

EFFICACITÉ ACOUSTIQUE D'UN REVÊTEMENT ABSORBANT

- ⇒ Caractérisation in-situ du traitement acoustique
- ⇒ Effet de l'installation dans une entrée d'air de turbomachine

Hélène GOUNET

DSNA/ACMT



⇒ MESURE IN-SITU DE L'IMPÉDANCE ACOUSTIQUE

Méthode à 2 microphones

- * Principe de la méthode
- * Application à l'insonorisation d'une entrée d'air de turbomachine
- * Impédance acoustique d'un feutre métallique associé à un nid d'abeilles

⇒ EFFET DE L'INSTALLATION DANS UNE ENTRÉE D'AIR DE TURBOMACHINE

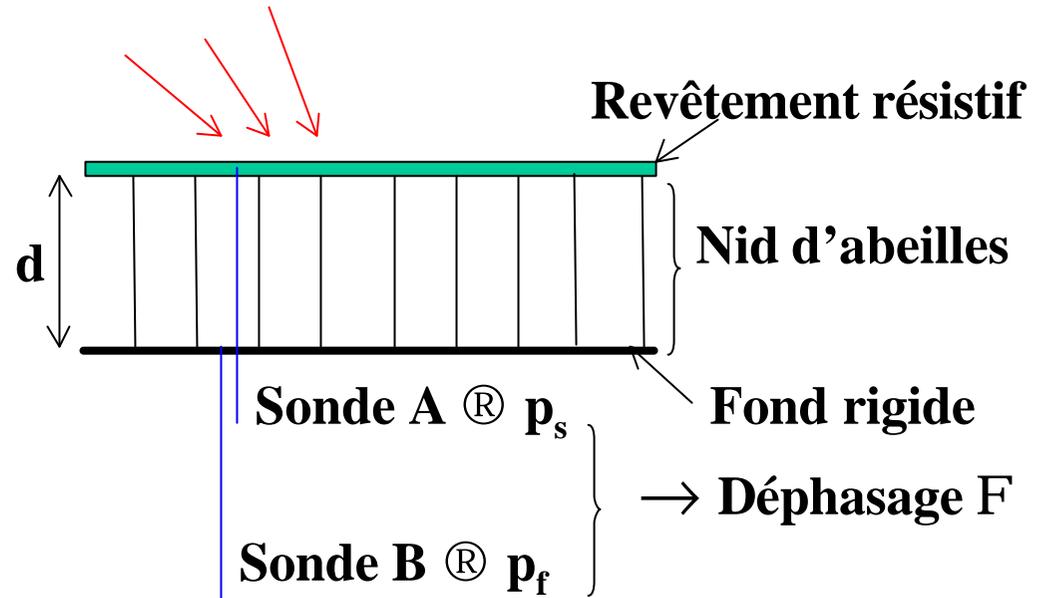
Mesure du champ sonore rayonné

- * Influence du rapport Surface traitée/Surface frontale
- * Modification de la fréquence d'atténuation maximale
- * Interprétation de la fréquence d'accord

PRINCIPE DE LA MÉTHODE DE MESURE IN-SITU

⇒ Théorie basée sur la propagation dans une cavité élémentaire

⇒ Égalité des vitesses vibratoires de part et d'autre du revêtement résistif



$$\frac{Z}{\rho c} = R + iX = \frac{-i}{\sin(kd)} \frac{|p_s|}{|p_f|} e^{i\Phi}$$

