

Mise en contexte et problématique

✗ Les structures aéronautiques subissent des vibrations aléatoires à large bande pendant les vols, générées par le bruit des moteurs et l'écoulement de l'air le long des structures : [1] [2] .

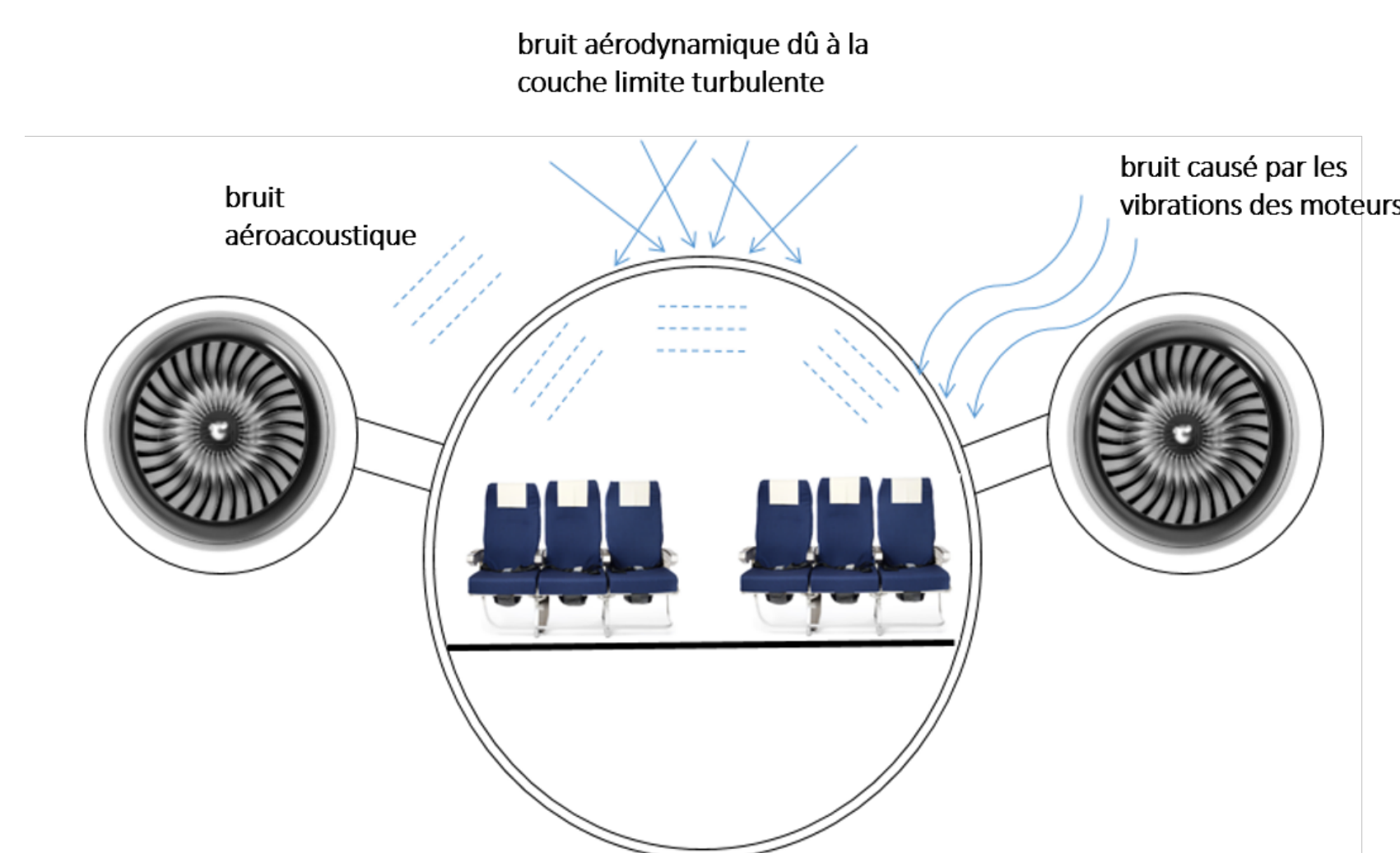


FIGURE 1 – Sources et chemins de transfert de bruit dans un avion [1]

✗ L'industrie aéronautique doit maîtriser le niveau sonore de ses produits pour répondre aux normes et aux attentes des clients.

