

Pavillon d'extrême grave

(Audiophile n°11, juillet 1979)

Prologue pour le digital ou la réalisation d'un pavillon pour l'extrême-grave

Công-Thé Hiep

Le renforcement de l'extrême grave s'est révélé de plus en plus utile pour nombre d'enceintes acoustiques actuelles. Mais pour les cellules Orthophase qui sont de la famille des isodynamiques, ce problème a toujours été d'acuité. En effet, leur nature même exige qu'elles soient montées dans des baffles plans pour que leur qualité de transparence, en particulier dans le médium, puisse s'apprécier pleinement. L'ennui est qu'une telle charge acoustique (par les baffles plans) est la plus mauvaise solution qui soit pour les très basses fréquences. Cela explique sans doute dans une grande mesure l'éclipse de ce type de transducteur.

Le projet de construire un pavillon exponentiel replié, unique destiné à épauler les Orthophase dans l'extrême-grave remonte donc à bien des années déjà, mais sa réalisation, qui demande beaucoup de calculs fastidieux, n'a pu être menée à son terme que grâce à cette véritable merveille qu'est le calculateur de poche.

Entre temps, l'annonce de l'utilisation, dans un proche avenir, du système de codage digital dans l'enregistrement et la gravure de disques entre autre, a encore hâté cette réalisation. Bien peu nombreuses en effet, sont les enceintes capables de fonctionner dans les normes haute-fidélité, avec des puissances cent fois supérieures à ce qu'elles sont. Il faudra bien pourtant qu'elles le fassent un jour, lorsque la digitalisation nous aura apporté un gain d'au moins 20 dB en dynamique. C'est pourquoi nous nous proposons, avec le pavillon exponentiel, de poser la base d'un système de reproduction sonore pour lequel nous voulons un rendement aussi élevé que possible. Certes, lorsque la digitalisation sera effective, nous serons conduits à remplacer les Orthophase par d'autres systèmes médium-aigu ayant un rendement plus compatible avec celui du pavillon. Mais parons au plus pressé !

I - Etudes théoriques

Plus une surface émissive est importante, plus grave est le son émis ; cela nous le savons d'expériences. Mais la proposition inverse est tout aussi vraie, à savoir que plus la fréquence du son à reproduire est basse, plus grande doit être la surface qui l'émet. Plus précisément, on démontre que la circonférence de la membrane émissive (si elle est ronde) doit être supérieure à la longueur d'onde du son à émettre, pour que celui-ci soit rayonné correctement. La petitesse de la membrane d'un haut-parleur lui interdit donc de rayonner convenablement les sons graves. Le pavillon intervient alors comme un transformateur acoustique en substituant à la membrane, la surface émissive de sa bouche dont on peut fixer la valeur en fonction des fréquences à reproduire.

Pour un son de 60 Hz, dont la longueur d'onde est de :

$$\lambda = \frac{344}{60} \approx 5,7 \text{ m}$$

il faudrait une surface de bouche d'environ

$$S = \frac{\lambda^2}{4\pi} \approx 2,60 \text{ m}^2$$

2,60 m², voilà une valeur absolument inhabituelle, même dans la production outre-atlantique, pourtant friande de gigantisme. Il paraît qu'une telle surface n'est pas indispensable pour reproduire l'extrême-grave : qu'en utilisant les murs et le plafond de la pièce pour prolonger l'amorce d'un pavillon, on peut même obtenir du 30 Hz. Peut-être est-ce vrai et c'est tant mieux, car s'il prolonge une amorce de pavillon, tels que nous les connaissons, murs et plafonds prolongeront tout aussi bien un pavillon entier !

C'est cette fréquence de 60 Hz que nous fixons comme limite

inférieure de la bande passante du pavillon. Elle peut paraître relativement élevée, mais puisque compromis il y a, prenons en un qui soit réaliste. Et puis, nous estimons qu'un 60 Hz proprement reproduit est bien suffisant pour remuer les tripes les plus endurcies. Et laissons aux électroniques blasées leurs surenchères à 5, voire à 0 Hz.

Soit donc un pavillon de section S , définie par la relation : $S = S_0 e^{mx}$ où m , est une constante à déterminer suivant les caractéristiques du pavillon, S_0 , la surface de sa gorge et x la distance de la section S à la gorge S_0 .

Avec cette expression de S , l'équation différentielle de propagation du son dans le pavillon s'écrit :

$$\frac{d^2 p}{dt^2} - C^2 m \frac{dp}{dx} - C^2 \frac{d^2 p}{dx^2} = 0$$

où $p(x, t)$ est la pression sonore supposée homogène sur toute la section S au point x et C est la vitesse du son prise égale à 344 m/s dans toute la suite. La variable représente le temps. En régime permanent, une solution à cette équation est :

$$p(x, t) = p e^{-\frac{mx}{2}} e^{-i\frac{\omega}{2} \sqrt{4k^2 - m^2}} e^{-i\omega t}$$

$$\text{où } k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{c}$$

Si ρ_0 est la densité de l'air, la vitesse volumique U de l'air est :

$$U = \frac{S}{i\omega\rho_0} \frac{dp}{dx} = \frac{S}{i\omega\rho_0} x \dots$$

$$\left[\frac{m}{2} + \frac{i\sqrt{4k^2 - m^2}}{2} \right] p(x, t)$$

On en déduit l'impédance acoustique en un point x du pavillon :

$$Z_x = \frac{P}{U} = \frac{2\omega\rho_0}{S(m + i\sqrt{4k^2 - m^2})}$$

$$= \frac{\rho_0 c}{S} \left[\sqrt{1 - \frac{m^2}{4k^2}} + i \frac{m}{2k} \right]$$

Pour $m \gg 2k$, la quantité sous radical :

$$1 - \frac{m^2}{4k^2}$$

est négative et l'impédance Z_x devient purement imaginaire : le pavillon cesse de transmettre efficacement l'énergie acoustique. C'est là un résultat bien connu, en particulier en électricité. La valeur limite $m = 2k = 4\pi/\lambda$ s'obtient pour la fréquence $f_c = mc/4\pi$, appelée pour cette raison fréquence de coupure.