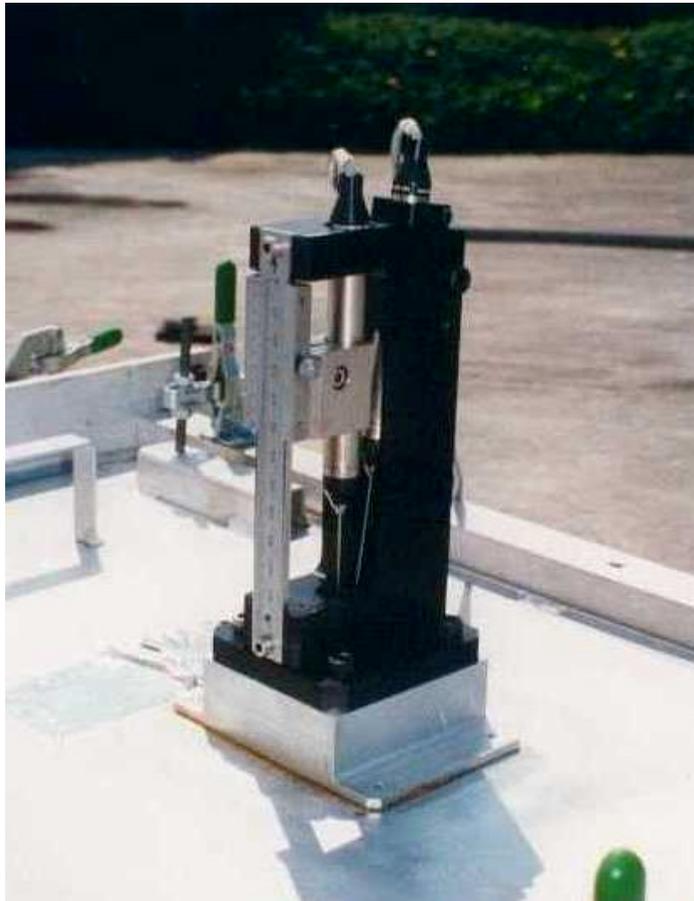
ONERA

MESURE IN-SITU DE L'IMPÉDANCE ACOUSTIQUE

PRÉCAUTIONS D'EMPLOI

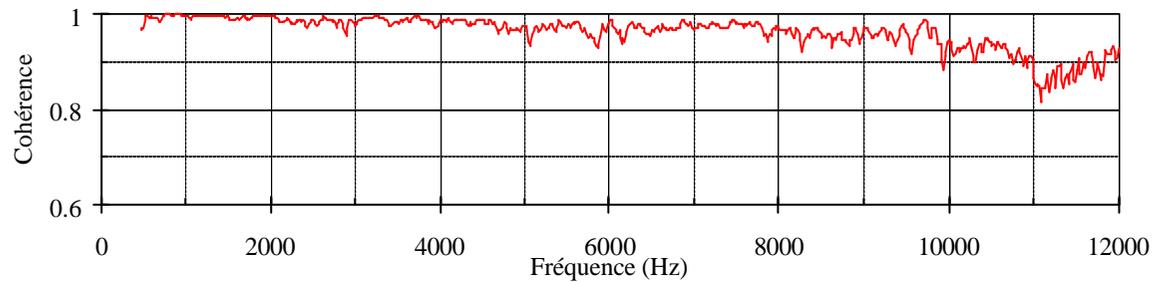
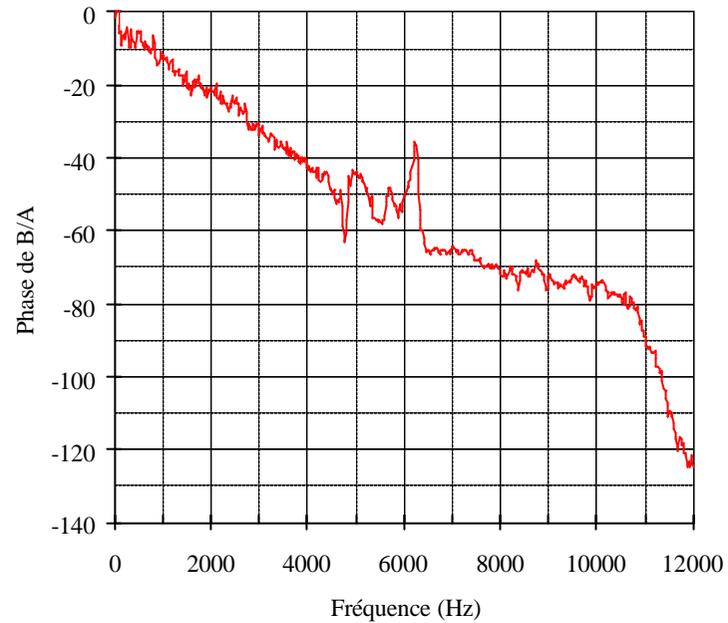
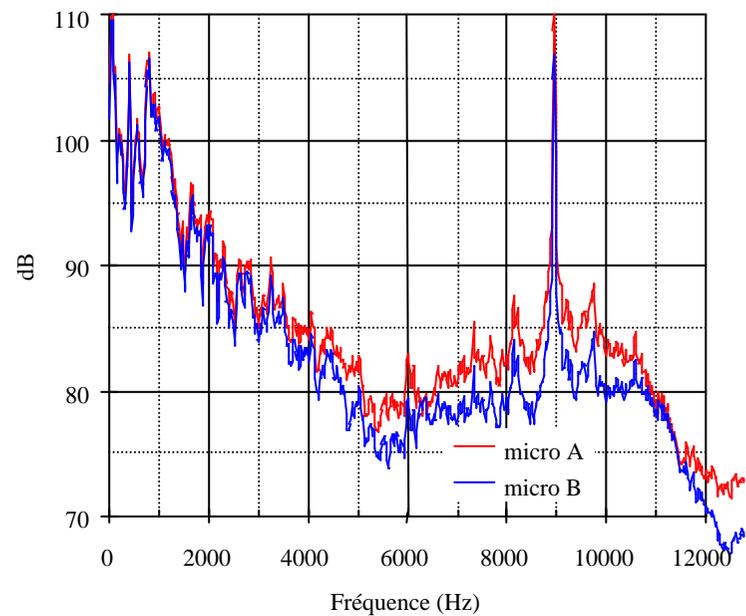
- ◆ Épaisseur du revêtement résistif petit devant la longueur d'onde $\Rightarrow e \ll \lambda/4$
- ◆ Pas de propagation transversale \Rightarrow dimension transversale des cavités $< \lambda/2$
- ◆ Les 2 microphones sont placés dans la même cavité \Rightarrow diamètre des sondes suffisamment faible pour ne pas modifier le champ acoustique dans la cavité
- ◆ Étalonnage préalable pour s'affranchir des écarts de réponse en niveau et en phase entre les 2 sondes

