

Un projet DIY line-array passif haut de gamme

Utilisation d'un haut-parleur 10cm large-bande Seas en line-array, par Jean Dupont



Il ne s'agit pas ici de faire de la publicité pour un haut-parleur. Cependant, il peut être judicieux de bénéficier de la recommandation d'un fabricant renommé pour une utilisation en line-array passive d'un de ses haut-parleurs. De cette façon, à mon avis, il est possible de concevoir un projet DIY d'enceintes de très haut de gamme et visant l'excellence, pour environ 20 000€ au total, si l'on choisit de se passer de subwoofer.

Respecter les préconisations line-array

L'idée d'une line-array est en quelque sorte de construire un haut-parleur (ou deux) virtuel géant qui s'étend en hauteur de façon à diffuser en cylindre et de placer l'auditeur en zone near-field (champ proche), là où la partie imaginaire de l'impédance acoustique est prépondérante. Se placer en champ proche crée un effet psycho-acoustique souvent très apprécié. Pour obtenir cet effet psycho-acoustique, il est nécessaire de bien respecter les préconisations line-array assez généralement admises. On pourra consulter avec bénéfice le site de Dominique à ce sujet et aussi le document "Design Guidelines for Practical Near Field Line Arrays, James R. Griffin, Ph.D." En français: guide pour la mise en œuvre pratique de line-arrays en champ proche par James R. Griffin (doctorat). Sa version anglaise est disponible par Google comme PDF ou autre.

En résumé, à mon avis, le projet proposé ici respecte bien les préconisations line-array assez généralement admises (voir le paragraphe « les panneaux » ci-dessous)

- Une hauteur du panneau suffisante
- Une densité de haut-parleurs (surface d'émission rapportée à la surface du panneau) suffisante (>80%)

Multiplier les haut-parleurs en largeur

Ce projet non seulement multiplie les haut-parleurs en hauteur mais les multiplie aussi en largeur, de façon à accroître la taille des haut-parleurs virtuels géants pour un effet psycho-acoustique encore plus marqué. Cette technique est utilisée en sono haut de gamme, par exemple avec 64 haut-parleurs: Référence: Danley Europe, J34-1



Autre exemple en sono haut de gamme : Référence: Four-Audio Il s'agit d'une enceinte pour un projet de son enveloppant virtuel appelé « Wave field synthesis »



Pour une barre-son haut de gamme: Référence : Yamaha YSP-5600



Il semble aussi que les musiciens de guitare basse apprécient les haut-parleurs virtuels de grande taille. Référence : Mesa/Boogie



Référence : Phil Jones



Le Seas FU10RB

C'est un haut-parleur large bande de 10cm qui, à mon avis, présente une courbe amplitude-fréquence en baffle plan assez intéressante (voir ci-dessous). Environ 65€ pièce

Selon Seas:

The FU10RB is the perfect choice if you are looking for the highest performance available in a compact full-range driver. It is ideal for use in docking stations, desktop monitors, computer speakers, line arrays, and many other applications

En français:

Le FU10RB est le choix parfait si vous recherchez les performances les plus élevées disponibles pour un haut-parleur compact à large-bande. Il est idéal pour une utilisation dans les stations d'accueil, les moniteurs de bureau, les haut-parleurs d'ordinateur, les **line arrays** et de nombreuses autres applications.

Remarque: la mention « line-array » n'est pas soulignée dans le texte de Seas.

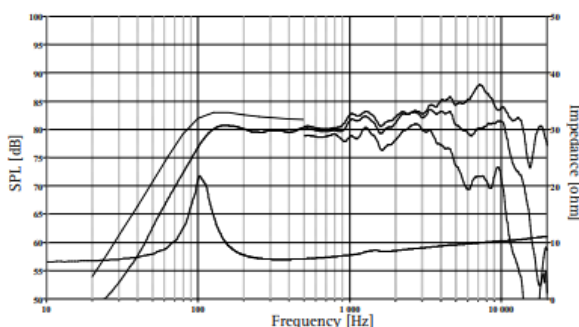
The FU10RB is an 4" full range driver offering an extraordinary performance and sound clarity.

New Curv cone, a woven polypropylene with excellent internal damping together with perfectly matched moving parts gives a smooth, extended frequency response.