Remarquons que le module de l'impédance Z_x est inversement proportionnel à la section S . L'adaptation d'impédance pour un bon rendement est alors possible d'une part, avec le haut-parleur grâce à la valeur de S_0 , et d'autre part avec l'air ambiant en donnant à la bouche une surface suffisamment grande. Vu sous cet angle, le pavillon apparaît comme un transformateur d'impédance.

Dans la figure 1, sont représentées la résistance et la réactance de Z_x en fonction de f/f_c . La bande passante du pavillon correspond aux fréquences pour lesquelles la résistance de Z_x n'est pas nulle. De plus, afin que 60 Hz ait une amplitude suffisante, nous fixons f_c à 50 Hz.

Ces résultats ne sont cependant valables que pour un pavillon idéal, de longueur infinie. Que se passe-t-il lorsque sa longueur est finie ? D'après les travaux d'Olson nous présentons les graphes de la résistance et de la réactance de Z_x pour une surface de bouche d'environ 2,30 m² sur la même figure 1. Nous constatons que le pavillon se comporte déjà comme un pavillon infini, les deux bosses de résonance entre 50 et 100 Hz étant bien amorties. 2,30 m² sera la surface de bouche retenue.

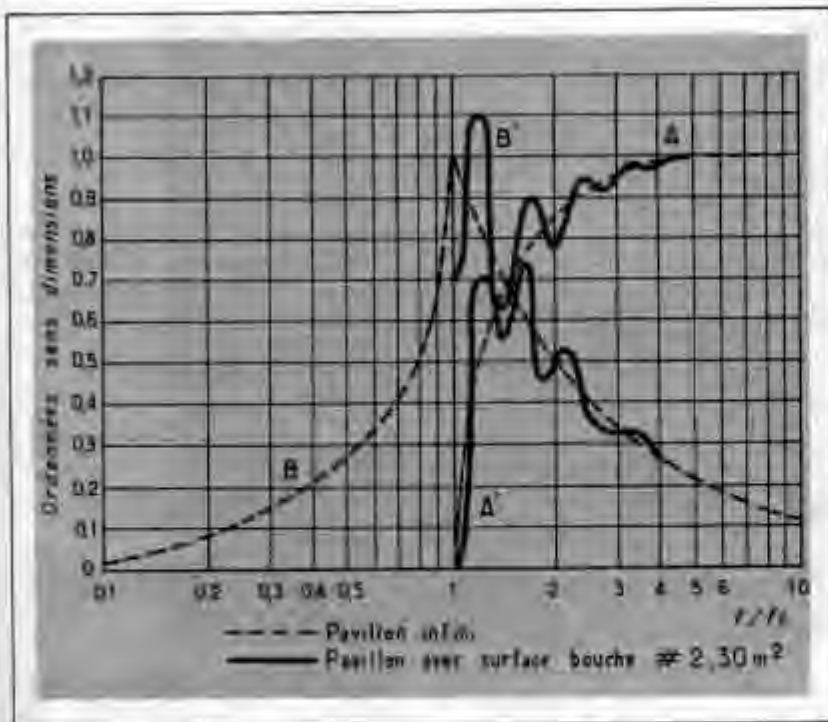


Fig 1 - Graphe de la résistance (A) et de la réactance (B) à la gorge du pavillon

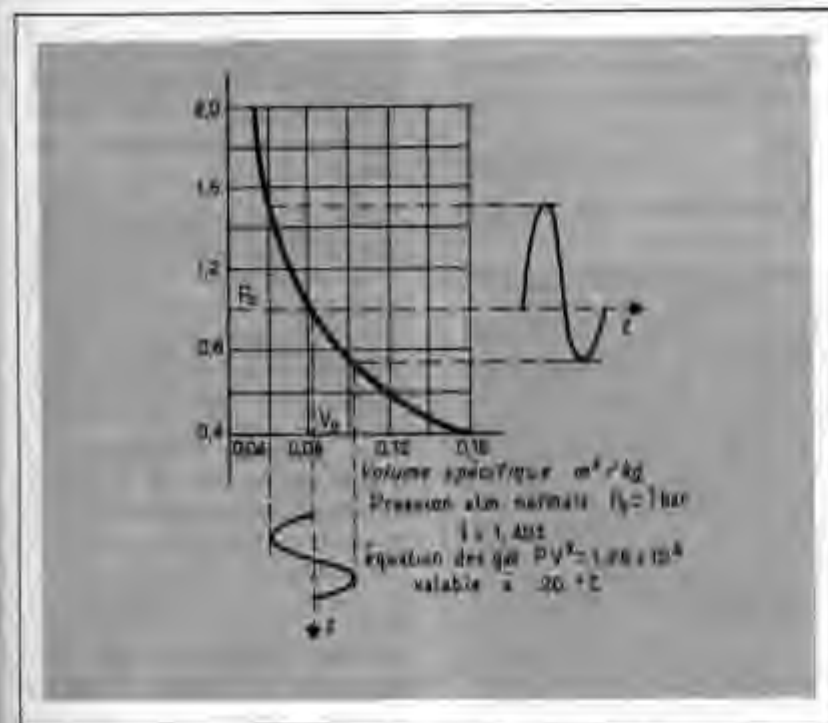


Fig 2 - La relation de la pression en fonction du volume n'étant pas linéaire, la distortion dans un tuyau dont la section est constante croît très rapidement avec le niveau.

