

1 Présentation du problème

Il est très difficile de reproduire les très basses fréquences. Les subwoofers du commerce descendent rarement en dessous de 35 *Hertz*. Il faut reconnaître que les instruments de musique fournissent peu de fréquences de cet ordre à l'exception de l'orgue qui peut descendre jusqu'à 16 *Hertz*. Mais la vogue du Home Cinéma avec ses effets spéciaux et ses fréquences extrêmement basses incitent à essayer de descendre jusqu'à 20 *Hertz*, ce qui n'est pas une mince affaire.

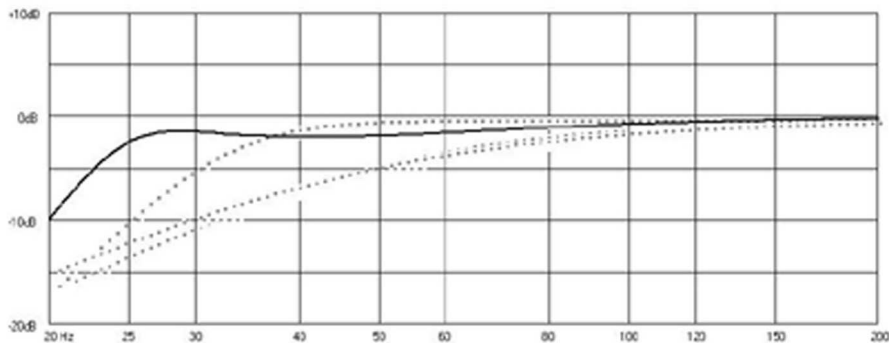
A l'occasion d'une promotion sur un haut-parleur de graves de marque MAGNAT, le Xpress 1500, j'ai pu mettre au point une enceinte bass-reflex de 250 *litres* de volume intérieur descendant à 20 *Hertz* avec une chute de -3 *dB*. Le problème est que ce haut-parleur n'est plus fabriqué et que son successeur le Xpress 1501 dont les caractéristiques étaient voisines n'est pour le moment pas distribué en FRANCE.

Avec un bass-reflex l'accord de l'évent doit être aux alentours de 20 *Hertz* pour descendre assez bas. D'après la formule du résonateur de HELMHOLTZ il faut une longueur et un volume conséquents, ce qui donne un encombrement important. Pour essayer de réduire ce paramètre j'ai tenté de voir si un système actif-passif ne serait pas plus petit. Avec un haut-parleur de 21 *cm* il faut prévoir un passif de 25 *cm* qu'on ne trouve pas dans le commerce. J'ai donc fait appel à la société DAVIS ACOUSTICS pour me faire fabriquer un haut-parleur de 25 *cm* et le passif correspondant, en effet pour déterminer les paramètres du passif il faut faire les mesures sur le haut-parleur actif correspondant.

J'ai donc ainsi disposé du 25 SPS et du passif ad hoc. Les mesures sur ce haut-parleur ont montré qu'il était tout à fait convenable pour une enceinte bass-reflex dont le volume serait de l'ordre de 120 *litres*, ce qui n'était pas le but poursuivi car je voulais réduire encore le volume avec le système actif-passif. Mais comme les transducteurs étaient déjà payés autant utiliser le 25 SPS pour en faire un caisson de graves.

2 Étude théorique du caisson de graves

Les mesures sur le 25 SPS ont donné comme fréquence de résonance à vide $F_1 = 31,5$ *Hertz*, comme coefficient d'amortissement $S_T = 1,34$ et comme volume équivalent à la raideur de la suspension $V_{AS} = 101$ *litres*. Avec ces valeurs on peut voir ce que le logiciel de tracé de courbes de Bass-Reflex donne pour paramètres optimisés : $F_{2opt} = 32,2$ *Hertz* et $V_{opt} = 65,2$ *litres*



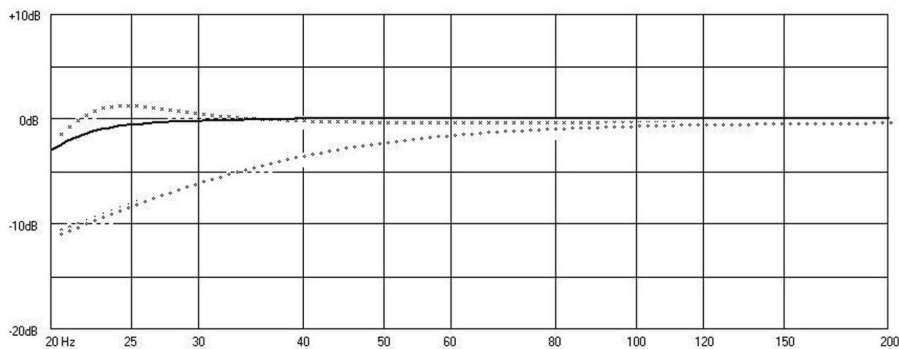
On constate que la solution optimale proposée, si elle fournit une courbe de réponse très plate, ne descend pas assez bas en fréquence. Cela est dû au fait que le coefficient d'amortissement est trop élevé. On peut

chercher une autre courbe en augmentant le volume et en diminuant la fréquence de résonance de l'évent. On obtient ainsi la courbe en traits pleins qui n'est plus très plate et coupe à 25 *Hertz* à -3 *dB*. Les paramètres sont alors : $F_2 = 26$ *Hertz* et $V = 120$ *litres*.

