

ED STIC - Proposition de Sujets de Thèse pour la campagne d'Allocation de thèses 2017

Axe Sophi@Stic :

Titre du sujet :

Mention de thèse :

HDR Directeur de thèse inscrit à l'ED STIC :

Co-encadrant de thèse éventuel :

Nom :

Prénom :

Email :

Téléphone :

Email de contact pour ce sujet :

Laboratoire d'accueil :

Description du sujet :

Contexte et enjeux

Dans le bâtiment, la connaissance de la trajectoire et de la vitesse de l'air ou de particules transportées par l'air recouvre un enjeu à la fois énergétique et environnemental. Sur le plan énergétique, cela permet de comprendre la nature et la dynamique des transferts aérauliques, et d'optimiser les systèmes de ventilation. Par exemple, dans le bâtiment basse consommation, il peut s'agir d'étudier l'interaction entre les apports énergétiques solaires directs, à travers une vitre, et l'air de la pièce, ou encore de choisir la position des bouches de ventilation offrant le meilleur brassage de l'air en ventilation double-flux. Sur le plan environnemental, l'enjeu est la qualité de l'air. Il s'agit de prédire le déplacement d'aérosols ou de gaz dangereux dans un espace confiné afin d'optimiser les stratégies de ventilation ou d'évacuation des personnes. Les

dispositifs de mesure disponibles à ce jour ne donnent qu'une information partielle et inadaptée aux spécificités de l'application bâtiment. La plupart des instruments ne donnent qu'une information dite « eulérienne » c'est à dire ponctuelle (sondes à fil chaud, anémomètres acoustiques, vélocimétrie laser Doppler) ou limitée à un plan laser impossible à reproduire hors laboratoire pour des raisons de sécurité (vélocimétrie laser par images de particules). Depuis une vingtaine d'années, différentes équipes tentent de construire des techniques de mesure dites « lagrangiennes » : au lieu de mesurer les propriétés des fluides à partir d'un point de mesure fixe, l'objectif est de suivre l'écoulement, à l'aide de particules de densité neutre par rapport au fluide. Plus il y a de particules immergées dans le fluide, plus fine est la compréhension de ses fluctuations, de ses trajectoires, et de sa structure. Les méthodes lagrangiennes aboutissent à des trajectoires individuelles de particules. A l'heure actuelle, seules deux méthodes de mesure de vitesse lagrangienne sont en cours de développement pour la thermique du bâtiment : la vélocimétrie par traces de particules (particle streak velocimetry), qui consiste à calculer la vitesse à partir de la trace de chaque particule, obtenue en utilisant un capteur photographique avec un temps d'exposition long, et la vélocimétrie tridimensionnelle par suivi de particules (3D particle tracking velocimetry ou 3DPTV), qui est l'objet de ce projet.

Objectifs scientifiques

Le sujet proposé vise à participer au développement de la vélocimétrie tridimensionnelle par suivi de particules pour une application au bâtiment. En se basant sur les algorithmes développés au sein du laboratoire, ce projet vise en particulier trois objectifs : (i) Etendre la 3DPTV tridimensionnelle à la mesure au sein de champs de grande taille de type salle de conférence, atrium, atelier ou salle blanche. (ii) développer un approche permettant d'accéder aux résultats 3DPTV (trajectoires 3D de particules) en temps réel. (iii) Fournir des données expérimentales de référence (benchmarks) pour le développement de modèles de mécanique des fluides numérique (CFD) adaptés au bâtiment.

Approche - Méthodes

Les éléments méthodologiques de base permettant d'étendre la 3DPTV aux grands volumes ont déjà été conçus au sein du laboratoire. Il s'agira dans un premier temps pour le doctorant recruté d'écrire un algorithme sous Matlab ou en langage C sur la base de ces éléments, et de tester les performances de cet algorithme notamment à l'aide du matériel expérimental de 3DPTV présent.

Dans un second temps, en lien avec les chercheurs de l'axe micro et nanoélectronique, l'accès à la 3DPTV en temps réel se fera par l'optimisation de l'algorithme précédent. Cette optimisation passera notamment par la parallélisation de l'algorithme et sa réécriture en langage C, et par l'utilisation de circuits logiques programmables de type FPGA (Field Programmable Gate Array) pour accélérer le traitement des images de particules. Enfin, la méthode de mesure optimisée sera employée sur une cavité ventilée de petite taille (1m³) aux conditions aux limites contrôlées présente au laboratoire, et sur des cavités de plus grandes tailles (27m³) présentes chez les partenaires du laboratoire. Les données recueillies seront mise à la disposition de la communauté des numériciens en mécanique des fluides pour le bâtiment.

Résultats attendus

La thèse doit prioritairement permettre d'obtenir un outil de suivi lagrangien tridimensionnel de particules en grands champs et en temps réel. Les développements successifs apportés à cette technique laissent penser que la thèse pourrait aboutir à une technique optimisée voire à un produit brevetable. Elle doit ensuite permettre de générer un savoir expérimental de référence sur les écoulements d'air dans les bâtiments.

Partenaires :

- Laboratoire de Génie Civil et de Génie Mécanique, Université de Rennes1, Rennes, France
- Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur pour l'Environnement : LaSIE UMR - 7356 CNRS - Université de La Rochelle
- Laboratoire J.A. Dieudonné, UMR 7351 Parc Valrose 06108 Nice cedex 02

Prérequis :

- Connaissances en MATLAB et en langage C
- Connaissances en calcul parallèle
- Gout pour la programmation et l'expérimentation
- Des connaissances en mécanique des fluides numériques seraient un plus

Date de démarrage : septembre 2017

English version: