

Le pavillon pour les nuls

Comment calculer un pavillon? De nombreux amateurs semblant buter sur cette question, trouveront ici une méthode ultra simple, permettant de mener à bien cette étape incontournable, et ceci pour n'importe quelle forme de pavillon!

Valeur de la fréquence basse

avant de fabriquer un pavillon, il faut savoir quelle est la fréquence la plus basse à lui faire reproduire. Cette valeur, qui va conditionner l'encombrement général, est à déterminer en relation avec les caractéristiques de la chambre de compression que l'on veut utiliser. Il est de bon ton de garder une marge de sécurité : il est préférable que le pavillon puisse descendre plus bas que la fréquence la plus basse à lui faire reproduire, sans quoi une résonance d'embouchure apparaîtrait, ainsi que des difficultés de couplage avec le haut-parleur de grave, dues à une pente de coupure différente de celle prévue, une rotation de phase plus importante, une distorsion accrue, et une sonorité décevante au bout du compte.

Par exemple une fréquence de coupure de 400 Hz, servant de base de calcul, conduira à un pavillon satisfaisant jusqu'à 600 Hz avec le vent dans le dos, 800 Hz pour être tranquille.

Question : Quelle est le son du haut parleur de graves à 800 Hz ? En effet, à ces fréquences, on entre dans les modes de fractionnement de membrane, surtout sur les haut-parleurs de grand diamètre. Cette données est à prendre en compte lors de la détermination de la fréquence de transition grave / médium.

Le calcul proprement dit

vous pouvez déjà sortir le papier à dessin car le calcul est tellement rapide que vous allez vous retrouver à construire un pavillon sans même vous en apercevoir. Nous allons tout d'abord calculer la distance dite de duplication. Imaginons un petit bonhomme qui se baladerait de l'entrée du pavillon (la gorge) en se dirigeant vers la sortie (l'embouchure). Il verrait avec une émotion mal dissimulée la hauteur et la largeur du pavillon augmenter, à tel point qu'à chaque fois que la surface en question double, il en renverserait une partie de son verre de Saint-Estèphe. Cet épisode s'étant répété ainsi plusieurs fois, le personnage, une fois son verre vide se retournerait afin de contempler d'un air attristé l'étendue des pertes. Il verrait une série de taches rouges, au sujet desquelles une révélation tout à fait à propos lui apprendrait que la distance les séparant s'appelle distance de duplication. A son étonnement devant l'équidistance de ces taches, une voix d'un réalisme surprenant lui dirait que c'est ainsi dans les pavillons exponentiels. Cette distance D, exprimée en centimètre est égale à $1900 / F_b$, fréquence de coupure basse du pavillon, exprimée en Hertz.

$$D = \frac{1900}{F_b}$$

La surface d'entrée du pavillon étant supposée égale à la surface de sortie de la chambre de compression, c'est à dire un rond de 2,54 cm ou 5,08 cm de diamètre (à mesurer soigneusement, certaines compressions s'écartant quelque peu de ces valeurs) et en tenant compte du fait que la surface d'un rond est égale à pierre deux, ou pierre au carré ($S = \pi r^2$), nous pressentons maintenant très fortement que cette surface doit doubler à chaque fois que l'on dépasse une distance de duplication, qui est, par exemple pour une fréquence de coupure de 500 Hz, de 3,8 cm.

Jusqu'ici, tout à l'air parfait. C'est sans compter avec le fait que, les surfaces doublant tous les 3,8 cm, on se retrouve rapidement avec une embouchure de surface quasi infinie, ce qui soulève une fois de plus la question de la possibilité de vivre chez soi, avec les phénomènes de massacre au rouleau à pâtisserie qui en découlent.

Gardons notre sang froid, et méditons plutôt sur cette formule, incroyablement simple par rapport à la place gagnée :

$$dm = \frac{10000}{F_b}, \text{ dm est le diamètre minimal de l'embouchure, exprimé en centimètre, permettant de reproduire dans de}$$

bonnes conditions la fréquence basse choisie auparavant (exprimée en hertz).

Les objections fusant de toutes parts, portant sur le fait que le pavillon à quatre cellules n'a pas une sortie circulaire mais formée de quatre rectangles, seront à pondérer par le rappel de l'existence de la formule $S = \text{pierre deux}$. La surface totale des quatre rectangles mis côte à côte doit être égale, ou supérieure à la surface correspondant au diamètre calculé ci-dessus.

A ce sujet, l'avalanche de courrier sur cette question qui revient, toujours identique, appelle une réponse définitive : les parois intérieures verticales, qui séparent les cellules entre elles, ne doivent pas rentrer dans les calculs, si ce n'est par leur encombrement, épaisseur, volume total à l'intérieur du pavillon. Autrement dit, il ne faut pas considérer le pavillon multicellulaire comme plusieurs petits pavillons à calculer séparément, mais comme un grand pavillon dont les dimensions sont la somme des dimensions des cellules.