MESURE IN-SITU DE L'IMPÉDANCE ACOUSTIQUE DANS L'ENTRÉE D'AIR D'UNE TURBOMACHINE



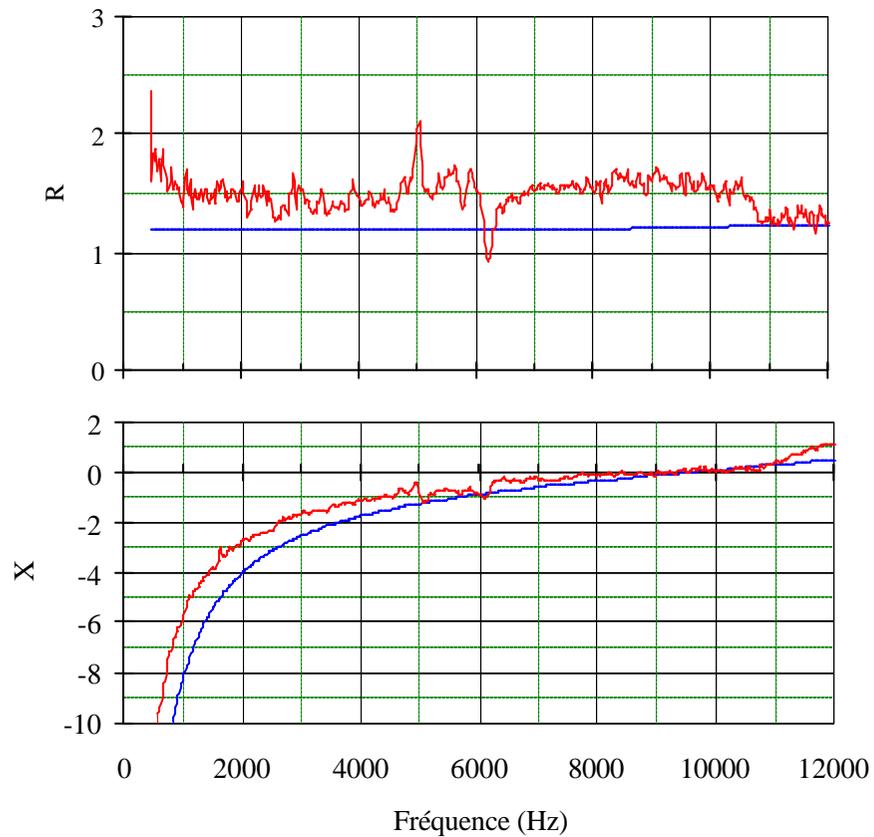
- ◆ 2 sondes B&K 4182
 - Diamètre 0,05 " (1,27 mm)
 - Température max = 700°C
 - Réponse en fréquence plate entre 1 Hz et 20 kHz
- ◆ Entrée d'air de section carrée
 - Surface frontale = 0,32x0,32 m²
 - Longueur totale = 1,30 m
- ◆ Feutre métallique + nid d'abeilles
 - d = 8 mm
 - d = 28 mm