Distorsions non linéaires

Nous savons que la pression de l'air p exprimée en bars et son volume V spécifique exprimée en m^3/kg sont liés par la relation :
(1) $PV^{1,4} = 1,26 \cdot 10^4$.

Le graphe (y) de la relation (1) n'étant pas une droite, il se produit une distortion que la figure 2 fait comprendre clairement. Dans un tuyau dont la section est constante, la distortion croît très vite. Dans un pavillon exponentiel, heureusement, la section augmentant à mesure que le son s'éloigne de la gorge, son amplitude fondamentale décroît, de sorte que la distortion de la 2^e harmonique ne croît pas linéairement avec la distance.

D'après le graphique de la figure 3, nous voyons d'une part que la distortion diminue favorablement avec la fréquence. D'autre part, que même à 200 Hz et pour un niveau acoustique très élevé de 110 dB (PWL re $10^{-13}W$), correspondant à une pression de $310^3 W/cm^2$ avec $S_g = 352 cm^2$, le taux de distortion de la 2^e harmonique est encore inférieur à 0,1 %. Il faudrait atteindre le seuil de la douleur (140 dB) pour que ce dernier approche de 1 %.

On peut donc négliger les distortions dues à la nature du pavillon elle-même. Restent alors des distortions de deux sortes. D'abord les vibrations des parois du pavillon introduisent une « coloration » d'autant plus importante que les dimensions des panneaux sont grandes. Il est essentiel de les réduire. Nous y parviendrons grâce aux doubles parois remplies de sable, dont la couche sera d'une épaisseur de 1 cm. Cependant, au cas où le pavillon doit fonctionner à forte puissance dans une grande salle, il y a lieu de porter cette épaisseur à 2 cm ou plus.

En dernier lieu, il s'agit des distortions engendrées par le

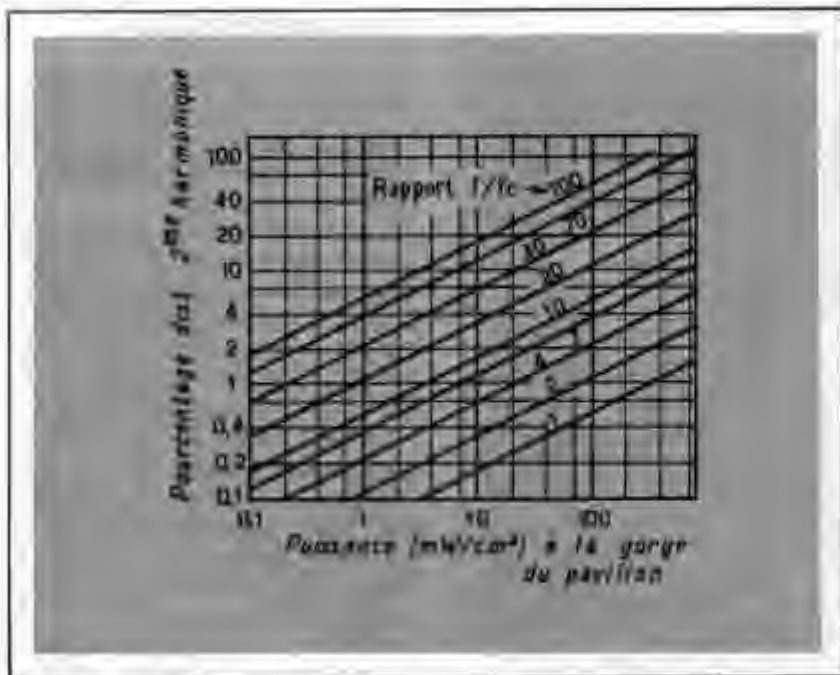


Fig 3 - Cas d'un pavillon exponentiel. La distorsion décroît avec la fréquence.

haut-parleur lui-même. Nous allons voir que grâce au pavillon, elles seront très minimisées. A n'en pas douter, nous tenons là le meilleur atout du pavillon. En effet, à un niveau de puissance électrique donné, un haut-parleur distord d'autant moins qu'il est bien «chargé», c'est-à-dire que sa membrane ne vibre pas «à vide», dans l'affolement général, tout comme dans un moteur. Et la charge acoustique se mesure au rayonnement de l'énergie sonore. Nous verrons que dans notre cas, et à ce point de vue, nous pourrions compter sur un rendement exceptionnel, dépassant les 28 %. Comme pour un niveau sonore donné, rendement élevé signifie puissance électrique réduite donc distorsions encore moindres... (fin du raisonnement !)

Ainsi, rendement et qualité vont de pair. La chose est suffisamment rare pour être soulignée.

Le haut-parleur se trouve donc placé, grâce au pavillon, dans des conditions très favorables pour délivrer ses watts acousti-

ques. Il ne faudrait pas chercher ailleurs, nous semble-t-il, la raison des graves cotonneux et des sous-graves asthmatiques, si ce n'est fantomatiques de certaines enceintes pourvues néanmoins de bons boomers.

Coudes

Avant de passer aux calculs de

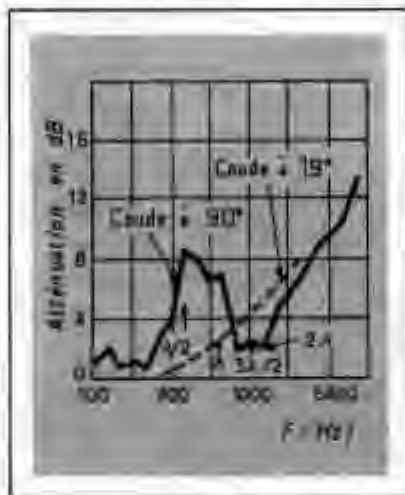


Fig 4 - Atténuation pour deux types de coudes en fonction de la fréquence.

rendement, examinons d'abord un autre aspect du même problème, celui qui, précisément risquerait d'en fausser le plus l'estimation.

