



**HAL**  
open science

# Étude et modélisation numérique de la transmission acoustique des entrées d'air de fenêtres

Julien Puig, Jean-François Deü, Mathieu Aucejo, Walid Larbi

► **To cite this version:**

Julien Puig, Jean-François Deü, Mathieu Aucejo, Walid Larbi. Étude et modélisation numérique de la transmission acoustique des entrées d'air de fenêtres. 11ème Journées Jeunes Chercheuses et Chercheurs Acoustique, vibrations et Bruit, JJCAB2021, Nov 2021, Compiègne, France. hal-04050184

**HAL Id: hal-04050184**

**<https://cnam.hal.science/hal-04050184v1>**

Submitted on 29 Mar 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



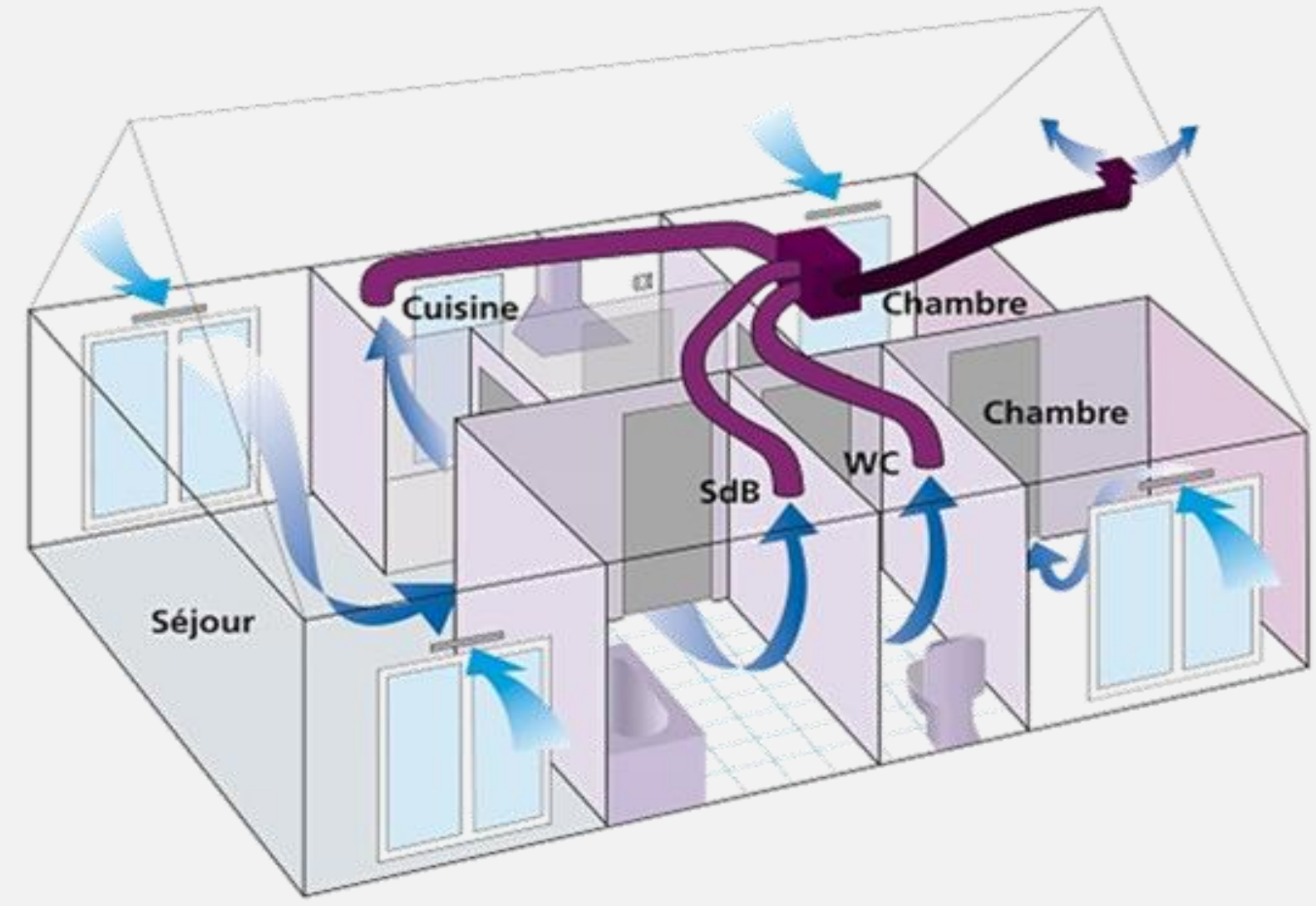
# Étude et modélisation numérique de la transmission acoustique des entrées d'air de fenêtres

