



Micro-anémométrie pour l'aérodynamique : développement et application à la mesure de la turbulence aérothermique

Soutenance de thèse – Baptiste BARADEL

Le lundi 30 janvier 2023 à 10h

Lieu : BAT5 1 02.022 - Institut d'Electronique et des Systèmes - UMR 5214 860, rue Saint Priest Bâtiment 5 –
CC 05/001 34095 Montpellier Cedex 5 France

Devant le jury composé de :

- | | |
|---|--------------|
| - Philippe Pernod, Professeur des universités, IEMN, Centrale Lille | Rapporteur |
| - Thomas Castelain, Maitre de conférences, LMFA, Centrale Lyon | Rapporteur |
| - Jacques Borée, Professeur des universités, Institut Pprime, ENSMA Poitiers | Examineur |
| - Alain Giani, Professeur des universités, IES, Université de Montpellier | Directeur |
| - Olivier Léon, Ingénieur de recherche, ONERA Toulouse | Co-Directeur |
| - Philippe Combette, Professeur des universités, IES, Université de Montpellier | Co-Encadrant |
| - Fabien Méry, Ingénieur de recherche, ONERA Toulouse | Co-Encadrant |

Résumé

La turbulence est un phénomène important présent dans de nombreux écoulements, qu'ils soient naturels ou à application industrielle, et qui se caractérise notamment par une grande variété d'échelles spatiales et temporelles. Il est donc d'un intérêt particulier de développer des moyens métrologiques adaptés à la mesure des différentes grandeurs physiques permettant de mieux appréhender et caractériser celle-ci. Dans le cadre de mesures aérodynamiques, les capteurs les plus communément employés encore aujourd'hui sont ainsi l'anémomètre à fil chaud pour des mesures de vitesses et le thermomètre à fil froid pour les mesures de température. Cependant ces deux moyens de mesures présentent des limitations. En effet, il a été montré que si la longueur de leur élément sensible était trop grande en comparaison des échelles caractéristiques de l'écoulement alors ces sondes opèrent un filtrage spatial des plus petites échelles de turbulence, pourtant nécessaires à la résolution complète de ce type d'écoulement. Devant ce constat, ces travaux de thèse se posent pour question la possibilité d'une amélioration de ces deux moyens métrologiques. De par les limitations qu'ils rencontrent, l'axe d'amélioration principal considéré réside dans la réduction de la taille de leur élément sensible permettant ainsi d'augmenter la gamme d'échelles spatiales mesurables dans un écoulement turbulent. De plus, dans le cadre de la caractérisation d'écoulements aérothermiques, il apparaît comme d'intérêt de pouvoir effectuer des mesures simultanées de vitesse et de température. Il est donc envisagé d'utiliser les technologies de mesure par fil chaud et fil froid pour réaliser ceci. Cette étude consiste donc au développement de micro-capteurs thermorésistifs permettant de repousser la limite de détection des petites échelles contenues dans un écoulement turbulent. Le premier objectif est de réaliser des sondes fonctionnelles permettant de réaliser des

mesures anémométriques ou thermométriques pour ensuite se tourner vers un second objectif visant à développer un capteur du même type mais effectuant ces deux mesures de façon simultanée. Pour atteindre ces objectifs, il a été premièrement question d'effectuer un choix pertinent sur les matériaux utilisés ainsi que d'étudier différents procédés de micro-fabrication, notamment de gravure du silicium. Ceci a alors permis de réaliser différentes géométries de micro-capteur afin d'identifier celle étant la plus appropriée aux mesures en écoulement turbulents. Afin de quantifier leur capacité à mesurer des fluctuations de vitesses, ces nouveaux capteurs ont été utilisés pour des mesures en couche limite turbulente, une attention particulière ayant été portée sur la maîtrise du protocole expérimental. Les résultats obtenus ont été comparés à différents modèles semi-empiriques ainsi qu'à des mesures effectuées avec des sondes à fil chaud classiques. Dans l'objectif d'observer la performance des micro-capteurs pour des mesures de température, un banc expérimental spécifique a été conçu donnant ainsi accès aux réponses fréquentielles pour ce type de mesure. Enfin, des premiers prototypes de micro-sondes permettant de réaliser des mesures simultanées de vitesse et de température ont été testés.

Mots clés

Anémométrie à fil chaud, Turbulence, Transfert de chaleur, Thermométrie à fil froid, Micro-technologie.