Dans l'hypothèse d'une surface de bouche de $2,30 \text{ m}^2$, d'une surface de gorge de 352 cm^2 et d'une fréquence de coupure f_c égale à 50 Hz d'où :

$$m = \frac{4\pi f_c}{344} \approx 1.8265$$

la longueur du pavillon est donnée par :

$$eml = \frac{23000}{352}$$

$$l = \frac{l}{m} \log_e \frac{23000}{352} \approx 2,29 \text{ m}$$

Avec une telle longueur, il est quasiment indispensable de replier le pavillon (d'où les coudes) pour pouvoir le loger dans une pièce ordinaire, à moins de le situer sous le toit d'une maison de façon qu'il débouche dans la salle de séjour par le plafond ; ce qui serait idéal car rien n'empêcherait alors de donner une surface de bouche de 10 m^2 correspondant à la fréquence de coupure de 30 Hz !

Peu de renseignements sont disponibles sur l'effet des coudes sur le rendement. Les constructeurs feraient-ils des recherches dans ce domaine qu'ils en garderaient les résultats secrets. Nous devons nous contenter d'extrapoler ceux utilisés dans le bâtiment pour la ventilation. La courbe de la figure 4 montre l'atténuation du bruit par un coude d'un tuyau de section rectangulaire ($20 \times 30 \text{ cm}$ environ) en fonction de la fréquence du bruit. On voit qu'il y a lieu d'éviter que la largeur du coude n'excède la demi-longueur d'onde, valeur à partir de laquelle l'atténuation devient excessive. Nous nous efforcerons de réduire le nombre de coudes et de les placer aussi près de la



Le pavillon en cours de construction.

gorge que possible. Pour fixer les idées, avec deux coudes de largeur inférieure à 25 cm, la perte de rendement se situerait entre 2 et 3 dB pour les fréquences dont la longueur d'onde est supérieure à $0,25 \times 4 = 1$ m ($f \leq 340$ Hz).

Rendement

Abordons maintenant l'aspect spectaculaire du pavillon, son rendement.

Si E est la puissance électrique maximale disponible et si P est la puissance acoustique reçue par le pavillon, le rendement r s'écrit :

$$r = 100 \times \frac{P}{E}$$

E s'exprime simplement par la formule :

$$E = \frac{V^2}{R_h \times 4}$$

où R_h est la résistance du haut-parleur et V la tension à ses bornes.

Les choses se compliquent lorsqu'on veut évaluer la puissance acoustique p . L'explicitier équivaldrait à exposer une

grande partie de la théorie de l'acoustique. Contentons-nous de la formule suivante qui résulte déjà d'une première approximation :

$$(2)p = B^2 l^2 V^2 \frac{S_g}{\rho_0 C S_m} / \left[B^2 l^2 \frac{S_g}{\rho_0 C S_m} + 2 R_h \left(1 + \frac{S_g}{S_m} \right) \right]^2$$

où Bl est le facteur de force du haut-parleur et S_m la surface utile de sa membrane. Le rendement r devient :

$$r = \frac{100 B^2 l^2 R_h S_g}{\rho_0 C S_m^2 \left[\frac{R_h + S_g}{S_m} \left(\frac{R_h + B^2 l^2}{2 \rho_0 C S_m} \right) \right]^2}$$

Si, de plus, nous posons :

$$\frac{S_g}{S_m} = a, \text{ alors}$$

$$r = \frac{100 B^2 l^2 R_h a}{\rho_0 C S_m \left[R_h + a \left(\frac{R_h + B^2 l^2}{2 \rho_0 C S_m} \right) \right]^2}$$

devient une fonction de la variable a . De là à optimiser le rendement r en fonction de a , il n'y a que le temps d'une différentiation de r par rapport à a ; il vient :

$$a_{opt} = \frac{R_h}{R_h + B^2 l^2 / (2 \rho_0 C S_m)}$$

Prenons un haut-parleur de 31 cm aux caractéristiques suivantes :

$$Bl = 24,87 \text{ wb/m}^2 ;$$

$$S_m = 460,92 \text{ cm}^2 = 0,046092 \text{ m}^2 ;$$

$$R_h = 6,8 \Omega$$

Il s'agit du Siare SPCT.

On obtient d'abord :

$$a_{opt} = 0,2915$$

$$\text{d'où : } S_g = S_m \times a_{opt} = 134,37 \text{ cm}^2$$

$$\text{et : } r_{opt} = 35,42\%$$

Ce rendement optimal est atteint avec une surface de gorge de $134,37 \text{ cm}^2$, soit une longueur de pavillon de 2,81 m. Nous avons vu que cette dernière est ramenée à 2,29, soit une valeur de S_g de 352 cm^2 . Un calcul rapide montre que le rendement tomberait alors à 28,33 %. Dans

la mesure où le problème de puissance acoustique ne se pose pas, nous acceptons volontiers cette perte pour raccourcir le pavillon. De toutes façons, rien n'empêche de remplacer par la suite un 31 cm par un 36 cm ou même un 38 cm aux caractéristiques telles que le rendement dépasse les 40%.

En définitive, si l'on admet la présence de deux coudes près de la gorge et compte tenu des vibrations résiduelles qui absorbent de l'énergie et des approximations théoriques, nous pouvons estimer le rendement réel à 10 % environ. Ce taux reste encore remarquable comme l'exemple suivant nous l'illustre.