J. PUIG, J.-F. DEÛ, M. AUCEJO, W. LARBI

Mots clés : Entrées d'air, isolement acoustique normalisé, transmission sonore, méthode des éléments finis, milieux poroélastiques, Patch Transfer Function (PTF) method.



## 1 Contexte et motivations



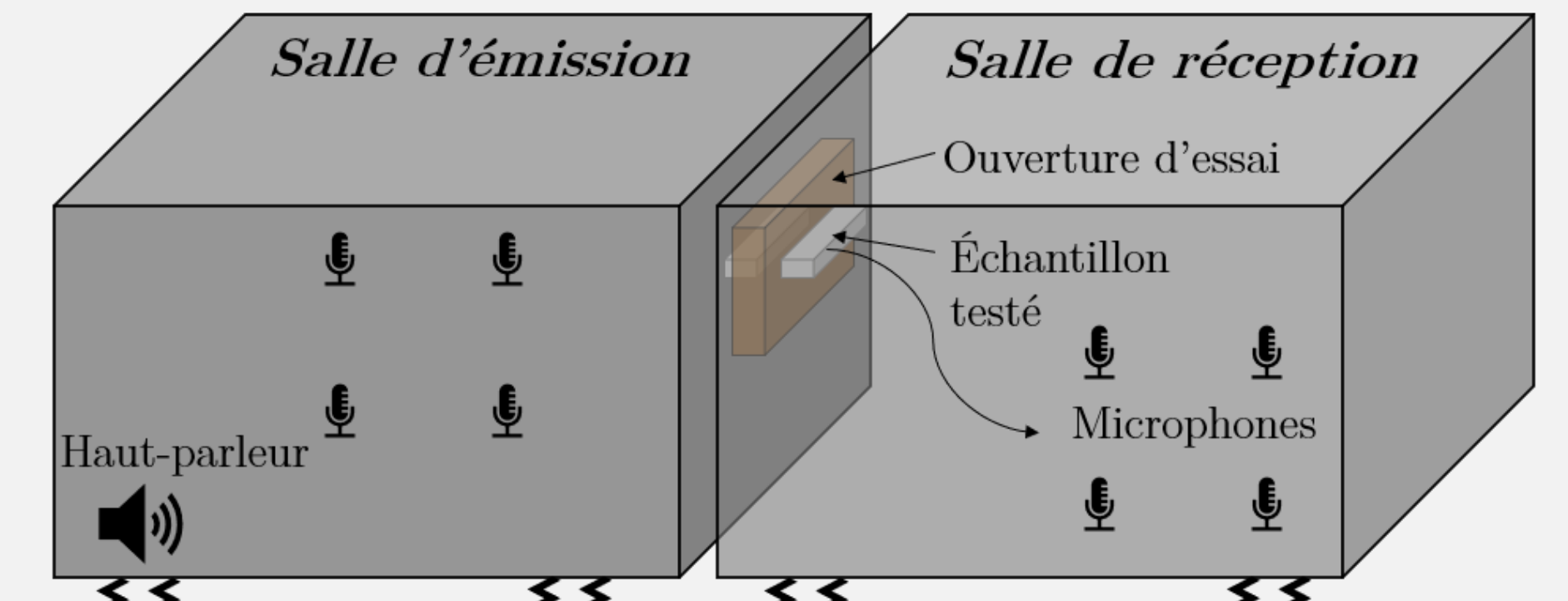
Aération du bâti au moyen d'entrées d'air

