

Une expérience de contrôle actif volumique du bruit dans une sphère

Objectif

Atténuer le bruit en tout point d'un volume donné en réduisant par contrôle actif la pression mesurée à sa surface.

Principe théorique

Equation de **Kirchhoff-Helmholtz** :
en l'absence de source à l'intérieur du volume,

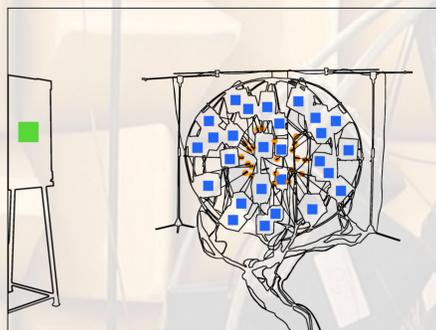
$$p(\Omega) = f\left[p(\Sigma), \frac{\partial p}{\partial n}(\Sigma)\right]$$

En dehors des fréquences propres
du **problème de Dirichlet intérieur**,

$$p(\Sigma) = 0 \Rightarrow p(\Omega) = 0$$

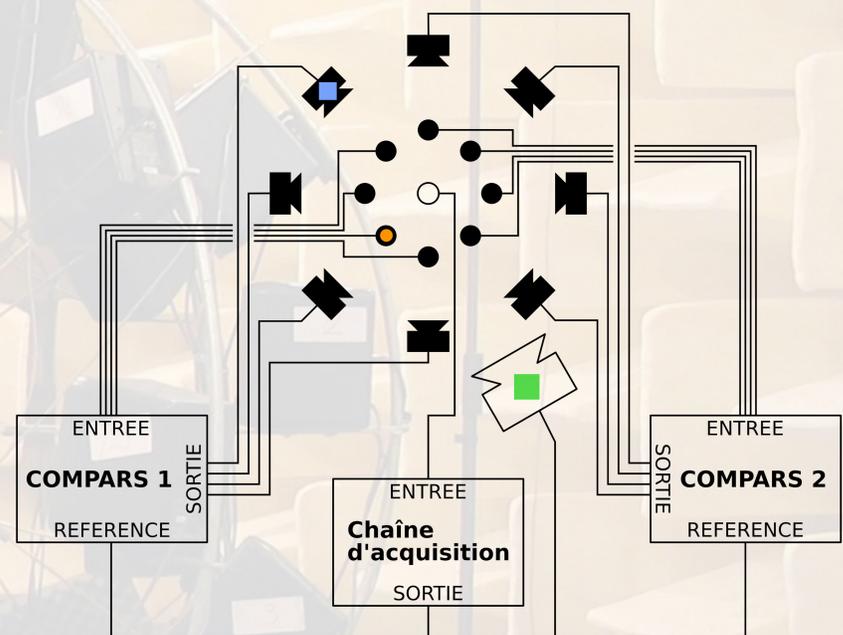
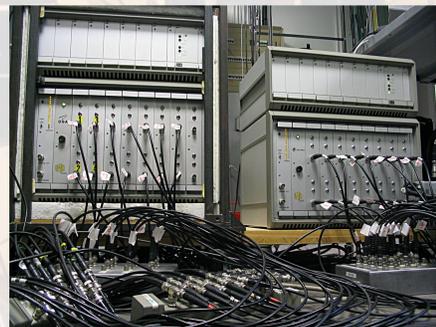
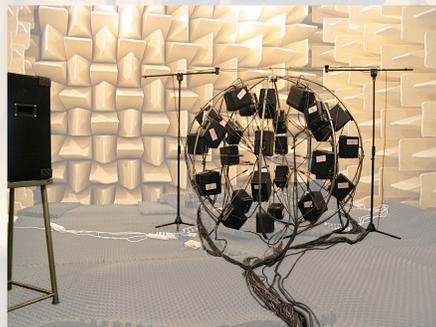
⇒ il suffit d'annuler la pression acoustique **sur** Σ
pour l'annuler **partout** dans Ω

Dispositif expérimental : 30 voies de contrôle



Légende :

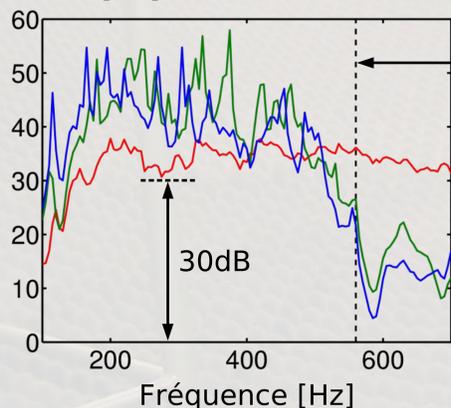
- Source primaire (1)
- Sources secondaires (30)
- Microphones de minimisation (30)



Résultats : un système efficace jusqu'à 500Hz

Son pur (sinus glissant) :

Atténuation [dB]



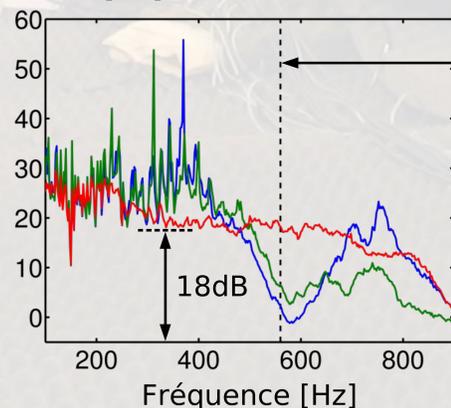
$f=560\text{Hz}$
(1ère fréquence propre pour une sphère de rayon 30cm)

- microphones de minimisation
- microphone intérieur 1
- microphone intérieur 2

- sur la bande 200-500Hz, atténuation > 30dB sur **tous les microphones**
- autour de 560Hz, l'atténuation chute sur **les microphones intérieurs**

Son large bande (bruit blanc) :

Atténuation [dB]



$f=560\text{Hz}$

- microphones de minimisation
- microphone intérieur 1
- microphone intérieur 2

- sur la bande 100-500Hz, atténuation $\geq 20\text{dB}$ sur **tous les microphones**
- autour de 560Hz, l'atténuation chute sur **les microphones intérieurs**

Conclusions

Contrôle très efficace **partout** jusqu'à environ **500Hz**.
A cette fréquence, le contrôle ne peut plus être considéré comme «local» (rayon de la sphère $\approx \lambda/2$).

Autour de **560Hz**, une **résonance** de la pression acoustique dans la sphère empêche l'atténuation du son à **l'intérieur**.
(prévu par la théorie)

⇒ possibilité d'appliquer la technique à la **reproduction de champs sonores** basse-fréquence

Perspectives

- A **court** terme : réalisation d'une expérience similaire dans un environnement plus réverbérant
- A **moyen** terme : application à la reproduction de sons de bang supersonique