Prenons l'enceinte Altec modèle 19, considérée comme l'une des plus puissantes, si ce n'est la plus puissante, sur le marché : un 38 cm, chargé par un système bass-reflex. Dans un banc d'essai récent (Rds n° 303), nous avons relevé une sensibilité de 90 dB à 1 m, à 500 Hz pour 2,2 V aux bornes, soit une puissance électrique de 0,32 W pour une impédance réelle de 15 Ω. A 0,086 m, cette sensibilité s'élèverait à :

$$\frac{1}{0,086} \# 2,34$$

$$90 + (6 \times 3,54) = 111,2 \text{ dB}$$

Or, nous savons qu'à cette distance de 0,086 m, le niveau de puissance acoustique se déduit du niveau de pression acoustique en retranchant à ce dernier 0,5 dB, soit :

$$111,2 - 0,5 = 110,7 \text{ dB}$$

ou encore :

$$1,175 \cdot 10^{-2} \text{ W acoustique}$$

Le rendement à 500 Hz du modèle 19 est donc :

$$\tau = \frac{100 \times 1,175 \times 10^{-2}}{0,3226} \# 3,6\%$$

D'après la courbe de réponse, on peut estimer que c'est aussi le rendement global dans la bande 50 - 200 Hz.

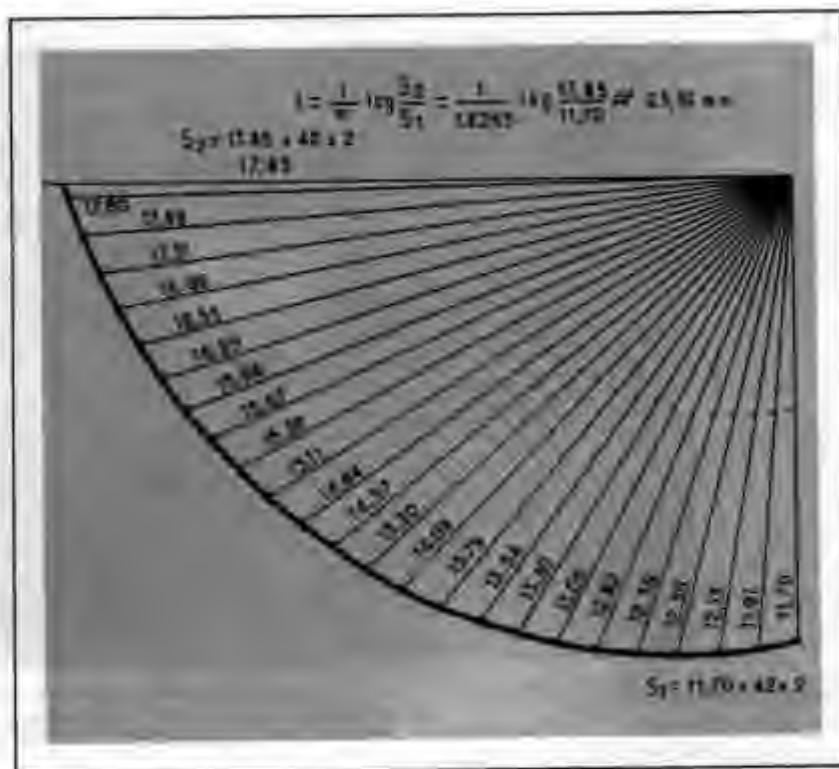


Fig 5 - Forme d'un coude à 90° obtenu par un traçage pas à pas.

En réalité, pour obtenir ce rendement de 10 %, un dernier obstacle reste à surmonter : faire en sorte que toute l'énergie rayonnée par la face arrière de la membrane du haut-parleur passe dans la gorge du pavillon. Telle est la signification de la formule (2) donnant le rendement. Pour y parvenir, nous nous servons d'une enceinte close pour charger la face arrière du haut-parleur. Dans la bande 50-200 Hz, un volume inférieur à 150 l garantit que l'impédance acoustique de l'enceinte close est quasi-imaginaire, et cette dernière agit comme un ressort et renvoie toute l'énergie qu'elle reçoit dans la gorge du pavillon.

II - Conception du pavillon

De la partie théorique, nous avons retenu, pour notre pavillon, les caractéristiques suivantes :

— Surface de gorge 352 cm²

— Surface de bouche 2,30 m²
— Fréquence de coupure 50 Hz, d'où une longueur du pavillon de 2,29 m.

Pour qu'il soit transportable, un objet d'un tel encombrement doit se composer d'éléments séparables dont les dimensions elles-mêmes sont conditionnées par la largeur des ouvertures telles que porte d'ascenseur, etc... Dans notre cas, il apparaît suffisant que chaque élément présente une dimension inférieure à 67 cm. Disons tout de suite, qu'un seul élément sur cinq composant le pavillon n'a pu satisfaire à cette condition. Encore s'agit-il du plus léger et du moins encombrant, ce qui lui a permis de rejoindre les quatre autres par l'escalier très facilement.