Transmission aérienne du bruit extérieur par les entrées d'air

- ❖ Perte de confort acoustique
- ❖ Conséquences sanitaires avérées
- ❖ Bruit transmis quantifié par le  $D_{n,e}$

**Objectif :** développement d'un modèle numérique d'entrée d'air pour la prédiction et l'optimisation de l'absorption acoustique

Essais en laboratoires certifiés



$$D_{n,e} = L_{\text{émission}} - L_{\text{réception}} + 10 \log \left( \frac{A_0}{A} \right)$$

⚠ Essais coûteux, peu reproductibles, sujets aux incertitudes de mesure

## 2 Méthode

Transmission acoustique d'une entrée d'air seule

**Étape 1**

Description et mise en équation du problème acoustique

Parois rigides / Traitement acoustique (Mousse polymère (mélamine))

❖ Modélisation numérique 3D par éléments finis

**Calcul de la puissance acoustique transmise**

- Puissance acoustique rayonnée obtenue à l'aide de l'intégrale de Rayleigh
- Calcul du TL :  $TL = 10 \log \left( \frac{P_{\Gamma_{out}}}{P_{\Gamma_{in}}} \right)$

Prise en compte des salles d'émission et de réception → méthode PTF

**Étape 2**

Surface de couplage / patch

➢ Pression moyenne aux patches dans chaque sous-domaine. Inconnue :  $\{\bar{v}_j\}$  → vitesse normale moyenne aux patches

$$\begin{cases} \{\bar{p}_j^{\Omega_1}\} = [Z_{jk}^{\Omega_1}] \{\bar{v}_j\} \\ \{\bar{p}_j^{\Omega_2}\} = [Z_{jk}^{\Omega_2}] \{\bar{v}_j\} + \{\bar{p}_j^{\Omega_2}\} \end{cases}$$

➢ Résolution du système et expression de la pression au point d'écoute (L)

