

Sujet de thèse en Mathématiques
Appliquées & Aérodynamique :
Modélisation dans le domaine temporel de la
condition d'impédance de paroi.

D. Matignon
ISAE ; DISC
10, av. E. Belin
31055 Toulouse.
tel: 05 61 33 81 12
denis.matignon@isae.fr

E. Piot
ONERA ; DMAE
2, av. E. Belin - BP 74025
31055 Toulouse Cx 4,
tel: 05 62 25 28 12
estelle.piot@onera.fr

23 Mars 2015

Objet de la thèse

La thèse porte sur la modélisation dans le domaine temporel de l'impédance de paroi traduisant la réponse vis-à-vis de la propagation d'ondes. Une application concerne les matériaux utilisés pour absorber les ondes acoustiques dans les turboréacteurs. L'impédance acoustique de paroi se définit et se mesure dans le domaine fréquentiel. Or pour simuler numériquement la complexité des phénomènes physiques liés aux environnements étudiés, on travaille dans le domaine temporel. On développera durant la thèse une transposition du fréquentiel au temporel robuste et efficace numériquement, et on l'implantera dans un code de Computational Fluid Dynamics (CFD).

Financement, Encadrement et Laboratoire d'accueil

L'**encadrement** est proposé par :

- Directeur de thèse ISAE : Denis **Matignon**, DISC. Professeur de mathématiques appliquées, HDR (2006), spécialiste de théorie du contrôle et dérivation fractionnaire, avec de nombreuses applications en acoustique, mécanique et traitement du signal. Il a participé à plusieurs projets de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), tels que Consonnes¹, Hamecmopsys², et a encadré ou co-encadré 10 doctorants.
- co-directrice de thèse ONERA : Estelle **Piot**, DMAE. Ingénieur de recherche en aérodynamique et aéroacoustique. Elle a participé à plusieurs projets industriels (EFAPS2, DTP MBM, JTI GRA) ou ANR (APAM³)

¹Cf. <http://www.consonnes.cnrs-mrs.fr/>

²Cf. <https://hamecmopsys.ens2m.fr/>

³Cf. [http://www.agence-nationale-recherche.fr/projet-anr/?tx_lwmsuivibilan_pi2\[CODE\]=ANR-08-SYSC-0001](http://www.agence-nationale-recherche.fr/projet-anr/?tx_lwmsuivibilan_pi2[CODE]=ANR-08-SYSC-0001)

concernant le comportement acoustique des parois perforées et des liners, et a encadré ou co-encadré 5 doctorants.

Financement : un demi-financement est garanti par l'ONERA / DMAE, en complément d'un autre demi-financement, demandé auprès de l'ED AA.

Laboratoire d'accueil : ONERA / DMAE.

Equipe d'accueil doctoral mixte ISAE - ONERA : MOIS ou EDyF.

Sujet détaillé

La thèse portera sur la modélisation dans le domaine temporel de la condition d'impédance de paroi. Cette condition modélise la réponse d'une paroi vis-à-vis de la propagation d'ondes, avec comme application les matériaux utilisés pour absorber les ondes acoustiques ("liners" acoustiques, utilisés notamment sur les parois des turboréacteurs d'avion), ou bien les parois poreuses utilisées sur les engins en régime hypersoniques, l'impédance de paroi modifiant alors le comportement des ondes hydrodynamiques dans la couche limite et pouvant ainsi retarder la transition du régime laminaire au régime turbulent (diminution de la traînée de frottement de l'engin). L'impédance de paroi est une grandeur qui se définit et se mesure dans le domaine fréquentiel. Or, les simulations numériques nécessaires pour prendre en compte la complexité des phénomènes pour les applications visées ont lieu dans le domaine temporel. De plus, l'impédance est facilement modélisable lorsque l'environnement est simple (comme en acoustique du bâtiment), mais des non-linéarités significatives apparaissent lorsque l'environnement se complexifie (présence d'un écoulement rapide, de niveaux sonores élevés etc...).

La thèse consistera donc à développer une transposition du domaine fréquentiel au domaine temporel qui soit robuste et efficace numériquement, et ce pour les configurations d'environnement complexes étudiés (turboréacteurs, engins en hypersonique). Ce sera fait en mettant en œuvre des techniques récentes de mathématiques appliquées développées au sein du département DISC⁴ de l'ISAE : les techniques de représentations diffusives ou plus généralement représentations intégrales de symboles fréquentiels non rationnels (racine carrée de la fréquence) sont bien balisées, répertoriées, et permettent d'obtenir des schémas d'approximation stables et efficaces dans le domaine temporel. La thèse se déroulera en collaboration avec l'ONERA (département DMAE⁵, qui travaille depuis de nombreuses années sur les thématiques applicatives concernées et sur les questions d'impédance de paroi), et l'un des objectifs de la thèse sera d'implanter le type de condition aux limites développé dans le code de mécanique des fluides elsA de l'ONERA.

⁴Département d'Ingénierie des Systèmes Complexes

⁵Département Modèles pour l'Aérodynamique et l'Energétique