Dans la salle (de séjour), nous plaçons la bouche du pavillon sous le plafond, de façon à minimiser au mieux son encombre-

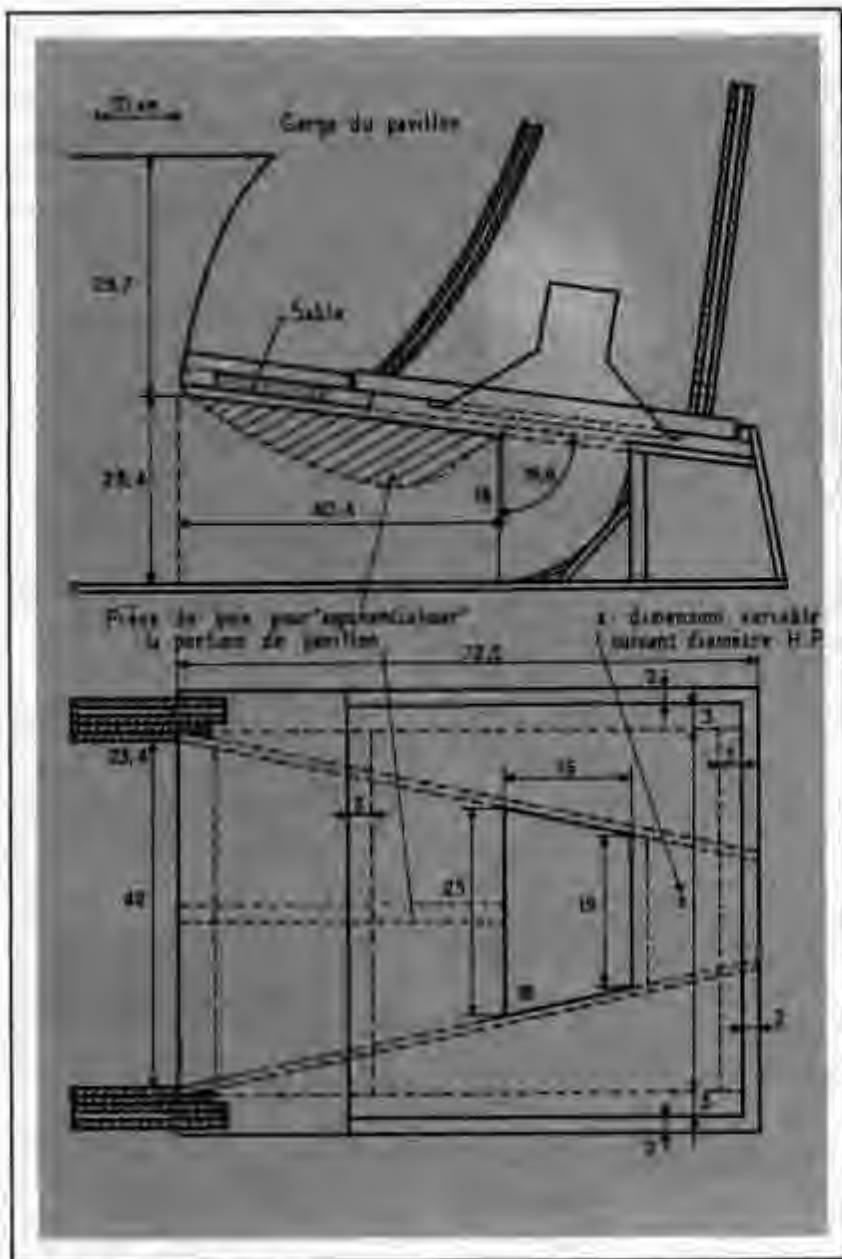


Fig 7 - Gorge du pavillon.

pavillon que nous avons choisie résulte d'un compromis (hauteur sous le plafond 2,5 m, largeur du mur : 2,72 m). Il ne faudrait pas hésiter, dans des circonstances plus favorables, à porter la surface de bouche à plus de 3 m² et celle de la gorge à moins de 250 cm², et de ne garder qu'un coude. On obtiendrait ainsi un pavillon pratiquement infini dont le rendement effectif dépasserait largement 25 % (un coude exponentiel devrait atténuer beaucoup moins le rayonnement qu'un coude rectangulaire, c'est intuitif !), sans oublier des possibilités encore plus nombreuses quant à la forme du pavillon.

III - Construction du pavillon

Maintenant, nous sommes

prêts à passer aux choses matérielles.

Il y a lieu de prendre en une fois, 6 grands panneaux de contreplaqué 10 mm, pris dans un même lot ; leur épaisseur sera ainsi identique. Pour les surfaces courbes, du 5 mm conviendra, à condition de pouvoir disposer de serre-joints de grandes dimensions (1,80 m environ) ; sinon, du 3 mm. Un rabot-dégauchisseur électrique sera presque indispensable car la plupart des assemblages se feront de biais. De toutes façons la paroi courbe de l'élément B nous donnera l'occasion d'exercer nos talents manuels. En effet, la préparation des tranches courbes sur lesquelles sera collé le contreplaqué de 5 mm se fera obligatoirement à la râpe. Leur alignement mutuel sera vérifié à la règle. Réflexion faite, le terme «obligatoire» ci-dessus utilisé, a peut-être été avancé prématurément. Il ne s'appliquera certainement pas aux amateurs de surfaces planes... Dans ce cas, on procédera comme pour l'autre paroi latérale. La perte de qualité qui en résultera sera négligeable en regard de la simplification d'exécution. Mais alors que deviendrait le privilège de bricoleurs de pouvoir s'offrir des luxes que des industriels même puissants, ne peuvent se permettre ?

Deux litres de colle à bois s'avèront à prévoir. Pour renforcer le contre-plaqué trop tendre, on encollera généreusement les parties à assembler et on laissera à la colle le temps (10 minutes environ) de bien pénétrer le bois.