Rappelons donc ces merveilleuses formules qui permettent déjà de calculer exactement un pavillon exponentiel :

$$\text{Distance de duplication } D = \frac{1900}{F_b}$$

diamètre minimum de l'embouchure $dm = \frac{10000}{Fb}$.

Elles permettent de concevoir un pavillon "à la main" sans trop se fouler, ce que beaucoup apprécieront, j'en suis persuadé.

Le son des pavillons

Revenons brièvement sur les qualités de ce genre de transducteurs. Une écoute rapide permet de ressentir une somme d'informations, une séparation entre les sons, une aisance sur les signaux très complexes, qui laisse loin derrière la plupart des autres types de haut-parleurs. On se rend bien compte que la masse de membrane en mouvement est extrêmement faible, avec une possibilité d'accélération très élevée, due au champ magnétique intense régnant dans l'entrefer des chambres de compression de qualité.

En ce qui concerne les défauts, il faut bien avouer que le principe du pavillon, si l'on s'éloigne un tant soit peu du cadre théorique, peut en créer de déplaisants. Combien de mélomanes disent détester le son "coin-coin", de "mégaphone", pincé, directionnel, l'effet de "douche sonore", etc., dès qu'on prononce le mot pavillon. Combien d'expériences tentées avec du matériel de sonorisation, des pavillon à directivité contrôlée et systèmes à longue portée, munis d'une bosse de présence destinée à accroître l'intelligibilité à longue distance, "trompes" et "cornes" destinées à la sonorisation en extérieur, furent soldées par autant d'échecs, et portées au passif de cette technologie? (Alors que c'est tout à fait satisfaisant en situation adaptée, utilisé par les gens du métier.) Il faut savoir que les pavillons utilisés en sonorisation sont destinés à traiter certains problèmes inconnus de l'amateur moyen. L'utilisation en clusters, les groupes de pavillons à directivité contrôlée, dont l'angle de couverture est spécifiée dans leurs caractéristiques, les pertes d'énergie en fonction de la distance sont de peu d'intérêt pour l'utilisation en appartement.

Pour un emploi en haute fidélité, il importe surtout de créer un pavillon avec un minimum "d'aménagements", et au plus près du cadre théorique, seul garant d'un minimum de coloration et d'un faisceau de qualités le plus large possible. Les aménagements tolérés dont il est question plus haut concernent surtout le confort d'écoute et l'agrément d'utilisation, par exemple l'enroulement pour un gain de place, et le principe multicellulaire.

Facteurs ayant une influence sur le son des pavillons

- Le profil : La forme du pavillon est la première cause de sa sonorité. Plus on s'approche de la gorge, plus la cotation doit être précise. Il arrive que certains pavillons soient adaptés spécifiquement à leur chambre de compression, à l'aide de variations de cotation, destinées à renforcer tel registre pour un meilleur couplage avec d'autres transducteurs. Si le résultat mesuré semble très bon — courbe de réponse très plate — une écoute nous renseignera immédiatement sur la coloration issue de cette méthode. En effet, le renforcement d'une plage de fréquences à l'aide d'une résonance de cavité ne passe pas inaperçu à l'écoute. Il importe donc de rester le plus possible proche du cadre théorique.
- Le couplage avec le moteur : Il est bon de concevoir un pavillon à partir des cotes et caractéristiques de la chambre de compression associée, surtout au niveau de la gorge, de façon à éviter une résonance de cavité ou un accident dans la courbe de réponse, et ne pas chercher à compenser un défaut du moteur à ce niveau-là.
- Les matériaux utilisés : Ils devraient être choisis peu résonants, surtout et toujours au niveau de la gorge, soumise à des efforts vibratoires assez importants. Les grandes surfaces de feuillures doivent être amorties convenablement. Attention à l'évolution des caractéristiques dans le temps. Par exemple les pavillons en bois sablé dont le remplissage se tasse, les pavillons en pierre reconstituée qui deviennent très résonants au bout de quelques années.
- Plages d'utilisation en fréquence : Il importe de ne pas vouloir faire reproduire des fréquences plus basses que possible à un pavillon. Le son résultant n'est pas très bon. Un aménagement du profil au niveau de l'embouchure peut améliorer la situation (pavillons hyperboliques).
- La directivité : Un détimbrage important d'un pavillon hors de l'axe peut rendre l'écoute pénible à une personne qui se trouve hors de l'axe — et cette personne-là, il faut la ménager... —

En conclusion

Ces quelques indications permettront certainement à quelques amateurs récalcitrants aux mathématiques, de faire leurs premiers pas sur ce terrain. Il n'a été question ici que de pavillons purement exponentiels. Les pavillons hyperboliques, que pour diverses raisons, je préfère, sont un peu plus difficile à calculer. Ils n'entrent donc pas dans le cadre de cet essai. J'espère toutefois avoir répondu à une demande pressante de la part de beaucoup d'amateurs.

Thierry Prévost