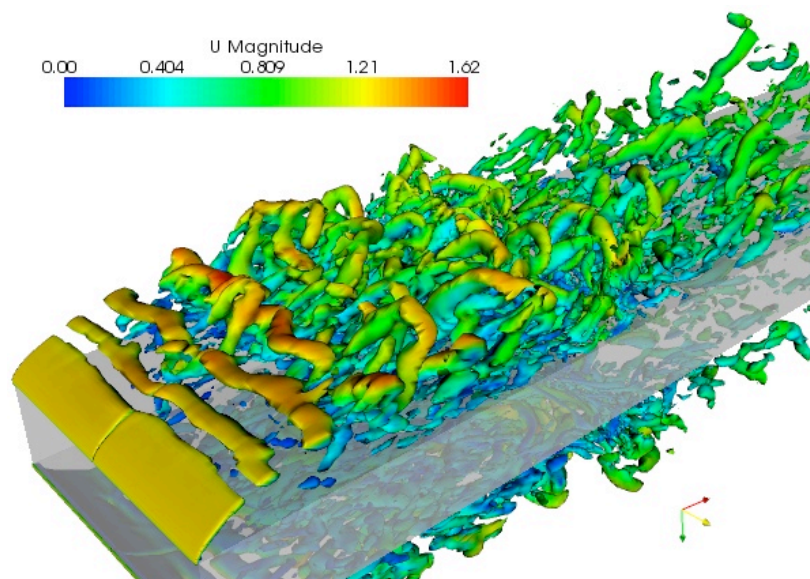
Directeur de thèse et section CNU ou CNRS : **Christian Tenaud** (DR, Section10)

Codirection et section CNU ou CNRS : **Lionel Mathelin** (CR, Section 10)

Titre de la thèse : **Modèles auto-adaptatifs creux pour le contrôle temps réel de systèmes complexes**

#### Résumé du sujet :

La commande ou le contrôle de systèmes est un domaine de recherche stimulé par la forte demande en termes d'applications. Pour ne citer qu'un seul exemple, Airbus prévoit de diminuer de 50% les émissions moyennes de CO<sub>2</sub> de ses futurs avions d'ici à 2020. Cet objectif ambitieux sera réalisé pour moitié grâce au contrôle de l'écoulement externe (retardement de la séparation des couches limites, béquets sans volets, etc.). Néanmoins, le contrôle de systèmes physiques aussi complexes qu'un écoulement autour d'un avion présente de nombreux verrous en termes de performances et de robustesse. Il est difficile de manipuler ces systèmes présentant des millions, voire des milliards, de degrés de liberté, a fortiori lorsqu'il s'agit de contrôle en temps réel (boucle fermée). La Fig. 1 présente un exemple des systèmes considérés par ce projet.



*Simulation numérique d'écoulement décollé. Modèle LES. – Yann Fraigneau, LIMSI*

De nombreuses équipes de recherche à travers le monde travaillent donc à développer de nouvelles méthodologies permettant de lever ces verrous (Stanford University, VirginiaTech, University of Singapore, KTH, CalTech, etc... pour n'en citer que quelques unes). Dans ce travail, nous proposons de développer des modèles d'auto-apprentissage adaptatifs. On se place dans un cadre où le système est trop coûteux numériquement à simuler ou mal modélisé. Plutôt que de s'appuyer sur un modèle a priori, l'approche suivie ici reposera sur un modèle auto-appris. Cela permet d'obtenir un modèle fidèle puisque déterminé à partir du système lui-même.

Le travail consistera à développer une méthodologie performante pour ce type de problème, en s'appuyant sur des concepts issus du Machine Learning (Rubinstein et al., 2006). Une stratégie adaptative sera développée pour permettre la mise à jour en temps réel du modèle ainsi déterminé. Par ailleurs, des concepts exploitant la parcimonie intrinsèque du modèle seront utilisés (Compressed Sensing) pour n'estimer que les termes dominants et ainsi permettre une modélisation plus réactive, Mathelin & Gallivan (2012). In fine, le modèle ainsi déterminé sera à la fois fidèle, robuste (car appris directement sur le système physique sans hypothèses a priori) et réactif car auto-adaptatif. Ces développements méthodologiques seront mis en oeuvre sur des écoulements simulés dans un premier temps (écoulements autour de profils) puis, après validation numérique, sur un banc d'expériences présent au laboratoire.

Le candidat devra présenter un solide goût pour les aspects de mécanique des fluides, en mathématiques appliquées, en théorie du contrôle et en automatique. Des compétences en programmation (langage scientifique) seront très appréciées.