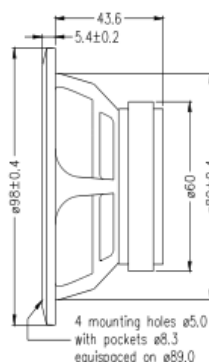
The large, open weave fabric spider reflects very little acoustic energy to the cone, and offers excellent stiffness linearity.

A stiff and stable injection moulded aluminum chassis keeps the critical components in perfect alignment. The pole piece is prolonged forwards and equipped with a deep drawn copper cap to ensure excellent linearity in the force factor and coil inductance.

Small size combined with an excellent performance makes this driver the perfect election for any application where limited space is a critical parameter.



The frequency responses above show measured free field sound pressure in 0,30 and 60 degrees angling at 2.5m closed box. Input 2.83 Vrms, microphone distance 0.5m, normalized to SPL 1m. The dotted line is a calculated response in infinite baffle based on the parameters given for this specific driver. The impedance is measured in free air without baffle using a 2V sine signal.



Nominal Impedance	8 Ohms	Voice Coil Resistance	6.42 Ohms
Recommended Frequency Range	100 - 20000 Hz	Voice Coil Inductance	0.16 mH
Short Term Power Handling *	100 W	Force Factor	3.56 N/A
Long Term Power Handling *	40 W	Free Air Resonance	102 Hz
Characteristic Sensitivity (2,83V, 1m)	82.1 dB	Moving Mass	4.05 g
Voice Coil Diameter	19 mm	Air Load Mass In IEC Baffle	0.14 g
Voice Coil Height	8 mm	Suspension Compliance	0.6 mm/N
Air Gap Height	4 mm	Suspension Mechanical Resistance	0.83 Ns/m
Linear Coil Travel (p-p)	4 mm	Effective Piston Area	38.5 cm ²
Maximum Coil Travel (p-p)	7.9 mm	VAS	1 Litres
Magnetic Gap Flux Density	0.9 T	QMS	3.25
Magnet Weight	0.09 kg	QES	1.36
Total Weight	0.36 kg	QTS	0.96

Aug 2011-1

*IEC 268-5

SEAS reserves the right to change technical data

Les panneaux

Chaque enceinte est constituée d'un panneau open-baffle de 240cm x 70cm x 4cm. Chaque panneau est constitué de 22 rangées de 6 haut-parleurs Seas FU10RB, soit $22 \times 6 = 132$ haut-parleurs par enceinte, soit $132 \times 2 = 264$ haut-parleurs au total. Le budget haut-parleur sera d'environ $264 \times 65\text{€} = 17160\text{€}$ au total. Les haut-parleurs seront branchés en grappes séries et parallèles de façon à arriver à 8 ohms d'impédance théorique.

Comparaison approximative de la surface émissive avec des 46cm (18 pouces)

- $264 \times (4 \text{ pouces} \times 4 \text{ pouces}) / (18 \text{ pouces} \times 18 \text{ pouces}) = 264 \times 16 / 324 \approx 13$ qu'on arrondit à 10.
- Soit une équivalence de surface avec 10 (ordre de grandeur) haut-parleurs de 46cm

Exemple de panneaux:



La voie infra-grave optionnelle

Avec 264 haut-parleurs FU10RB et compte tenu de leur courbe amplitude fréquence, une égalisation devrait permettre 0 dB SPL à 50Hz à un niveau SPL suffisant. À mon avis, si l'on recherche la performance dans l'infra-grave et à ce niveau de budget (plus de 20 000€) la bonne stratégie est de limiter au maximum la prise de risque. Par exemple, chaque panneau sera assorti d'un subwoofer de studio de 21 pouces (soit 2 au total coupés à 85Hz) vendu dans le commerce. Référence : Adam audio.