Si on se réfère au chapitre sur le Bass-Reflex du livre à la section **9.6** on constate que les coefficients d'amortissements trop élevés ne donnent pas de bonnes courbes de réponse. La valeur $S_T = 1,1$ semble donner les meilleurs résultats. Pour cela il suffit d'alourdir la membrane du haut-parleur, le S_T étant inversement proportionnel à la racine carré de la masse mobile. Soit M la masse pour S_T et M' la masse pour S'_T , on peut écrire :

$$\frac{S'_T}{S_T} = \sqrt{\frac{M}{M'}} \text{ soit } M' = M \cdot \left[\frac{1,34}{1,1}\right]^2$$

La mesure a donné $M = 33$ *g*, on en tire donc $M' = 49$ *g*. On rajoutera une surcharge de 16 *g* sur la membrane. De la sorte la fréquence de résonance deviendra $F'_1 = 26$ *Hertz* mais le rendement diminuera de 3,5 *dB*. Avec le logiciel de tracé de courbes de Bass-Reflex on obtient la courbe du dessus en pointillés qui correspond à l'optimisation avec $F'_{2opt} = 22,7$ *Hertz* et $V_{opt} = 152,1$ *litres*. On peut réaliser une enceinte avec ces valeurs. Mais on peut chercher à diminuer un peu le volume et prendre $V' = 120$ *litres* et $F'_2 = 22$ *Hertz* la courbe en traits pleins est tout aussi intéressante et c'est celle que nous choisirons.



3 Réalisation de l'enceinte.

Nous nous basons sur un volume de 120 *litres* et une fréquence de résonance de l'évent de 22 *Hertz*. Celui-ci sera fait avec un morceau de tube de PVC pour écoulements de 10 *cm* de diamètre dont la surface est environ 75 *cm*². La surface de radiation du 25SPS étant de 310 *cm*², cela correspond au quart de cette surface pour l'évent ce qui est encore valable. Avec cette valeur la longueur de l'évent sera de 37 *cm* soit un volume de l'ordre de 3 *litres*. Le volume occupé par le haut-parleur dans l'enceinte est le l'ordre de 2 *litres*, ce qui fait 5 *litres* en tout à rajouter aux 120 *litres* initiaux.

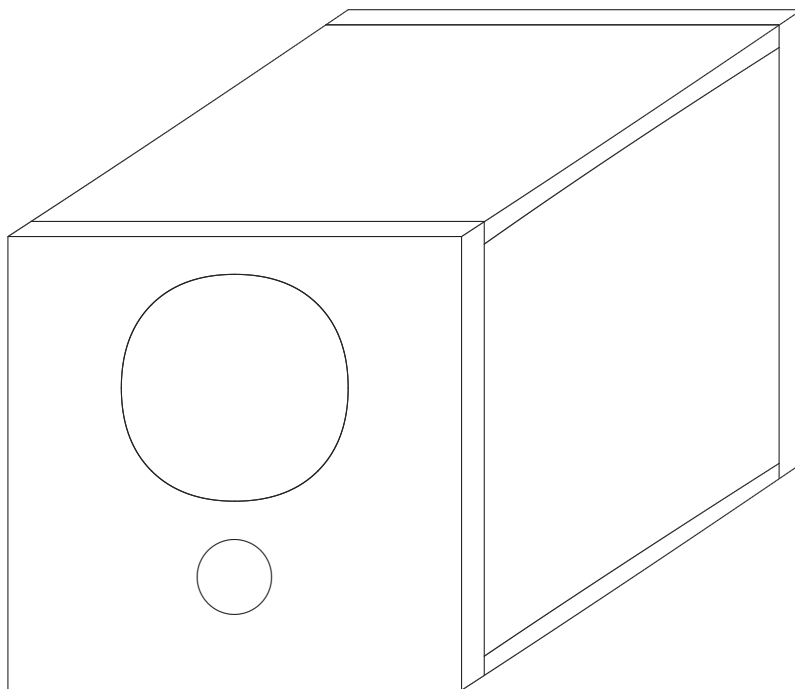
Nous chercherons à minimiser le prix du bois. Pour un parallélépipède rectangle la forme qui donne la surface minimale pour un volume donné est le cube : nous prendrons donc un cube intérieur de 5 *dm* d'arête (en effet $5 \times 5 \times 5 = 125$). L'enceinte sera réalisée en panneaux de particules de 19 *mm* d'épaisseur que l'on trouve facilement dans toutes les grandes surfaces de bricolage munies d'une scie à panneaux. On fera donc découper :

deux panneaux de 538x538 *mm*

deux panneaux de 535x500 *mm*

deux panneaux de 500x500 *mm*

que l'on assemblera suivant le dessin :



Le trou pour le haut-parleur fera 244 mm de diamètre et le trou de l'évent sera au diamètre extérieur du tuyau dont la longueur sera de 37 cm . On fera en sorte que l'évent n'ait pas de fuite d'air sur son bord, on pourra utiliser du mastic silicone pour réaliser l'étanchéité. Sur la face arrière on pourra découper un trou pour fixer un bornier avec le même souci d'étanchéité, mais là du joint souple pour les portes suffit de même que pour le tour du haut-parleur.

Pour l'écoute un amplificateur d'une centaine de Watts suffit à se faire des ennemis de ses voisins. Si on a une chaîne de Home Cinéma avec une sortie amplifiée pour le subwoofer, pas de problème! Sinon il faudra utiliser un filtre actif coupant à 200 Hertz avant l'ampli et prendre le signal sur la sortie HP d'une voie.