

Mesurer la réponse d'un microphone en basses fréquences

Christophe Langrenne¹, Philippe Chenevez² (et Philippe Herzog !)

¹LMSSC-Cnam, 292 rue Saint Martin, 75141 Paris cedex 3

²CINELA, 4ter passage des Ecoliers, 75015 Paris

TOEBF, 18 janvier 2018

CINELA : accessoires pour microphones de prise de son

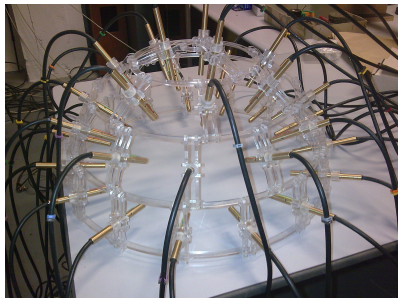
Suspensions antivibratoires



Bonnets anti-vent



CINELA partenaire privilégié du LMSSC (prototypage)



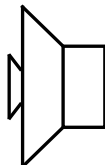
Antenne hémisphérique : découpe laser



Antenne sphérique : impression 3D, capsules à base de mems

Cinela : mesure de proximité

Mesures comparatives avec ou sans coiffe à 30 cm jusqu'à 100 Hz.

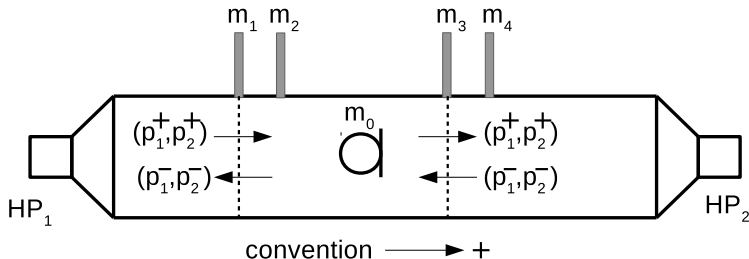


Amadeus
PMX5

HP coaxiaux contrôlés par processeur

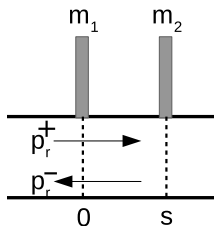
Objectif : mesure en basses fréquences

Mesures en tube :



- validation de la méthode sur un tube de petites dimensions
- dimensionnement du tube final
 - ▶ longueur
 - ▶ géométrie cylindrique ou rectangulaire
 - ▶ positions des microphones

Méthode : Mesures en tube



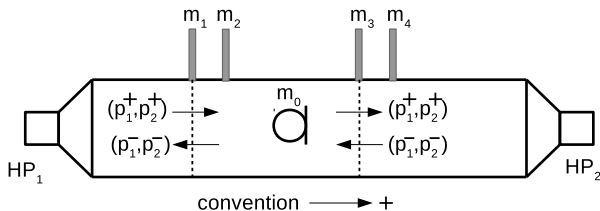
Convention $e^{i\omega t}$

$$H_{rm_1} = \frac{G_{rm_1}}{G_{rr}} \quad H_{rm_2} = \frac{G_{rm_2}}{G_{rr}}$$

$$H_{rm_1}(0) = p_r^+ + p_r^-$$

$$H_{rm_2}(s) = p_r^+ \exp(-iks) + p_r^- \exp(iks)$$

Méthode : Mesures en tube



Simulation contrôle actif après mesure :

$$H_{axe} = H_{1m_0} - \frac{p_1^-}{p_2^-} \bigg|_{m_3} H_{2m_0}$$

$$H_{ref} = p_1^+ \bigg|_{m_1} - \frac{p_1^-}{p_2^-} \bigg|_{m_3} p_2^+ \bigg|_{m_1}$$

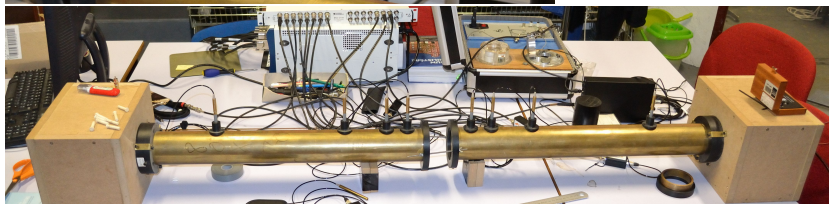
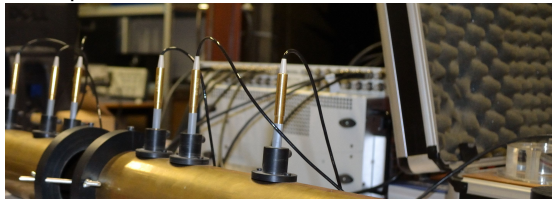
$$H_{m_0} = \frac{H_{axe}}{H_{ref}}$$