✗ La modélisation de la transmission acoustique dans l'habitacle des avions est crucial pour améliorer le confort des passagers et des équipages, **mais cela reste un défi complexe.**

Objectifs

L'**objectif principal** de ce projet est de développer et de valider un modèle numérique représentatif d'un habitacle d'avion typique en utilisant une approche statistique appelée SEA (Statistical Energy Analysis) .

Les objectifs plus spécifiques :

- ✓ **Préciser avec exactitude les indicateurs vibroacoustiques** spécifiques à la méthode SEA, tels que les facteurs de perte interne (DLF), et la densité modale de la structure étudiée.
- ✓ **Déduire la perte par transmission TL** d'une structure d'avion [1]
- ✓ **Proposer des solutions en apportant** des modifications à la structure réceptrice et/ ou aux joints de connections.

Méthodologie suivie

→ Un système vibroacoustique complexe est représenté comme un assemblage de sous-systèmes couplés pouvant recevoir, stocker, dissiper et transmettre de l'énergie.

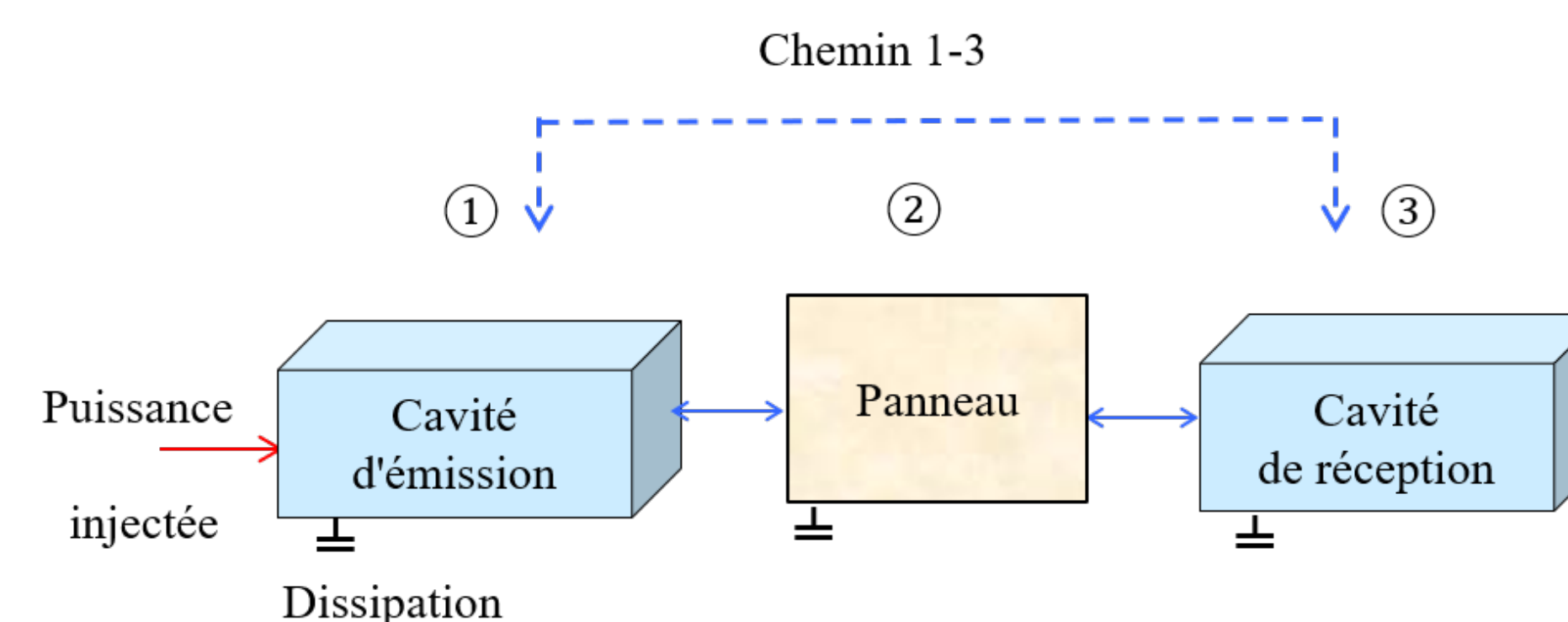


FIGURE 2 – Modèle SEA pour un sous-système [3]

$$\begin{bmatrix} \eta_1 + \sum_{i \neq 1} \eta_{1i} & -\eta_{21} & -\eta_{31} \\ -\eta_{12} & \eta_2 + \sum_{i \neq 2} \eta_{2i} & -\eta_{32} \\ -\eta_{13} & -\eta_{23} & \eta_3 + \sum_{i \neq 3} \eta_{3i} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{P_1}{\omega} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix},$$

