

Apports d'une répartition co-axiale des haut-parleurs d'une source audio

H. SHAIK(1), J.M. BOUCHER(1), Y. KERNEIS(2), B. DEBAIL(2), P.Y. DIQUELOU (2)

(1) GET, ENST Bretagne, Département SC, CNRS TAMCIC, Technopôle Brest-Iroise, CS 83818, 29285 Brest Cedex, France.

(2) Cabasse Acoustic Center, 210 Rue René Descartes, BP 10, 29280 Plouzané, France.

E-mail : hmaied.shaiek@enst-bretagne.fr



Résumé

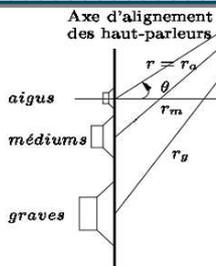
La directivité d'une source acoustique multivoies au niveau des bandes de recouvrement entre les transducteurs est fortement influencée par la disposition géométrique de ces derniers. Ce problème sera développé dans un cas théorique de sources simples puis illustré par des mesures comparatives sur deux sources réelles. Cette approche permettra de mettre en exergue les performances d'un nouveau système constitué de trois haut-parleurs co-axiaux et quasi-plans spécialisés pour la reproduction des sons graves (g), médiums (m) et aigus (a).

Position du problème

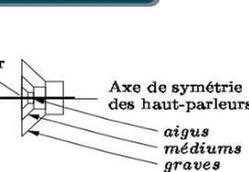
La bande passante d'un haut-parleur se réduit en pratique à quelques octaves. Ainsi, afin de reproduire la totalité de la bande audio qui s'étend de 20 Hz à 20 kHz, une source acoustique utilise généralement plusieurs haut-parleurs dédiés chacun à une bande de fréquence donnée. Conventionnellement, les différents transducteurs sont disposés de manière rectiligne à des distances différentes du point d'observation, faisant apparaître une directivité irrégulière au niveau des bandes de recouvrement entre les voies. Afin de remédier à ces problèmes, une nouvelle solution à répartition co-axiale est proposée.

État de l'art & solution proposée

Système 1 : Répartition rectiligne



Système 2 : Répartition co-axiale



✓ Le champ lointain résultant de la contribution des différents haut-parleurs est :

$$p(r, f, \theta, t) = H_g(f, \theta) \frac{e^{j2\pi f(t - \frac{r_g}{c})}}{r} + H_m(f, \theta) \frac{e^{j2\pi f(t - \frac{r_m}{c})}}{r} + H_a(f, \theta) \frac{e^{j2\pi f(t - \frac{r_a}{c})}}{r}$$

$H_i(f, \theta)$; ($i = g, m, a$) est la réponse en fréquence d'un filtre dépendant de θ .

✓ Le facteur de directivité de la source est donné par : $F(r, f, \theta) = \frac{|p(r, f, \theta, t)|}{|p(r, f, 0, t)|}$

✓ L'indice de directivité de la source s'écrit : $ID(r, f) = 10 \log \left(\frac{1}{\int_0^\pi F^2(r, f, \theta) \sin \theta d\theta} \right)$

Hypothèses : cas théorique

Afin d'isoler les problèmes de déphasage et de directivité dus à la disposition géométrique des différents haut-parleurs, les deux hypothèses simplificatrices suivantes sont faites :

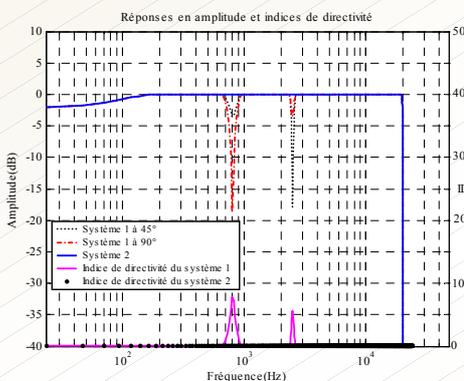
✓ **Hypothèse I** : Chaque haut-parleur est omnidirectionnel sur la totalité de sa bande passante (ses dimensions sont négligeables au regard des longueurs d'ondes reproduites). Le champ qu'il rayonne est donc indépendant de l'angle d'observation.

✓ **Hypothèse II** : Les haut-parleurs ont mêmes amplitudes et mêmes phases dans leur bande passante respective soit :

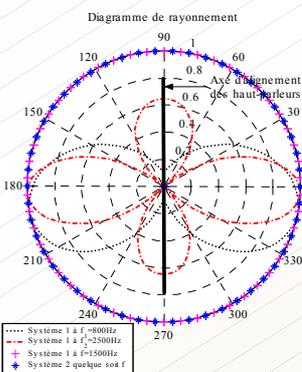
$$H(f) = H_g(f) + H_m(f) + H_a(f)$$

$H(f)$: Réponse en fréquence à amplitude constante et phase linéaire sur la totalité de la bande audio.

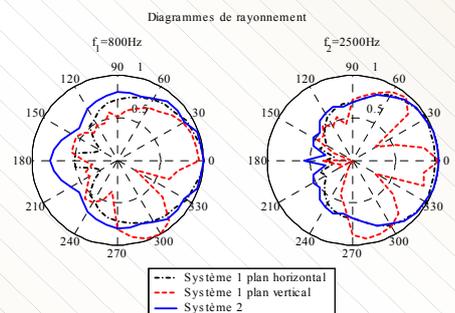
Simulations : cas théorique



- ✓ Pour le système 1, il est à noter, l'apparition de minima d'amplitude et la discontinuité de l'ID (source directive) aux fréquences de recouvrement.
- ✓ Le système 2 est bien omnidirectionnel ($ID = 0$) avec une amplitude constante.



Mesures



- ✓ Le rayonnement du système 1 est dissymétrique avec apparition de lobes secondaires dans le plan vertical
- ✓ Le diagramme de directivité du système 2 proposé est bien contrôlé, homogène et sans accident.

Conclusions & Perspectives

Une répartition co-axiale des haut-parleurs d'une source audio multivoies, permet de s'affranchir des problèmes de déphasage et d'irrégularité de la directivité au niveau des fréquences de recouvrement entre les transducteurs.

En pratique, la directivité de la source aux fréquences de recouvrement est fonction des directivités propres des haut-parleurs et des fonctions de transferts des filtres séparateurs. L'optimisation de ces derniers à l'aide de traitement de signal numérique est en cours d'étude.