MESURE IN-SITU DE L'IMPÉDANCE ACOUSTIQUE D'UN TRAITEMENT ABSORBANT

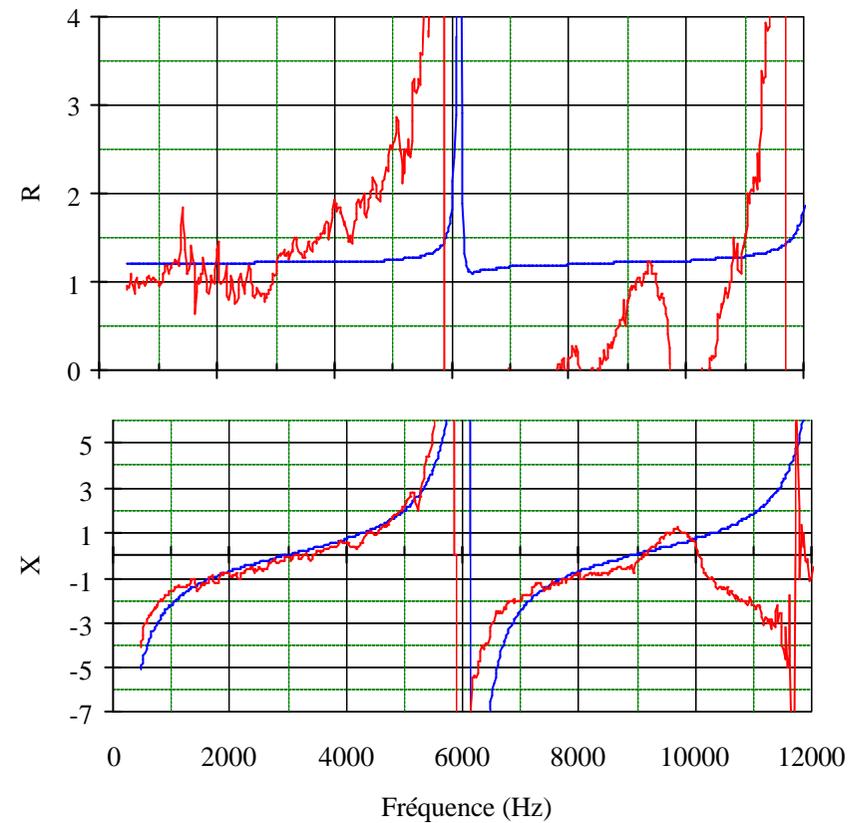


IMPÉDANCE ACOUSTIQUE SPÉCIFIQUE FEUTRE MÉTALLIQUE + NID D'ABEILLES

$d = 8 \text{ mm}$

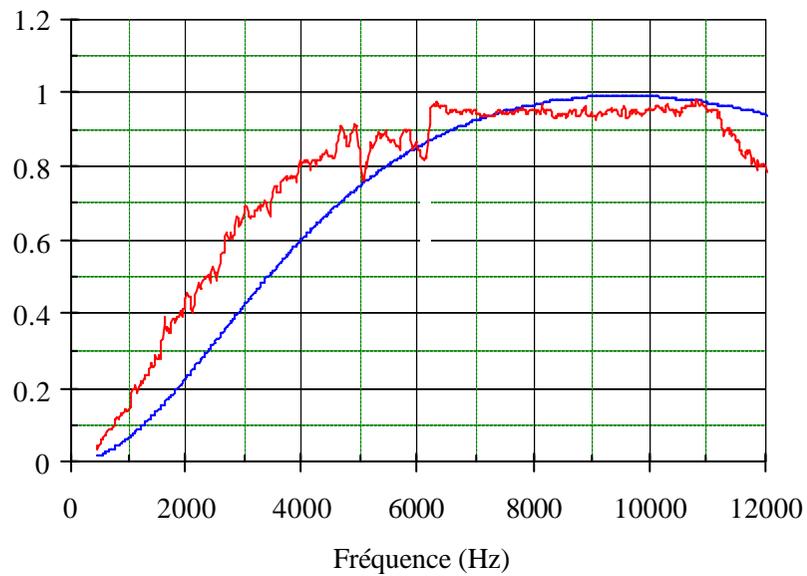


$d = 28 \text{ mm}$

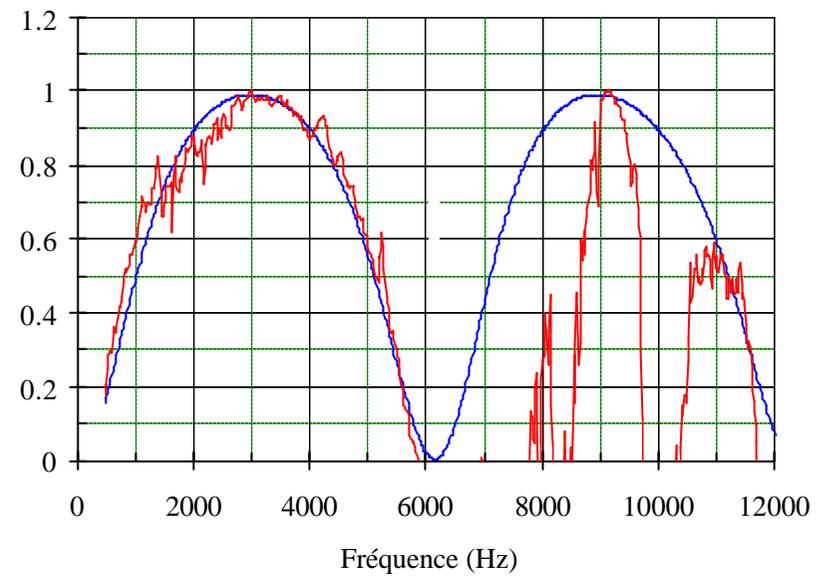