idem pour incidence opposée

Résultats expérimentaux

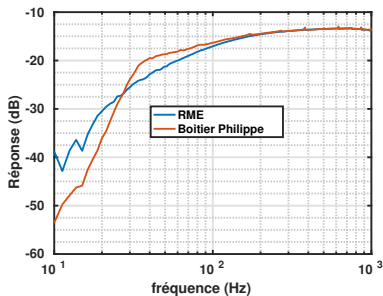
Microphone cardioïde Schœps CCM4

Microphones de référence Sennheiser Ke4

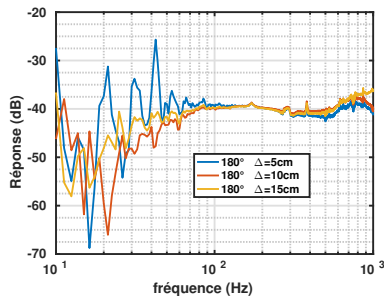


Résultats expérimentaux

Réponse incidence frontale

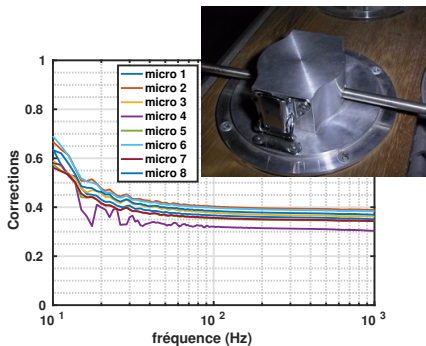


Réponse incidence opposée

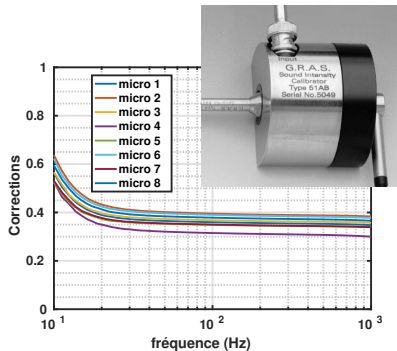


Calibration

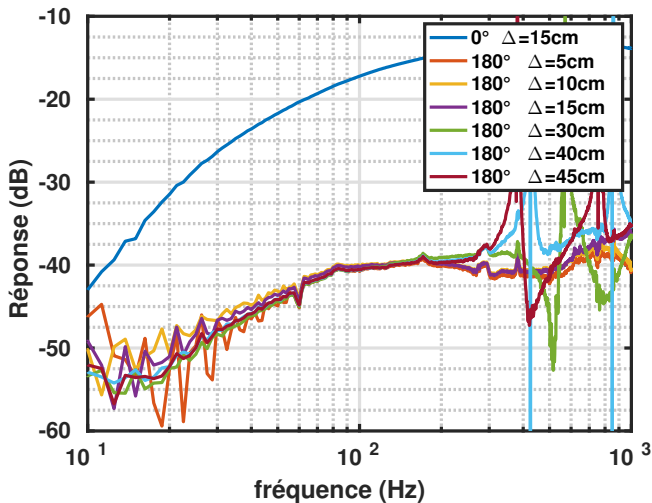
Calibration "valise CETIM"



Calibration GRAS

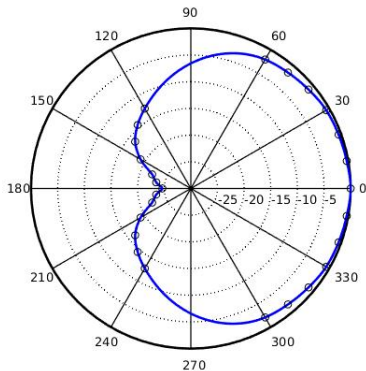


Mesures en tube, calibration GRAS

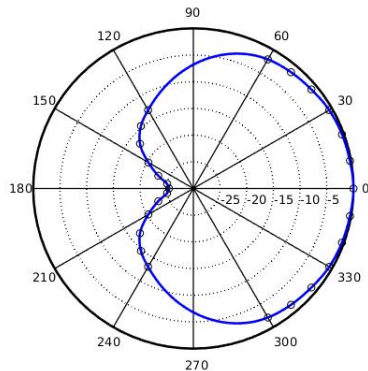


Directivité

à 50 Hz



à 100 Hz



Dimensionnement du tube final

Estimation de la zone de transition piston/onde plane

Tube rectangulaire 60 cm x 60 cm avec piston de 30 cm

$$p(x, y, z, t) = \sum_{mn} A_{mn} e^{(-ik_{mn}z)} \cos\left(\frac{m\pi}{l_x}x\right) \cos\left(\frac{n\pi}{l_y}y\right) e^{(i\omega t)}$$

$$\text{avec } k_{mn} = \sqrt{k^2 - \left(\frac{m\pi}{l_x}\right)^2 - \left(\frac{n\pi}{l_y}\right)^2}$$

