

## Modélisation et optimisation des tubes de Herschel-Quincke en présence de matériaux absorbants pour la réduction du bruit de soufflante

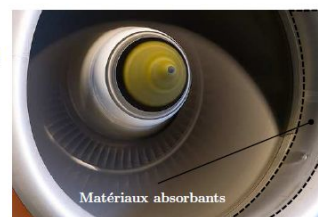
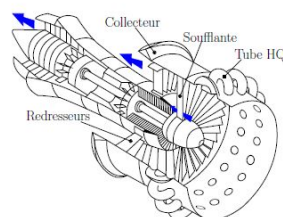
Romain MARECHAL, Emmanuel PERREY-DEBAIN, Jean-Michel VILLE  
2008 - 2011

### Introduction

#### Contexte et Problématique

- Bruit de soufflante : interaction entre les pales et les redresseurs. Présence de raies (à la fréquence de passage de pales et ses harmoniques) et d'un bruit large bande dans le spectre du bruit émis.
- Matériaux absorbants, type nid d'abeilles, atteignant leurs limites à partir d'une certaine longueur de traitement et peu efficace pour atténuer les modes d'ordres peu élevés.
- Quelle(s) solution(s) pour améliorer les performances de ces matériaux ?

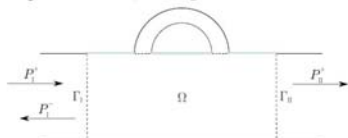
Coopération BDI : CNRS - SNECMA



### Concept des tubes de Herschel-Quincke

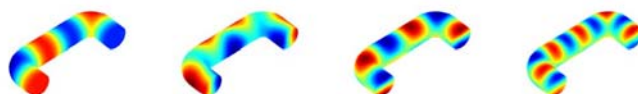
Tubes placés en dérivation du conduit principal. Les effets attendus de ces tubes HQ sont de deux natures :

- **Interférence destructive** au niveau des interfaces de ces tubes avec le conduit principal. La différence de marche entre l'onde sonore qui passe dans le tube HQ et celle qui passe dans le conduit principal crée un déphasage et une réduction du bruit transmis
- **Conversion modale** : les interfaces se comportent comme des sources pistons et modifient les amplitudes modales dans le conduit principal. Les modes d'ordre peu élevés sont ainsi convertis vers des modes d'ordre plus élevés (atténuation plus efficace, changement de directivité, ...)



### Modélisation des tubes HQ

- **Calcul de la base modale** pour les tubes HQ modélisés à l'aide d'une méthode éléments finis standard
- **Modes propres aux interfaces** des tubes HQ et fréquences propres stockés (faible coût de stockage)



- Prise en compte de la **géométrie exacte** du tube HQ



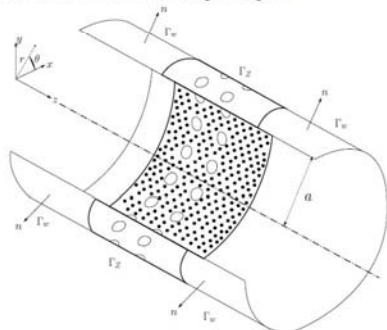
- Possibilité d'avoir un **profil de vitesse acoustique linéaire par morceaux** le long des interfaces

### Formalisme de Green

Dans le conduit principal, on calcule la fonction de Green analytique adapté à la géométrie du conduit et aux conditions aux limites (matériaux absorbants caractérisés par leurs impédances) :

$$G(\mathbf{x}, \mathbf{x}_0) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\tilde{\psi}_{mn}(\mathbf{x}) \tilde{\psi}_{mn}(\mathbf{x}_0) e^{i\beta_{mn}|z-z_0|}}{-2i\beta_{mn}}$$

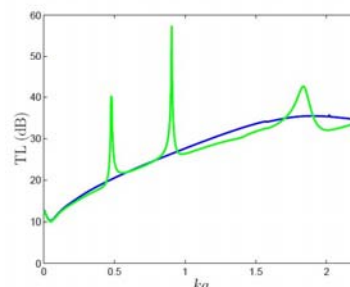
$\tilde{\psi}_{mn}$  sont les modes traités du conduit principal.



### Résultats et Conclusions

Avec le formalisme de Green et la modélisation numérique des tubes HQ, on obtient un modèle prédictif :

- ce modèle est **non restreint aux basses fréquences**
- **large réduction du coût numérique** (temps CPU, mémoire vive, ...)
- **adapté pour une optimisation** des paramètres des tubes HQ



- Effets combinés du matériau absorbant avec un tube HQ : - matériau absorbant sans tube HQ, - avec le tube HQ "optimisé".