COEFFICIENT D'ABSORPTION SOUS INCIDENCE NORMALE

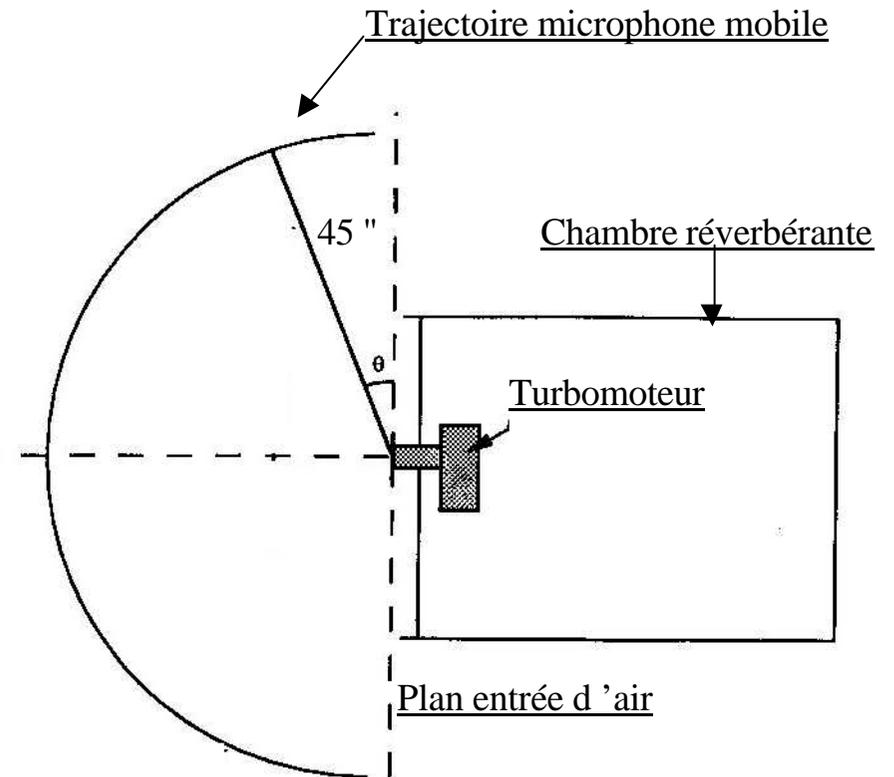
$d = 8 \text{ mm}$



$d = 28 \text{ mm}$

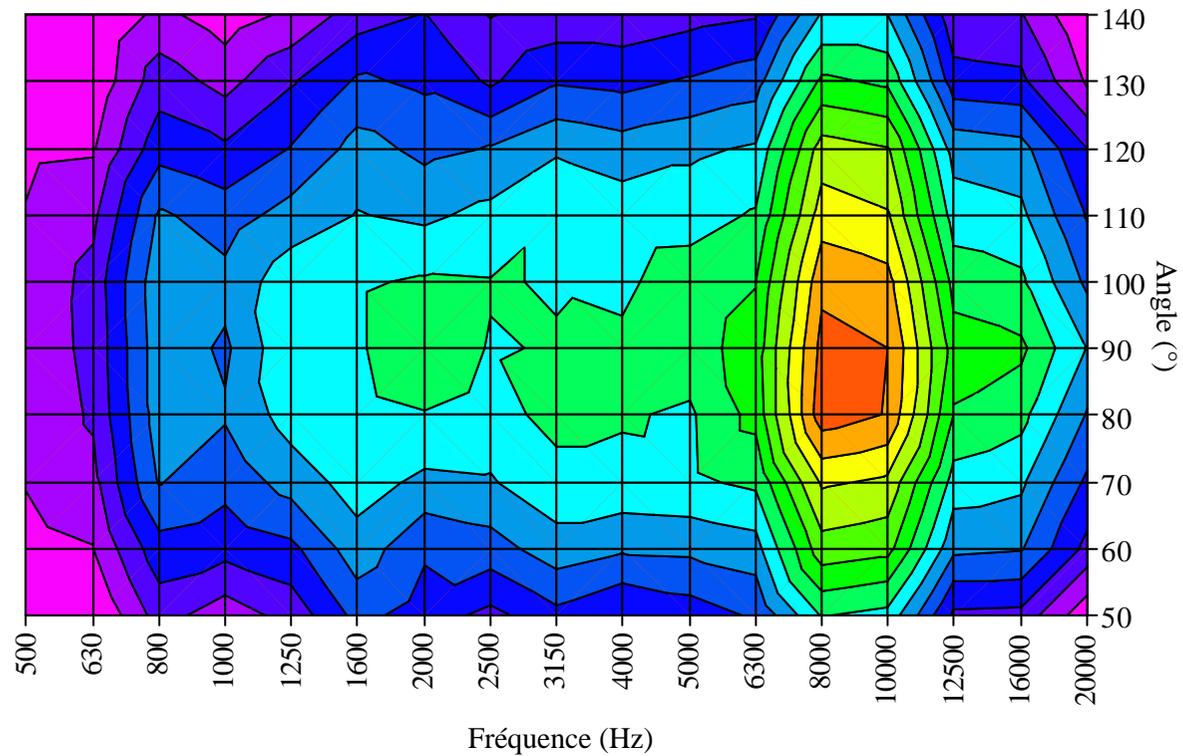


MESURE DU RAYONNEMENT SONORE



Vue de dessus

BRUIT RAYONNÉ EN CHAMP LOINTAIN PAR L'ENTRÉE D'AIR D'UNE TURBOMACHINE (Sans traitement acoustique)