La forme des pièces sera tracée directement sur le contre-plaqué. Naturellement, on s'arrangera pour qu'il y ait le moins de chutes possibles, chutes qui serviront d'ailleurs à fabriquer des tasseaux d'armature des doubles parois. Sur les grandes pièces, on placera des tasseaux supplémentaires, de préférence aux endroits où prendront appui les cloisons,

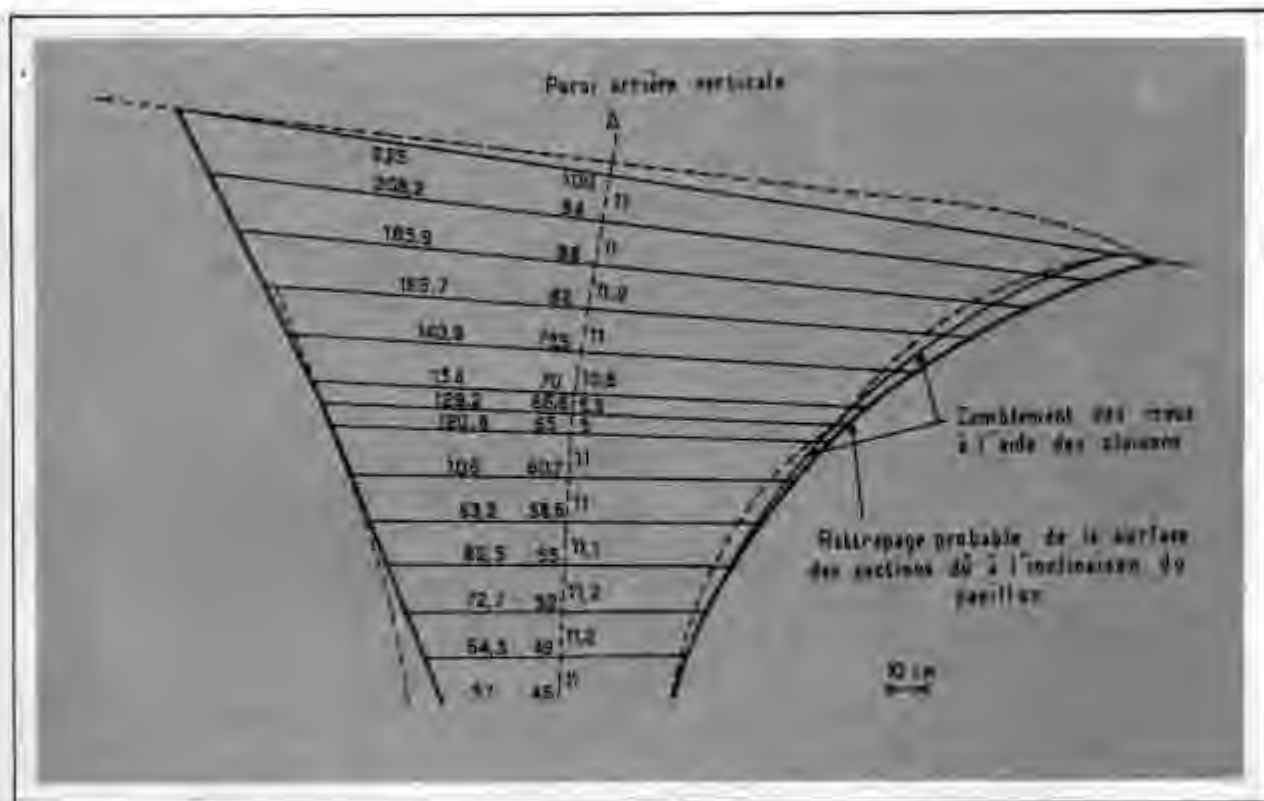


Fig 8 - Paroi arrière verticale.

afin d'empêcher le sable de les déformer plus tard.

L'emboîture des éléments se fera grâce aux rainures (en bas) et languettes (en haut) que l'on obtiendra en déplaçant de 1 cm certains tasseaux. Il ne sera pas indispensable de prévoir rainures et languettes dans les parois latérales. Une ou deux ouvertures dans les tranches supérieures des doubles parois (7,8 cm de long) permettront de les sabler. Chacune de ces parois doubles sera préparée à l'avance, à l'exception de celles qui seront frontales dans les éléments C et D. En effet, la présence des cloisons nécessitera peut-être des ajustages par incurvation de ces pièces, ce qui sera malaisé avec des parois doubles rigides. On assemblera donc d'abord les parois intérieures munies des tasseaux-armatures.

Les éléments A, B, C, D,

seront construits dans cet ordre. Un élément sera assemblé directement sur celui qui vient d'être terminé. De cette façon, l'emboîture sera parfaite, de plus les travaux en seront facilités.

Les éléments C et D seront réunis par vissage des rainures-languettes (figure 9) et de la cloison centrale.

Dans les cas délicats, on donnera aux dimensions quelques millimètres supplémentaires que l'on pourra toujours supprimer le cas échéant en rognant ou en calculant en conséquence la section des cloisons concernées. De cette façon, il sera facile de rendre l'erreur relative des dimensions inférieures à 10^{-3} . En tenant compte des approximations théoriques, on pourra estimer l'approximation par rapport à un pavillon idéal à 10^{-2} près. Dans cette approximation, la plus grande part des erreurs sera

due à l'inclinaison du pavillon vers la droite. Cette inclinaison rendra les cloisons trapézoïdales. La diminution de la largeur de la paroi latérale droite nécessitera l'apport d'un ajout d'une douzaine de centimètres (fig. 8) vers la droite du pavillon permettra de respecter la valeur exacte des sections exponentielles. Pour cet ajout, le plus simple sera de le mesurer après positionnement des pièces.

Les coudes seront construits par approximations successivement (figures 7 et 9). La courbure d'un coude sera tracée par avance sur les parois verticales, avant tout assemblage. L'étanchéité des joints sera assurée par un mastic à base de caoutchouc synthétique.