$$p(L) = [Z_{jL}^{\Omega_2}] \{\bar{v}_j\} + \bar{p}_L^{\Omega_2}$$

➢ Application au moyen d'essai complet

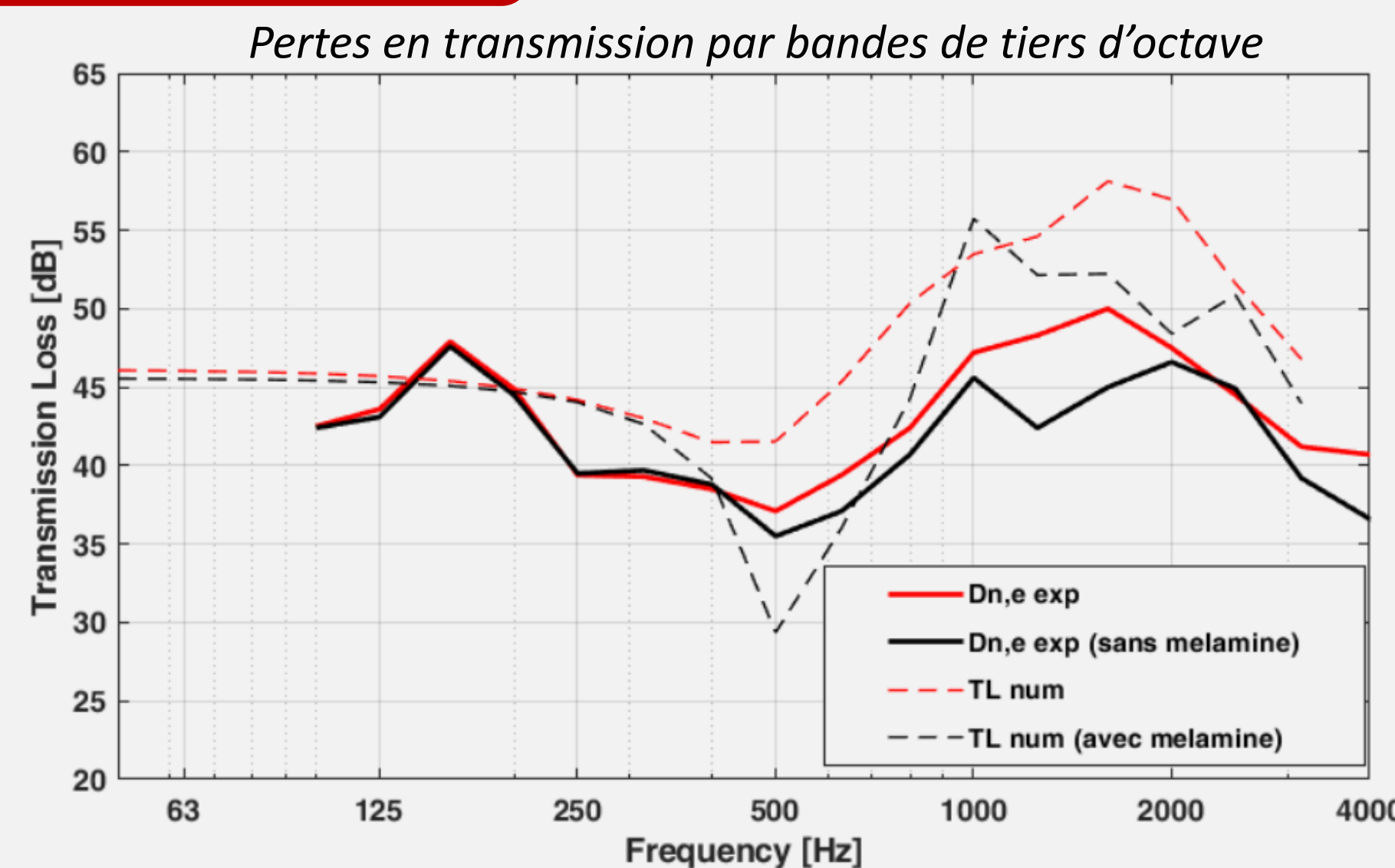
\* 9 sous-domaines

- Résolution EF
- Résolution analytique

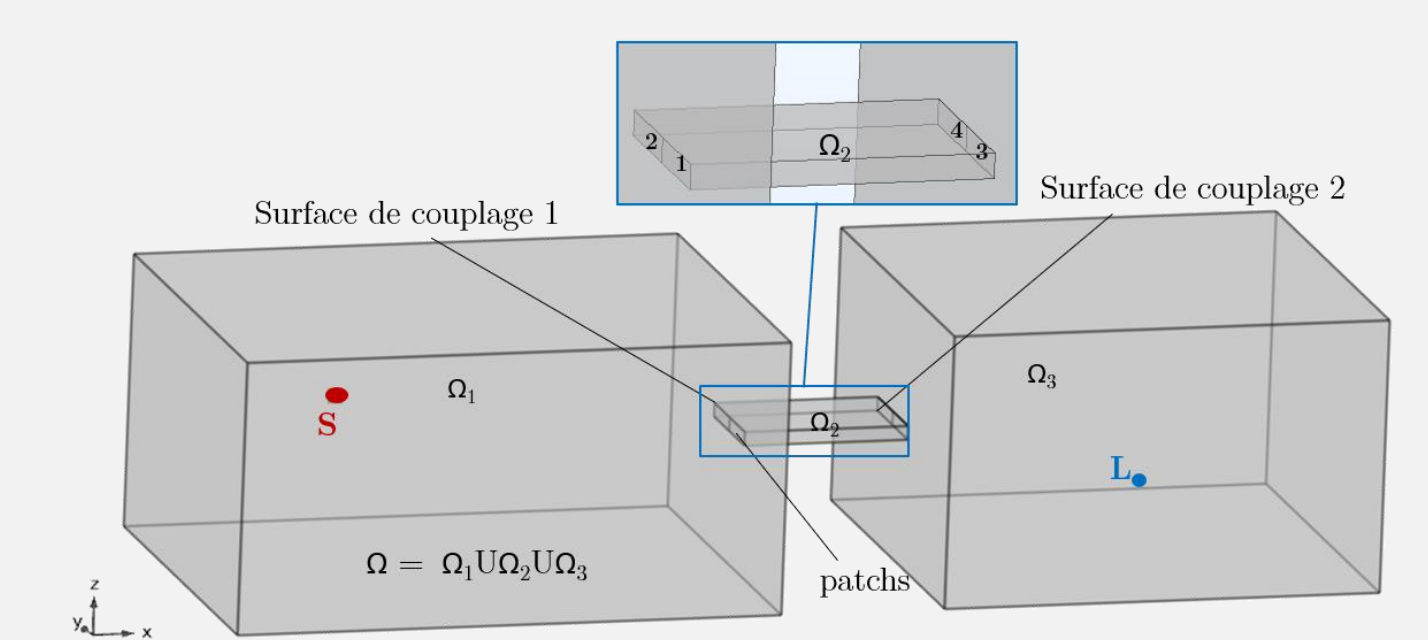
## 3 Résultats

➢ Comparaison essais-simulation d'une entrée d'air seule, avec et sans mélamine

- ✓ Pics d'absorption et de transmission correctement modélisés
- ✓ Mise en évidence de l'absorption due aux blocs de mélamine
- X Comportement BF (effets de salles mis en évidence)
- X Écart constant (~5dB) en MF et HF

