Holographie acoustique non-stationnaire pour la visualisation des bruits transitoires

M. FEDIA, J. ANTONI, M. HADDAR

Thèse en coopération avec l'unité dynamique des systèmes mécaniques(UDSM) de l'ENIS

2010-2012

Problématique

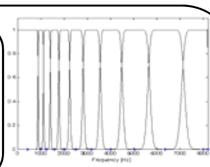
- Dans l'industrie la plupart des sources sont de nature transitoire
- Les méthodes d'holographie actuelles permettent de caractériser les signaux non-stationnaires par simple transformation de Fourier inverse.
- Cette procédure engendre un temps de calcul très coûteux car il faut inverser un très grand nombre de canaux de fréquences.

objectif

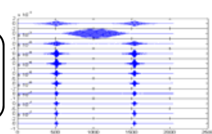
- Développer une procédure qui consiste à l'inversion de l'équation intégrale d'Helmholtz dans une base d'ondelettes temps-fréquence au lieu de la base de Fourier.
- Revenir dans le domaine temporel en profitant du principe de décomposition en bandes de fréquences
- Utiliser l'approche qui se base sur des bancs de filtre itérés en n-ième d'octave.

Description des bancs de filtres itérés en n-ième d'octave

Les bancs de filtres itérés en *n*-ième d'octave divisent l'octave en *n* sous-intervalles de manière à constituer une succession de filtres passe-bande à pourcentage de bande constant (CPB)



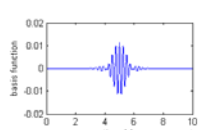
Le signal à analyser est décomposé sur une base d'ondelettes en *n*-ième d'octaves



Propriété et Principe

Les fonctions de bases sont appelées « paquets d'ondes »

$$\left\langle \psi_{ij}, \psi_{i'j'} \right\rangle = \sum_{n=0}^{N-1} \psi_{ij}(n)\psi^{*}_{i'j'}(n) = \delta_{ii'}\delta_{jj'}$$



Analyse

$$X_{ij} = \left\langle x, \psi_{ij}(n) \right\rangle$$

Synthèse

$$x_i(n) = \sum_j X_{ij}\psi_{ij}(n)$$

$$x(n) = \sum_{i=1}^{I} x_i(n)$$

Conditions requises

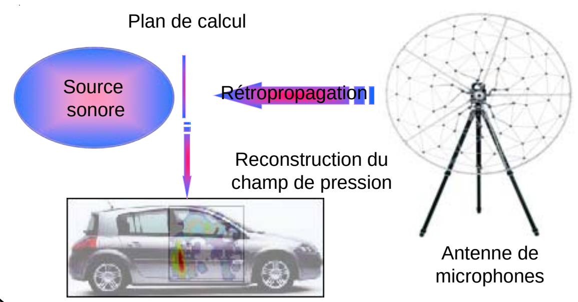
- **Conservation de l'énergie**

$$\xi_x = \sum_{i=1}^{I} \xi_{x_i} = \sum_n |x(t_n)|^2$$

- **Reconstruction parfaite**

$$x(n) = \sum_{i=1}^{I} x_i(n)$$

Représentation de l'holographie acoustique



Formulation du problème

- Décomposition de la distribution source

$$S(r,t,\varpi) = \sum_{k=1}^{K} c_k(t,\varpi)\phi_k(r,t)$$

- Décomposition en ondelette d'un signal

$$S(r,t,\varpi) = \sum_k \sum_{ij} c_k^{ij}(\varpi)\psi_{ij}(t)\phi_k^i(r)$$

$$S_{ij} = \sum_k c_k^{ij}(\varpi)\phi_k^i(r)$$

$$= \Phi^{it} C_{ij}$$

Décomposition en ondelette des pressions aux microphones

$$p_m(\omega) = \int_{S_0} G(r_m, r, \omega) S(r,\omega) dS_0(r) + \upsilon_m(\omega)$$

Simulations et résultats : Monte-Carlo

- Estimation des coefficients inconnus en fonction des coefficients d'ondelette des pressions mesurées aux microphones

$$\underline{\underline{\hat{C}}}_{i,r_i} = \arg\min \sum_{\varpi} \left\| S_{ij}(\varpi) - \sum_{r_i} C_{i,r_i} P_{i,j-r_i}(\varpi) \right\|^2$$