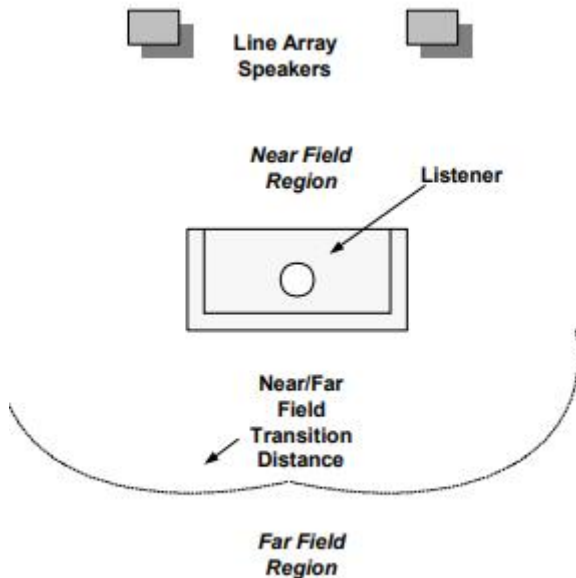
La prise de risque

Il est recommandé de constituer, au départ, une seule line-array de 22 haut-parleurs FU10RB en une seule colonne (soit $22 \times 65\text{€} = 1430\text{€}$) avant de commander la totalité. Avec ces 22 haut-parleurs en une seule colonne, les préconisations line-array seront respectées et il sera alors possible de valider le choix du FU10RB.

Ce projet nécessitera une période de mise au point pour arriver à la meilleure égalisation et aussi, de préférence, à la meilleure correction de phase, selon son local et ses préférences d'écoute.

Les avantages de l'écoute line-array

Lorsque l'on écoute en champs proche, l'atténuation est de 3dB à chaque doublement de distance. Lorsque l'on s'éloigne du champs proche, l'atténuation est de 6dB à chaque doublement de distance. Il en résulte une atténuation relativement plus importante pour les réflexions sur les parois du local qui sont en champ lointain. Schéma copié du document "Design Guidelines for Practical Near Field Line Arrays, James R. Griffin, Ph.D."



Traduction:

- Line array speakers : haut-parleurs line array (« line array » peut se traduire par « batterie en ligne »)
- Near field region: zone champ proche
- Far field region: zone champ éloigné
- Near/ Far field transition distance : distance de transition champ proche/lointain
- Listener : auditeur

Le sol et le plafond sont assez épargnés par les réflexions puis qu'on rayonne en cylindre dans l'axe du local non pas vers le haut et vers le bas (entre autre) comme dans le cas d'une sphère rayonnante.

Les avantages du projet

- Une véritable écoute line-array qui procure un avantage psycho acoustique et qui limite les effets néfastes des réflexions du local
- Excellence sonore
- Bon rapport qualité/prix
- On peut écouter à un niveau SPL élevé, pour une fête, par exemple
- Aucun filtrage, ni actif, ni passif, n'est nécessaire si on se passe de subwoofer
- Le projet peut être adopté à la baisse en se limitant à une seule colonne de 22 FU10RB par enceinte (ou 2 ou 3 etc.).
- Le projet peut être adopté à la hausse avec 7 ou 8 ou 9 etc.. Colonnes de 22 FU10RB par enceinte.

Les désavantages du projet

- L'écoute line-array et le visuel line-array ne plait pas à tout le monde
- Encombrement
- La période de mise au point par égalisation peut durer un certain temps

Comparaison avec le système de feu Marcel Roggero

Son système est cité ici comme une référence en tant que mesure-étalon comparative, dans l'idée de lui rendre hommage.



À mon avis, la solution proposée ici peut surpasser largement le système de Marcel Roggero, à condition toutefois :

- D'augmenter suffisamment le nombre de subwoofers 21 pouces (ou autre).
- De tripler (par exemple) la surface des deux panneaux line-array.

De mon point de vue, de cette façon, la solution proposée surpassera largement le système de Marcel Roggero pour

- Le SPL maximum à toutes les fréquences.
- Et aussi pour la surface d'émission à toutes les fréquences (la plus grande surface est la meilleure).

Avec la solution proposée, l'auditeur se trouvera en champs proche à partir de 85Hz (fréquence de coupure des subwoofers) contrairement à l'auditeur du système de Marcel Roggero qui est en champs lointain pour toute les fréquences. À mon avis, la qualité d'écoute sera meilleure du point de la psycho-acoustique et des réflexions (pour un local équivalent). L'absence de recouvrement multivoies au-delà de 85Hz constituera aussi un avantage qualitatif du système proposé, à mon avis. Toujours à mon avis, le système proposé est plus simple à mettre au point et avec moins de risque d'erreur de conception. Par exemple les écarts de directivités aux fréquences de recouvrement des pavillons ne sont pas toujours simples à gérer.