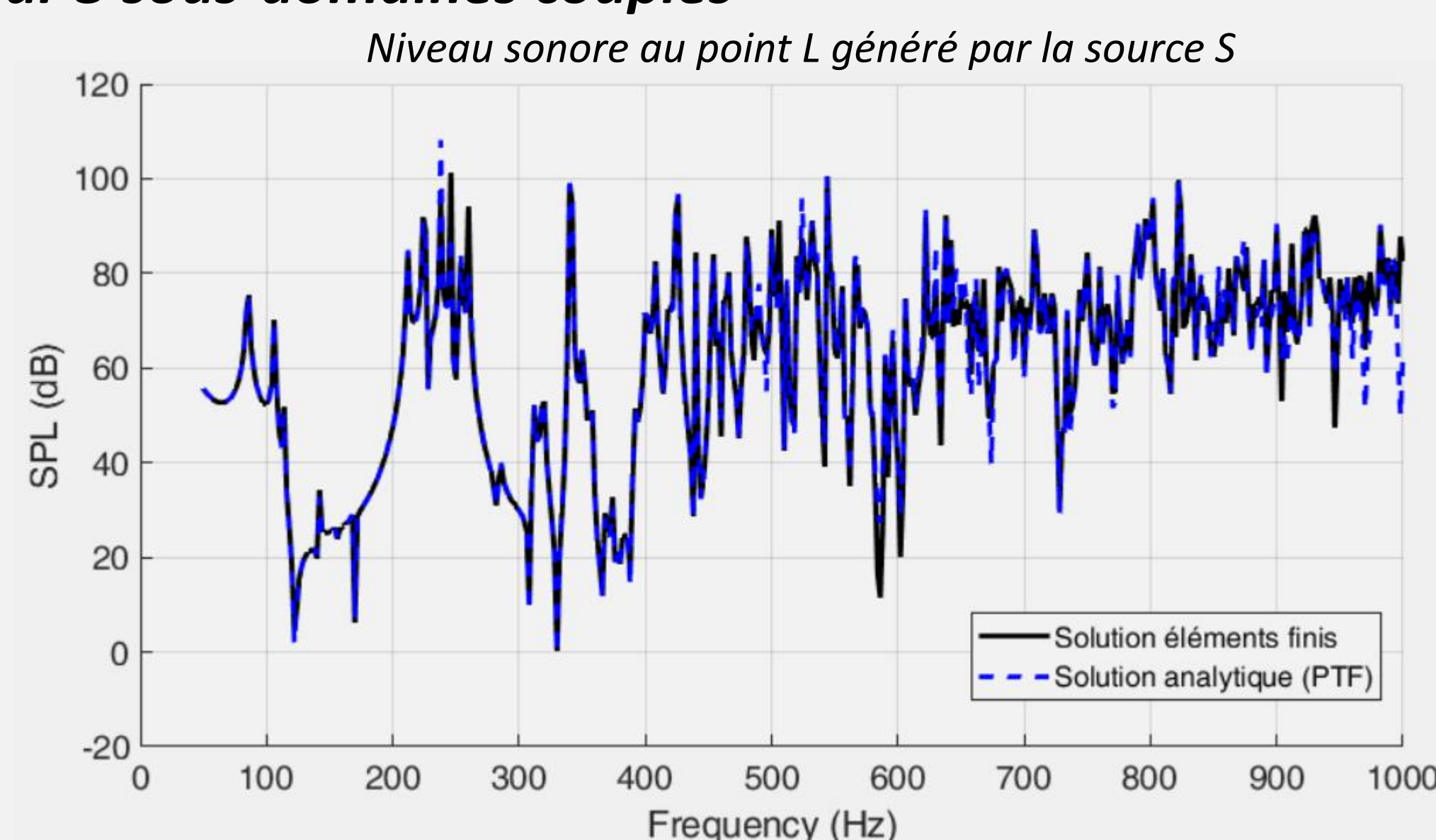


➢ Implémentation de la méthode PTF sur 3 sous-domaines couplés



Configuration de type émission-échantillon-réception

- Temps de résolution :
- Analytique : 10 minutes
  - Numérique : ~21 heures (1 074 662 ddl)
- Volume des sous-domaines : 3 m<sup>3</sup>, 0.012 m<sup>3</sup>, 2.4 m<sup>3</sup>



- ✓ Les solutions quasi-analytiques et numériques sont quasiment superposées
- ✓ Gain de temps considérable
- X La solution quasi-analytique nécessite de considérer des modes allant jusqu'à 15 fois la fréquence max de l'étude. Le nombre de modes pris en compte devient excessivement grand (chaos modal) pour des salles de tailles réelles (>100 m<sup>3</sup>)

## 4 Perspectives

- ❖ Application de la méthode PTF au moyen d'essai complet
- ❖ Accélération de convergence de la méthode PTF (relèvement quasi-statique)
- ❖ Prise en compte des incertitudes (matériaux, conditions de mesures)
- ❖ Optimisation : matériaux, géométrie

## Bibliographie

- [1] C. Soussi, M. Aucejo, W. Larbi, J.-F. Deû. Numerical analyses of the sound transmission at low frequencies of a calibrated insulating glazing unit. *Applied Acoustics*, 179, pp. 108065, 2021.
- [2] P. Jean. Modeling of sound transmission through air inlets. Proceedings of the 16th International Congress on Sound and Vibration, Cracovie, Pologne, July 5-9, 2009.
- [3] M. Ouisse, L. Maxit, C. Cacciolati, J.-L. Guyader. Patch transfer functions as a tool to couple linear acoustic problems. *Journal of Vibration and Acoustics*, 127, pp. 458-466, 2005.
- [4] M. Grialou. Vibro-acoustics substructuring: Combining simulations and experimental identification of subdomains for low frequency vehicle acoustics, Thèse de doctorat de l'Université de Lyon, 2018.
- [5] L. Maxit, M. Aucejo, J.-L. Guyader. Modelling of sound transmission through ship structures using the patch transfer functions approach. Proceedings of the 40th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Osaka, Japon, September 4-7, 2011.