

## Sujet de thèse de Doctorat

<p>Période : septembre 2017- septembre 2020</p> <p>Directeur de thèse : Pr. L. Le Moyne (<a href="mailto:luis.le-moyne@u-bourgogne.fr">luis.le-moyne@u-bourgogne.fr</a>)</p> <p>Co-encadrants : Dr. T. Sophy (<a href="mailto:tsophy@u-bourgogne.fr">tsophy@u-bourgogne.fr</a>) Dr. A. Da Silva (<a href="mailto:arthur.da-silva@u-bourgogne.fr">arthur.da-silva@u-bourgogne.fr</a>)</p> <p>Financement : bourse ministérielle</p>	<p style="text-align: center;"><b>Lieu :</b> <b>Laboratoire DRIVE-</b> <b>équipe Energétique et Propulsion</b> <a href="http://www.isat.fr/EPEE/">http://www.isat.fr/EPEE/</a></p> <p>Institut Supérieur de l'Automobile et des Transports (ISAT) de NEVERS Composante de l'Université de Bourgogne Franche-Comté (UBFC)</p>
<p><b>Titre :</b> Etude numérique du contrôle des décollements dans un écoulement</p> <p><b>Mots clés :</b> Mécanique des fluides, Hydrodynamique, Aérodynamique, Couche limite turbulente, Contrôle des décollements, modélisation et calcul numérique, contrôle actif ou passif, MHD.</p> <p><b>Contexte scientifique</b></p> <p>Le projet de thèse mené par le laboratoire DRIVE au sein de l'ISAT de Nevers, composante de l'Université de Bourgogne-Franche Comté, s'inscrit dans la thématique du « contrôle des écoulements » porté par de nombreux laboratoires. L'application visée à long terme est le secteur du transport fluvial ou maritime, dans un objectif d'augmenter la vitesse et la capacité des navires sans compromettre la sécurité et l'usure des rives. Une solution pour aboutir à la réduction de la consommation d'énergie, des émissions de gaz à effet de serre et pour élargir les plages d'utilisation des divers appareils est d'agir directement sur les écoulements en retardant les décollements générateurs de traînée de pression résistante à l'avancement, mais également néfastes pour la sécurité ou la stabilité de l'engin. Ce domaine se décline en deux sous-groupes que sont les contrôles passif et actif d'écoulements aéro ou hydrodynamiques (Luo, 2015).</p> <p>Le contrôle passif se caractérise par le fait qu'il ne requiert aucun apport d'énergie extérieure, comme les aspérités des balles de golf (inventée dans les années 1880) permettant une plus longue distance du fait de l'augmentation de l'intensité turbulente dans la couche limite, plus résistante dans ce cas au décollement.</p> <p>Le contrôle actif vise principalement à modifier l'état de la couche limite au moyen de perturbations locales altérant ainsi l'écoulement global. Il peut se faire en injectant du fluide dans l'écoulement principal. La génération et la caractérisation du jet de type continu, pulsé ou synthétique font l'objet d'études scientifiques innovantes notamment dans le domaine des transports et sont comparées sous leurs divers aspects (De Giorgi, 2015) et (Ayed, 2014). D'autre part, une approche non intrusive consiste à exercer des forces volumiques à distance au moyen de champs électromagnétiques, relevant du domaine de l'électro-aérodynamique (contrôle par actionneurs plasma) de la MHD ou de l'EHD (magnéto ou électrohydrodynamique). Des études se sont focalisées sur l'application de ces dernières méthodes au transport maritime (Bakhtiari, 2015) ou pour des écoulements hydrodynamiques (Ahmed, 2017).</p> <p>Le groupe de recherche « contrôle des écoulements » (GDR CNRS 2502) effectue d'ailleurs des études expérimentales et numériques sur l'ensemble de ces approches. Bien que l'on compte un certain nombre d'études récentes sur le sujet (Barros, 2016 ; McNally, 2015 ; Kourta, 2015 ; Tang, 2014), la caractérisation et l'optimisation du système de contrôle demeure encore des verrous scientifiques à lever.</p> <p><b>Objectifs et déroulement de la thèse</b></p> <p>Le projet scientifique vise à développer un modèle numérique représentant les phénomènes physiques intervenant dans l'écoulement décollé. La caractérisation de l'écoulement initial fera l'objet d'une étude préliminaire d'identification des différentes échelles de structures turbulentes agissant sur le système. Différents types de contrôle seront envisagés afin de déterminer le plus adapté au cas étudié. Un couplage entre les équations de Navier-Stokes et les équations caractérisant le contrôle devra être mis au point.</p> <p>Des résultats expérimentaux pourront être exploités afin de valider le modèle développé dans le cadre d'une collaboration avec Voies Navigables de France, mais seront complémentaires au sujet proposé.</p> <p>Un outil d'optimisation du système de contrôle retenu (basé sur les résultats numériques et expérimentaux) devra être développé. La conception et la fabrication d'un démonstrateur à échelle réduite pourra constituer un des livrables de l'étude.</p> <p>La première phase d'étude bibliographique permettra de synthétiser l'évolution des méthodes existantes en matière de contrôle et de privilégier un système adapté au cas étudié.</p>	