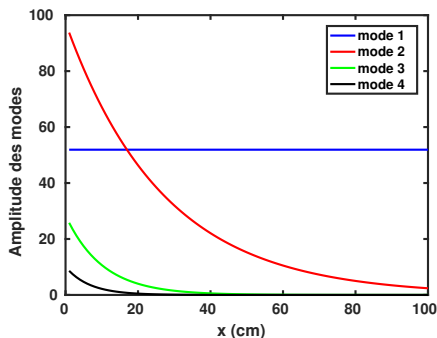
En basses fréquences, seul le mode (0,0) est propagatif, les autres sont évanescents.

Dimensionnement du tube final

Estimation de la zone de transition piston/onde plane

Tube rectangulaire 60 cm x 60 cm avec piston de 30 cm

à 200 Hz



Dimensionnement du tube final

Estimation de la zone de transition piston/onde plane

Tube cylindrique de diamètre 60 cm avec piston de 30 cm

$$p(r, \theta, z, t) = \sum_{mn} A_{mn} J_m(k_{mna} r) \cos(m\theta) e^{-ik_{mnz} z} e^{i\omega t}$$

avec $k_{mnz} = \sqrt{k^2 - k_{mna}^2}$

et k_{mna} n zéros de la dérivée de $J_m(ka)$

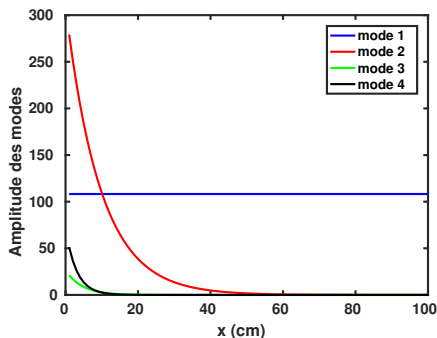
En basses fréquences, seul le premier mode est propagatif, les autres sont évanescents.

Dimensionnement du tube final

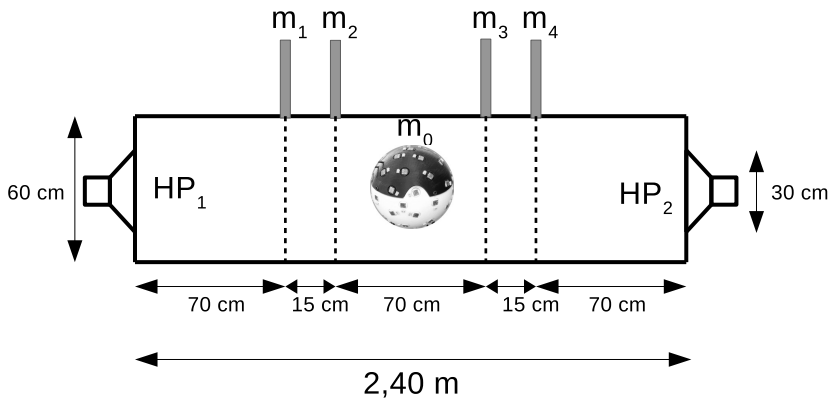
Estimation de la zone de transition piston/onde plane

Tube cylindrique de diamètre 60 cm avec piston de 30 cm

à 400 Hz



Conclusions



Conclusions

- Cartes d'acquisition
 - ▶ NI USB 6212 (8 entrées, 2 sorties), environ 1800 €
 - ▶ RME Fireface UC (8 entrées, 8 sorties, 2 alim. phantom), env. 900 €
- Test calibration en fond de tube
- microphones de référence (Ke4) : mems Knowles SPM0687LR5H-1
 - ▶ faible bruit de fond (70 dB)
 - ▶ très bonne réponse en basses fréquences (10 Hz à 10 kHz)
 - ▶ réponse non plate, mais dispersion très faible dans une même série
 - ▶ excellente réponse en phase
 - ▶ adapté au réseau de microphones, antennerie
 - ▶ montage 1/4" (1 mems), 1/2" (2 mems) (S/N 73 dB) ou autre
 - ▶ possibilité alimentation IEPE (4 mA)