

Étude Paramétrique d'un Liner Acoustique



CONGRÈS JUNIOR
PLURIDISCIPLINAIRE

Auteurs :

Edward LUCYSZYN¹

Nabil ALAMI¹

Raphaël PAIN DIT HERMIER¹

Paul SOURISSE¹

Encadrante :

Anna ROZANOVA-PIERRAT²

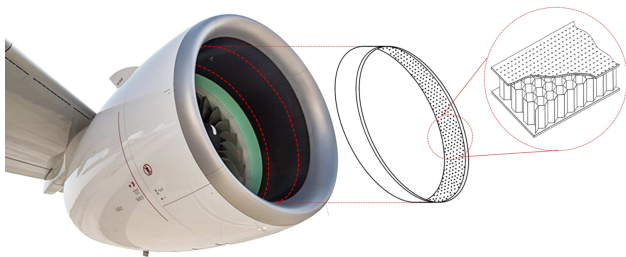
¹ CentraleSupélec, deuxième année cursus ingénieur, pôle-projet "formation à la recherche"

² Laboratoire MICS, CentraleSupélec

23 mai 2024

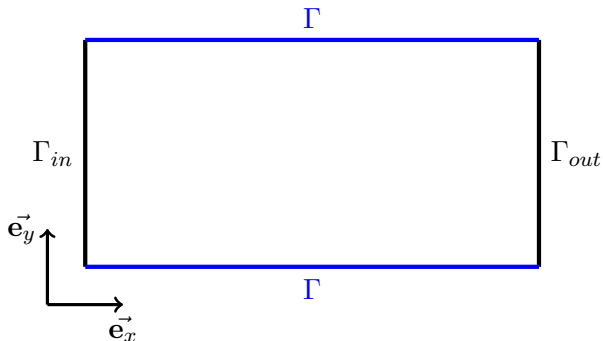
Comment diminuer la pollution acoustique dans un réacteur d'avion ?

- ▶ Liners acoustiques : revêtements appliqués sur les parois internes de la nacelle du moteur, et utilisent le principe de résonance de Helmholtz pour dissiper l'énergie acoustique et donc diminuer le bruit.



Liner acoustique appliqué sur la paroi d'un réacteur d'avion. [2]

Conditions aux bords



$$Z \frac{\partial \hat{p}}{\partial n} + i \frac{Z_0}{k_0} \chi \text{Tr}(\mathcal{D}^2 \hat{p}) = 0$$

- ▶ Décrit l'interaction de l'onde acoustique avec la paroi où le liner est posé.
- ▶ Fondée sur les équations de Navier-Stokes et les travaux de Myers. [3]

Objectifs du projet

- ▶ Cette condition n'est pas réaliste d'après plusieurs expériences. [1]
- ▶ Les récents travaux de R. Starobinski, Y. Aurégan et V. Pagneux. proposent une approximation plus précise. [4]
- ▶ $\beta_v \in \mathbb{C}$ est un paramètre complexe dissipatif.

$$\frac{\partial p}{\partial n} = \frac{\Upsilon}{i\omega} \left(i\omega + (1 - \beta_v) u_0 \frac{\partial}{\partial x} \right) \left(i\omega + u_0 \frac{\partial}{\partial x} \right) p$$

Objectif : montrer que le problème est bien posé.

Notre problème s'écrit sous la forme suivante :

$$(P_H) : \begin{cases} \Delta \hat{p} + \mathcal{D}^2 \hat{p} = \tilde{f} \in L^2(\Omega) \\ Z \frac{\partial \hat{p}}{\partial n} + i \frac{Z_0}{k_0} \chi \operatorname{Tr} \left[\mathcal{D}(\mathcal{D} + i M_0 \beta_v \partial_x) \hat{p} \right] = 0 \text{ sur } \Gamma \\ \operatorname{Tr}(\hat{p}) = 0 \text{ sur } \Gamma_{in} \\ \frac{\partial \hat{p}}{\partial n} + i k \operatorname{Tr}(\hat{p}) = 0 \text{ sur } \Gamma_{out} \end{cases} .$$

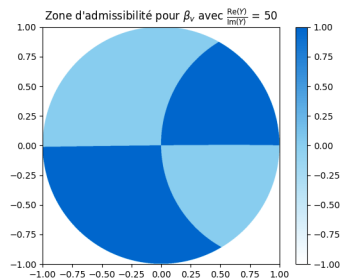
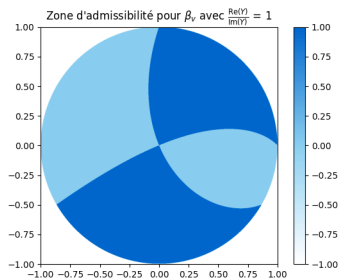
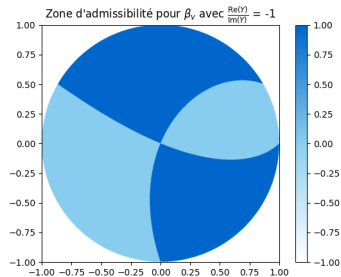
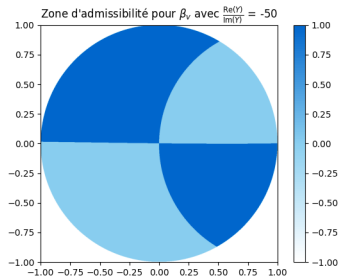
Notre théorème

Soit $\beta_v \in \mathbb{C}$ tel que $|\beta_v| < 1$. Si β_v vérifie :

$$\Re\left(\frac{1}{Z}\right) \Re\left(\frac{\beta_v^2}{1 - \beta_v}\right) - \Im\left(\frac{1}{Z}\right) \Im\left(\frac{\beta_v^2}{1 - \beta_v}\right) < 0,$$

alors le problème (P_H) ci-dessus admet une unique solution faible.

Valeurs possibles pour β_v



Pour β_v dans la zone d'admissibilité, nous avons le résultat suivant.

Théorème

Pour **une quantité** de liners acoustiques **fixée**, **il existe une distribution optimale** qui minimise l'énergie du système, et donc **qui minimise le niveau sonore** pour des données et paramètres fixés.

Conclusion

- ▶ 1) Modèle fréquentiel avec condition de Myers modifié.
- ▶ 2) Unicité de la solution.
- ▶ 3) Valeurs de β_v et distribution optimale.

- [1] C. GRANT et E. TALVILA. *Elementary numerical methods for double integrals*. BC Canada, 2019. URL : <https://arxiv.org/pdf/1905.05805.pdf>.
- [2] D. MODESTI. « Quiet Query: Scientists model how noise-reducing aircraft liners are a drag on efficiency ». In : *Swiss National Supercomputing Centre* (2022).
- [3] M.K. MYERS. *On the acoustic boundary condition in the presence of flow*. Journal of Sound et Vibration, 1980.
- [4] R. Starobinski Y. AURÉGAN et V. PAGNEUX. *Influence of grazing flow and dissipation effects on the acoustic boundary conditions at a lined wall*. The Journal of the Acoustical Society of America, 2001.