L'étude numérique préliminaire approfondie devra ensuite caractériser le cas non contrôlé pour une géométrie simple. Bien qu'un grand nombre de travaux aient déjà traité ce sujet, beaucoup utilisent une approche statistique des phénomènes (méthode RANS) (Muddada et.al. 2010, Karunakaran et.al. 2014). Dans l'optique finale de contrôler le décollement, il sera important de s'intéresser aux différentes échelles turbulentes, sièges potentiels de transferts pouvant aboutir à une modification de l'écoulement. La prise en compte des petites échelles conduit à la nécessité d'utiliser des méthodes de type LES (Parnaudeau et. al., 2008; G. Kavchenko et. al., 2000) voire DNS qui sont beaucoup moins utilisées dans la littérature concernant le contrôle. La modélisation et l'intégration au modèle primaire des équations caractérisant le contrôle, sera l'étude principale du projet. Les résultats seront confortés par l'utilisation de banques de données contenant des résultats expérimentaux. Des collaborations avec des laboratoires ou industriels partenaires pourront aussi aboutir à des essais expérimentaux.

**Profil souhaité du candidat** : Master 2 Recherche avec connaissances avancées en Mécanique des Fluides, Turbulence, couches limites, méthodes numériques, outils de conception assistée par ordinateur, aisance en programmation et/ou utilisation de logiciels de calcul CFD. Maîtrise de l'Anglais et Autonomie.

### Références bibliographiques

- Ahmed S., Zueco J., Lopez-Gonzalez LM., Maria Lopez-Gonzalez L., Numerical and analytical solutions for magneto-hydrodynamic 3D flow through two parallel porous plates, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Vol 108, Part A (2017), pp. 322-331.
- Ayed M., Aloui F., Kourta A., Ben Nasrallah S., Development of a Synthetic Jet Actuator for the Control of Separated Flows, *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 3 (7), Paper ID: 020141127 (2014), pp. 974-979.
- Bakhtiari M., Ghassemi H., Controlling of the boundary layer flow on a ship hull using MHD, *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, Vol 37 (2015), Issue 2, pp. 479-493.
- Barros, Diogo; Boree, Jacques; Noack, Bernd R.; et al., Bluff body drag manipulation using pulsed jets and Coanda effect, *J. Fluid. Mech.* Vol 805 (2016) pp. 422-459.
- De Giorgi M.G., De Luca C.G., Ficarella A., Marra F., Comparison between synthetic jets and continuous jets for active flow control: Application on a NACA 0015 and a compressor stator cascade, *Aerospace Science and Technology*, 43, (2015), pp. 256-280.
- G. Kravchenko A., Moin P., Numerical studies of flow over a circular cylinder at  $Re_D=3900$ , *Physics of Fluids*, (2000) 12, 403-417.
- Karunakaran H., Da Silva A., Jouanguy J., Sophy T., Le Moyne L., Numerical investigation of boundary layer detachment by active flow control. SESDE session I3M conference (2014), Bordeaux.
- Kourta, A., Thacker, A. & Jousot, R., Analysis and characterization of ramp flow separation, *Experiments in Fluids* (2015) 56:104.
- Luo YH.; Wang LG.; Green L.; Song KN.; Wang L., Smith R., Advances of drag-reducing surface technologies in turbulence based on boundary layer control, *Journal of Hydrodynamics*, Vol 27 (2015) Issue 4, pp 473-487.
- McNally J., Fernandez E., Robertson G., Kumar R., Taira K., Alvi F., Yamaguchi Y., Murayama K., Drag reduction on a flat-back ground vehicle with active flow control, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 145, (2015), pp. 292-303.
- Muddada S., Patnaik B., An active flow control strategy for the suppression of vortex structures behind a circular cylinder. *European Journal of Mechanics – B/Fluids*, (2010), Volume 29, Issue 2, pp. 93-104.
- Parnaudeau P., Carlier J., Heitz D., Lamballais E., Experimental and numerical studies of the flow over a circular cylinder at Reynolds number 3900. *Physics of Fluids*, (2008) 20, 085101
- Tang H., Salunkhe P., Zheng Y., Du J., Wu Y., On the use of synthetic jet actuator arrays for active flow separation control, *Experimental Thermal and Fluid Science*, 57, (2014), pp. 1-10.