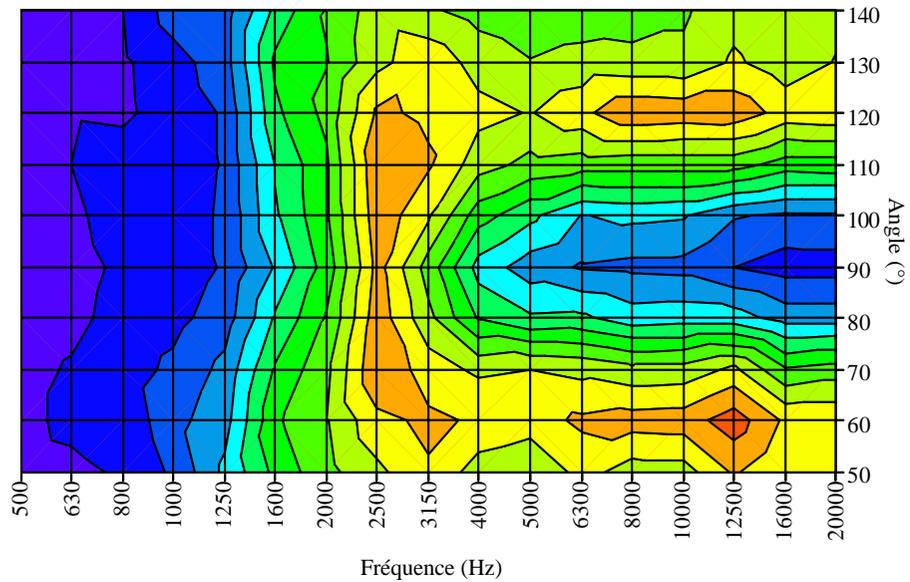


ATTÉNUATION DU BRUIT RAYONNÉ PAR UN CONDUIT TRAITÉ

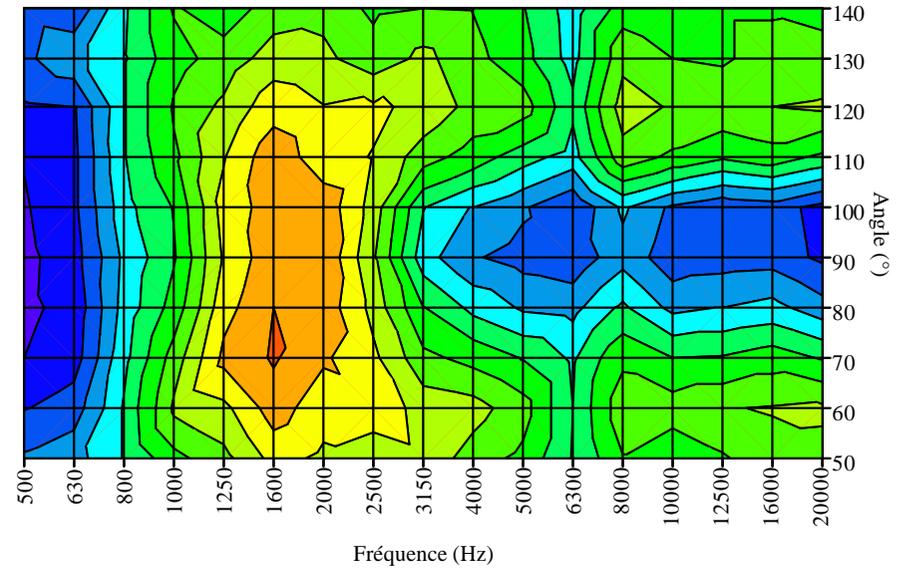
$$S_t/S_f = 16$$

$$\Delta \text{ (dB)} = L_{\text{rigide}} - L_{\text{traité}}$$

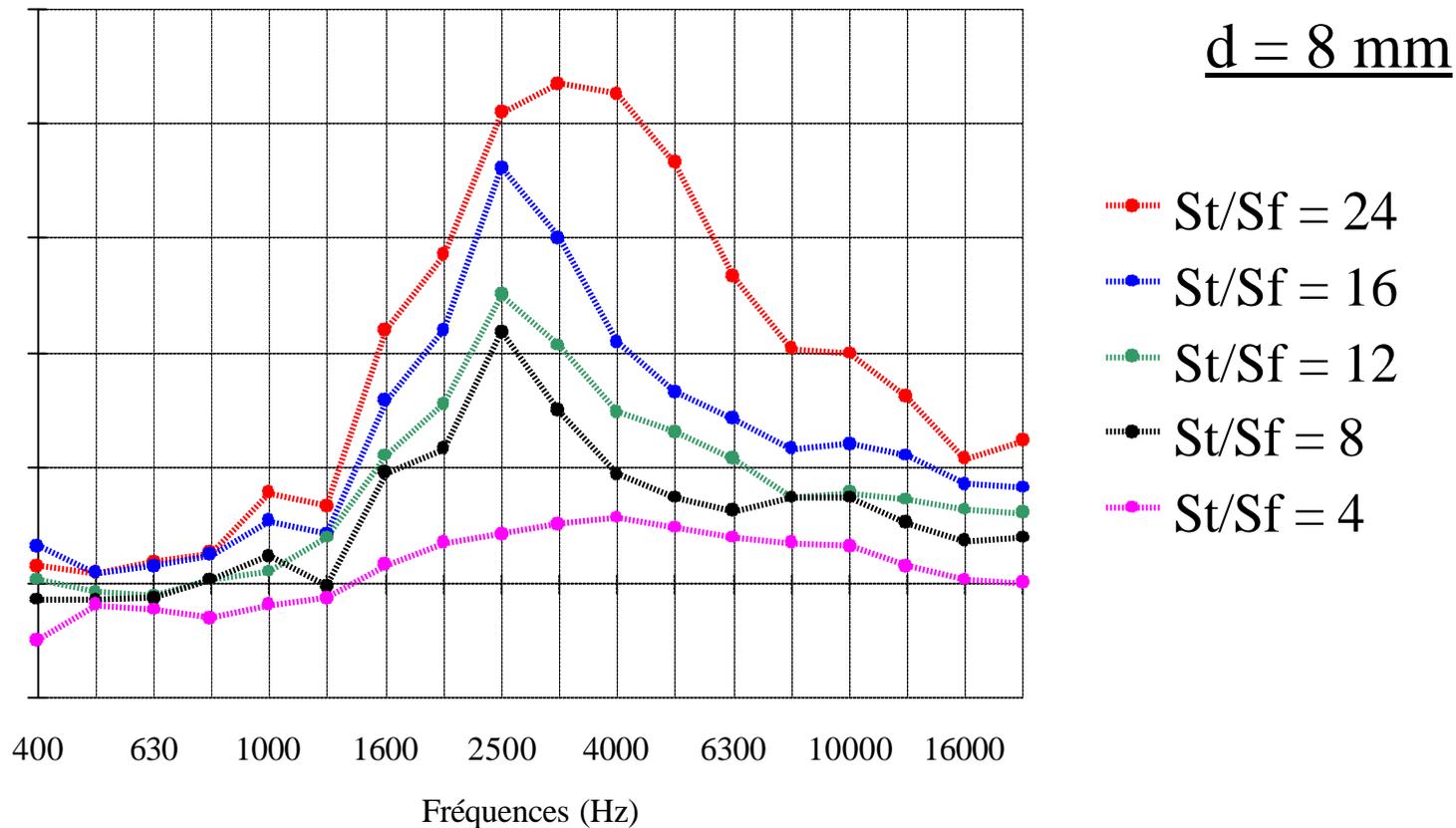
d = 8 mm



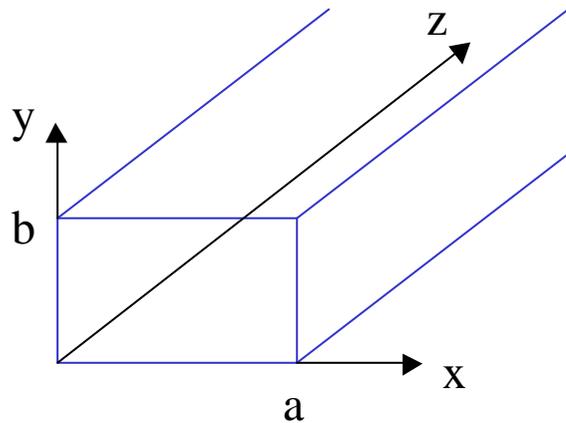
d = 28 mm



INFLUENCE DU NOMBRE DE PAROIS TRAITÉES SUR LES SPECTRES D'ATTENUATION



CALCUL DE L'ATTÉNUATION DANS UN CONDUIT DE SECTION RECTANGULAIRE



$$p(x, y, z, t) = P_{mn} e^{i(\omega t - k_{mn} z)} \cos(k_x x + c_x) \cos(k_y y + c_y)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} k^2 = k_{mn}^2 + k_x^2 + k_y^2 \\ k_{mn} = \gamma_{mn} - i\beta_{mn} \end{array} \right.$$

Résolution de l'équation transcendante
(méthode de Runge-Kutta)

