



DEPARTEMENT MULTI-PHYSIQUE POUR L'ENERGETIQUE (DMPE)

Soutenance de thèse de Rémi RONCEN

Jeudi 8 novembre 2018 à 14 h 00 – Auditorium de l'ONERA/TOULOUSE

Titre : Modélisation et Identification par Inférence Bayésienne de Matériaux Poreux Acoustiques en Aéronautique

Composition du jury :

- Emmanuel PERREY-DEBAIN, Professeur à l'UTC / Compiègne
- Olivier DAZEL, Professeur à l'Université du Mans
- Jérôme ANTONI, Professeur à l'INSA / Lyon
- Stéphane LIDOINE, Ingénieur à Airbus / Toulouse
- Frank SIMON, Ingénieur de Recherche et directeur de thèse à l'ONERA/DMPE / Toulouse
- Estelle PIOT, Ingénieur de Recherche à l'ONERA/DMPE / Toulouse

Résumé :

La réduction des nuisances sonores est un enjeu permanent pour les acteurs de l'aéronautique. Pour réduire le bruit rayonné par les moteurs, prépondérant en phase de décollage, les industriels utilisent des traitements acoustiques, appelés liners, le plus souvent constitués d'une paroi perforée et d'une cavité, disposés le long de la paroi des nacelles. Ces matériaux sont optimisés de façon à réduire le bruit rayonné hors de la nacelle, par absorption ou par interaction avec le champ acoustique interne, en présence d'un écoulement rasant. Leur comportement acoustique est régi par un phénomène de résonance, maximal dans une bande de fréquences réduite, liée à l'épaisseur de la cavité et déterminé à partir de la connaissance de l'impédance acoustique, quantité définie à la surface du matériau. Il ne permet malheureusement pas d'étendre l'absorption en large bande de fréquences et admet un comportement non-linéaire dû à la génération de tourbillons acoustiques au niveau de la surface des parois perforées en présence de forts niveaux sonores ou de vitesses d'écoulement rasant élevées. Une solution alternative peut alors consister à employer des matériaux multicouches intégrant des milieux poreux à porosité ouverte, connus pour leur absorption large bande et leur linéarité.

La première partie de ce travail de thèse se concentre sur l'identification de la microstructure de matériaux poreux, supposés rigides, ainsi que sur leur modélisation. Trois régimes fréquentiels distincts sont étudiés. Les propriétés intrinsèques de la microstructure associées à ces domaines de fréquence y sont déterminées à l'aide d'une méthode inverse statistique. Dans le régime asymptotique des hautes fréquences, des mesures du coefficient de réflexion de matériaux poreux sous différents angles d'incidences sont utilisées afin de relier la tortuosité du matériau au rapport des longueurs caractéristiques visqueuses et thermiques. Dans le domaine asymptotique des basses fréquences, la modélisation actuelle est étendue par l'ajout de deux paramètres, permettant une description plus fine du comportement visco-inertiel basse fréquence. Ces paramètres sont ensuite identifiés par méthode inverse, à l'aide de signaux transmis en incidence normale. Dans le régime des fréquences intermédiaires (domaine de l'audible), une méthode inverse basée sur des mesures en tube à impédance est mise en place.

La seconde partie s'intéresse aux liners acoustiques et à l'identification de leur impédance surfacique, une propriété représentant le comportement acoustique du matériau architecturé placé sur fond rigide. La mesure de cette impédance en conditions aéronautiques (fort niveau sonore et écoulement rasant) n'est pas triviale, et fait à nouveau intervenir la notion de méthode inverse statistique développée dans la première partie. Le problème « direct » consiste en la résolution des équations d'Euler linéarisées dans un conduit, avec prise en compte du cisaillement de l'écoulement, à l'aide d'un schéma Galerkin-Discontinu. L'approche inférentielle utilisée requérant un nombre répété d'évaluations du problème direct, un méta-modèle basé sur la méthode des snapshots est développé afin de diminuer les temps de calcul. Une fois la méthode d'identification testée sur un cas benchmark de la NASA, celle-ci est appliquée sur des liners dont la cavité est garnie de matériaux poreux. L'influence d'un fort niveau sonore et d'un écoulement rasant sur ce type de matériaux architecturés peut alors être étudiée.

Mots-clés : Matériau poreux, Fluide Équivalent, Liner acoustique, Impédance, Inférence Bayésienne, MCMC, Discontinuous-Galerkin, Équations d'Euler Linéarisées, Écoulement rasant, Fort niveau sonore, Non-linéarités