FIGURE 3 – Équations de base de la SEA obtenues à partir du bilan des puissances [3]

→ La **perte par transmission** est obtenu à partir de la relation suivante

$$TL = \underbrace{10 \log_{10} \left(\frac{E_1}{E_3} \right)}_{NR} - 10 \log_{10} \left(\frac{V_1}{V_3} \right) + 10 \log_{10} \left(\frac{A_2}{\alpha_3 V_3} \right)$$

Application numérique

→ Le **logiciel VA-One** [3] a été utilisé pour simuler numériquement la méthode SEA sur un segment de fuselage d'avion, comme présenté sur la figure ci-dessous.

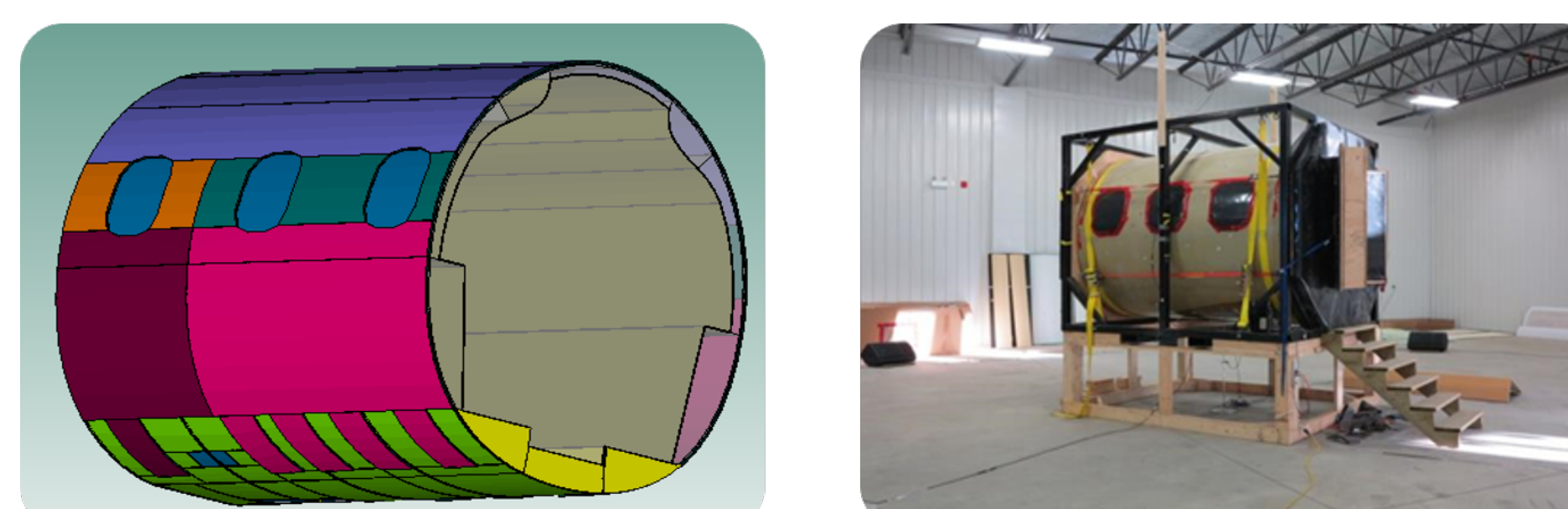


FIGURE 4 – Fuselage d'avion modélisé sur VA One

Résultats préliminaires

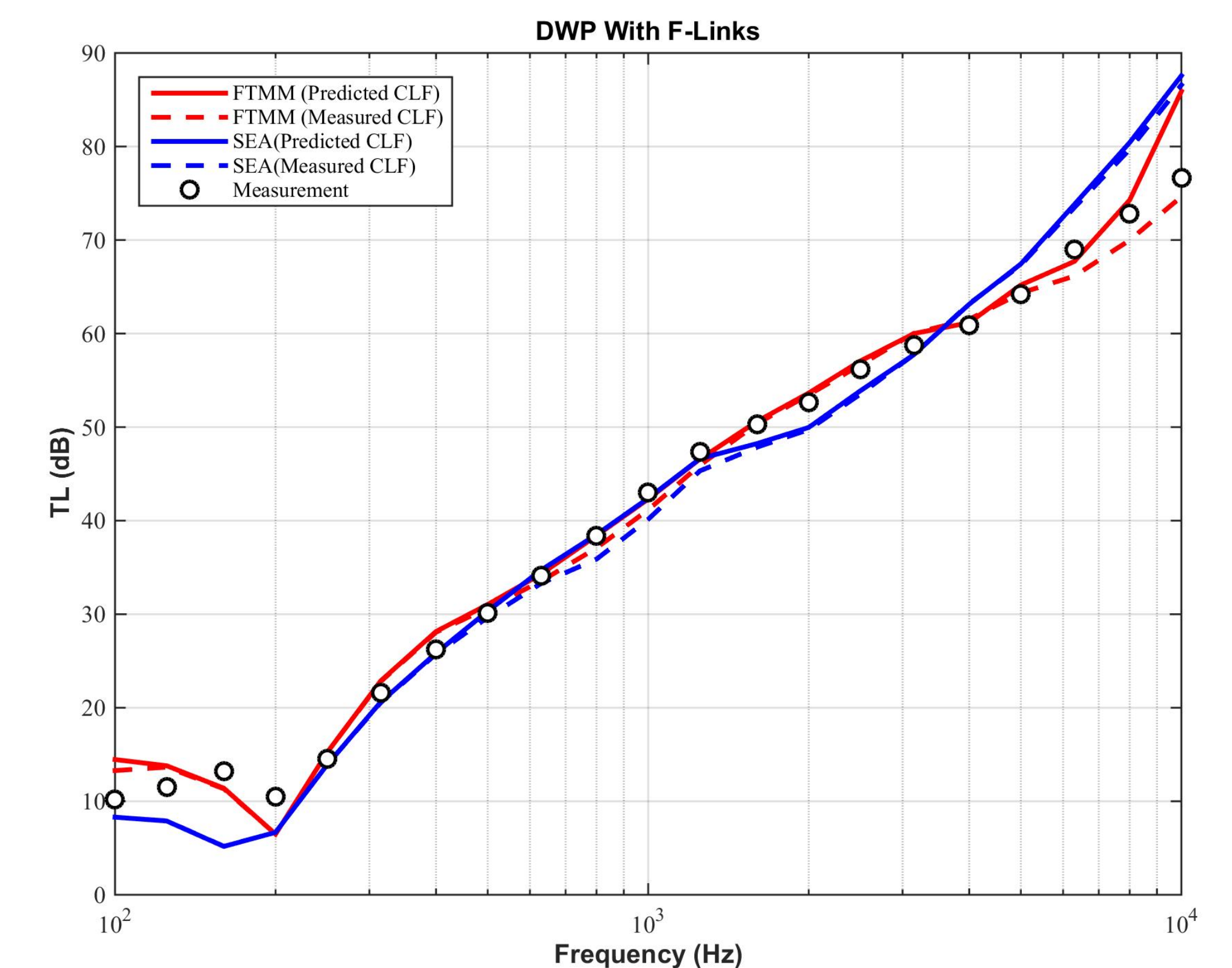


FIGURE 5 – Perte par transmission

Conclusion

- ✓ Les résultats numériques préliminaires sont prometteurs.
- ✓ La pertinence du modèle SEA développé est fortement corrélée à la détermination des différents indicateurs vibroacoustiques tels que les facteurs de perte interne (DLF), et la densité modale.
- ✓ Le but étant toujours d'améliorer la perte par transmission et de réduire les vibrations de ces structures et donc de diminuer le niveau sonore et vibratoire ressenti dans la cabine d'avion

Références

- [1] Raef Cherif and Nouredine Atalla. Experimental investigation of the accuracy of a vibroacoustic model for sandwich-composite panels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 137(3) :1541–1550, 2015.
- [2] Raef Cherif, Andrew Wareing, and Nouredine Atalla. Evaluation of a hybrid tmm-sea method for prediction of sound transmission loss through mechanically coupled aircraft double-walls. *Applied Acoustics*, 329(117) :132–140, 2017.
- [3] Raef Cherif, Andrew Wareing, and Nouredine Atalla. Sound transmission paths through a statistical energy analysis model of mechanically linked aircraft double-walls. *Noise Control Engineering Journal*, 68 :411–421, 2021.