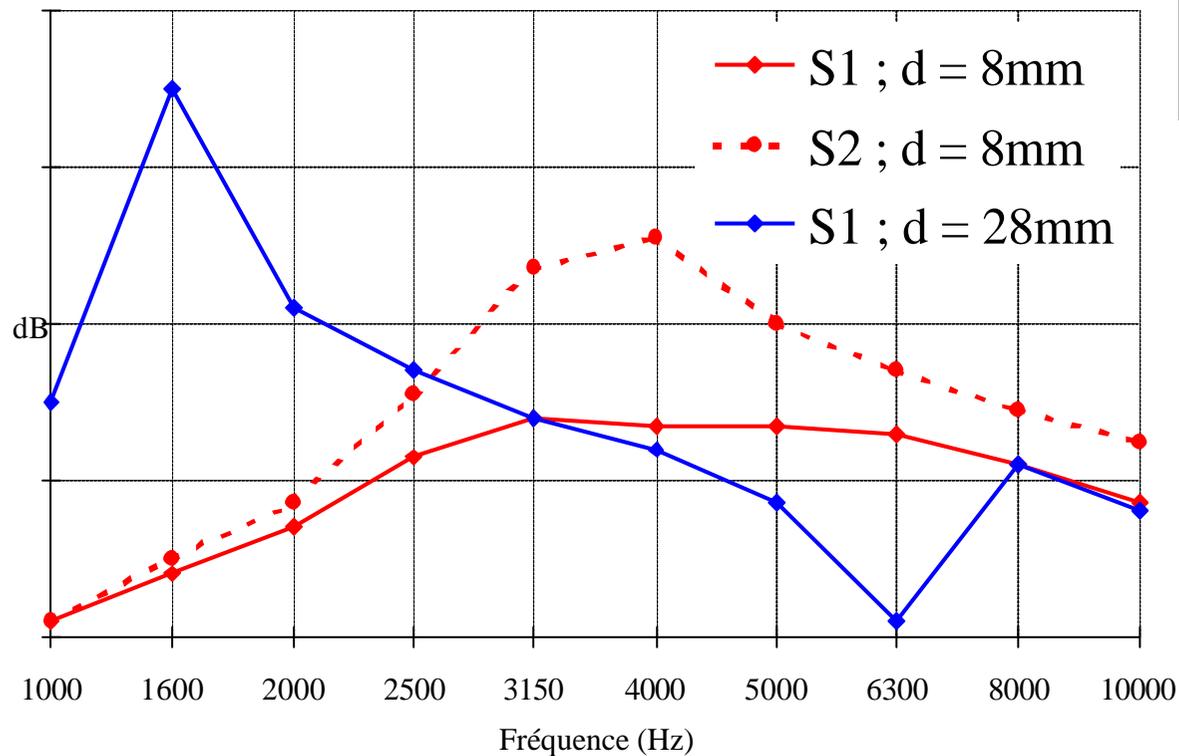
$$\operatorname{tg}(k_x a) \left[\frac{ik}{k_x Z} - \frac{k_x Z}{ik} \right] = -2$$

Atténuation en dB/m du mode (m,n) $A_{mn} = 20\beta_{mn} \log(e)$

$$\longrightarrow A_{\text{tot}} \text{ (dB)} = 20 \log \frac{\sum_{m,n} P_{mn}}{\sum_{m,n} P_{mn} 10^{-A_{mn} L / 20}}$$

ONERA

CALCUL DE L'ATTÉNUATION SONORE 4 PAROIS TRAITÉES



$$S_1 = 0,32 \times 0,32 \rightarrow S_t/S_f = 16$$

$$S_2 = 0,16 \times 0,32 \rightarrow S_t/S_f = 24$$

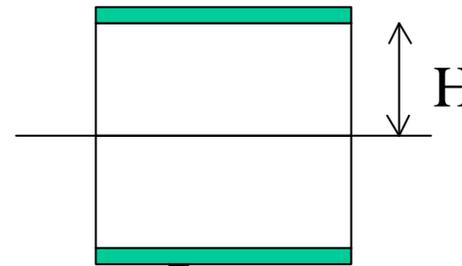
- Prise en compte de tous les modes propagatifs
- $P_{mn} = 1 \forall m \text{ et } n$

PRÉVISION DE LA FRÉQUENCE D'ACCORD CONDUIT DE SECTION RECTANGULAIRE

1 face traitée



2 faces traitées



Couche résistive + nid d'abeilles d'épaisseur d

Paramètre caractéristique : $\eta = \frac{2 H}{\lambda}$

Impédance optimale : $Z = R + iX = (0,92 - 0,77i)\eta$

$$f_{\text{acc}} = \frac{c}{\sqrt{3,08 \pi d H}}$$

ONERA

CONCLUSIONS

- Mise en place et validation d'une méthode de mesure d'impédance acoustique sur site
- Mise en évidence d'un décalage en fréquence entre le coefficient d'absorption sous incidence normale et l'atténuation maximale résultant du traitement des parois d'un conduit
- Validation de méthodes d'estimation de la fréquence d'atténuation maximale