IV - Résultat d'écoutes

Le volume de la salle de séjour

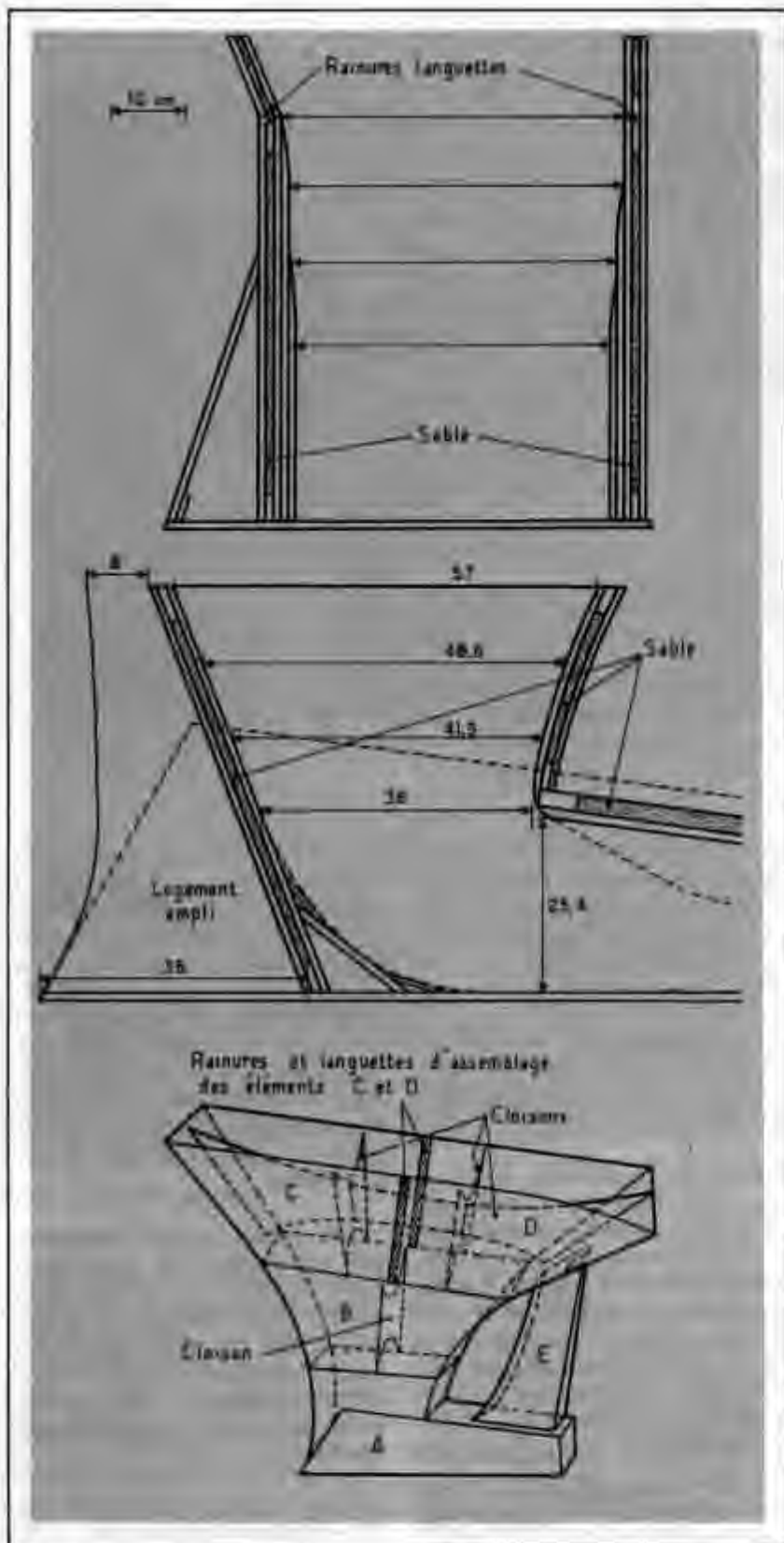


Fig 9 - Détail de la construction.

(correctement amortie) approche les 120 m³. Chacun des 2 satellites est un baffle plan équipé de trois cellules Orthophasé. La fréquence de coupure des baffles (200 Hz environ) est aussi celle du filtre électronique de construction personnelle. Des parois sablées et des épaisseurs de paroi, très importantes, (jusqu'à 8 cm d'aggloméré) expliquent leur poids (28 kg). Ceci est primordial lorsque l'on recherche une restitution sonore dépourvue de coloration.

Chaque groupe d'Orthophasé est alimenté par un ampli de 50 W construit d'après un schéma du constructeur.

Le pavillon est équipé pour le moment d'un vieux Warfedale 31 cm qui a connu un passé pour le moins tourmenté ; on lui a ôté son tweeter coaxial et remplacé sa suspension mousse tombée en poussière au bout de 12 ans de service par une suspension du 31 cm Cabasse. Il a roulé sa bosse d'une enceinte à l'autre, et à chaque fois, a ramassé tournevis, clous, pinces diverses, si bien que nous ne jurons pas que son aimant a gardé son ardeur d'antan. Bref, tout ceci pour dire que le mariage pavillon haut-parleur est loin d'être harmonieux. Une voie du Quad 303 se charge de réveiller le vieux Warfedale. Avec une impédance nominale de 16 Ω , il ne doit pas recevoir plus de 30 W dans le meilleur des cas.

Avant toutes estimations de rendement, notons que le gain de chaque voie du filtre a été ajusté à la tension nominale de chaque ampli. Le potentiomètre des graves n'a été étalonné qu'après plus de neuf mois d'écoute, pour les besoins de cet article.

Le gain des médium-aigu étant au maximum, le rapport égal à deux des résistances du potentiomètre grave implique un écart de



La fin des travaux approche. Découpage du merisier pour le placage

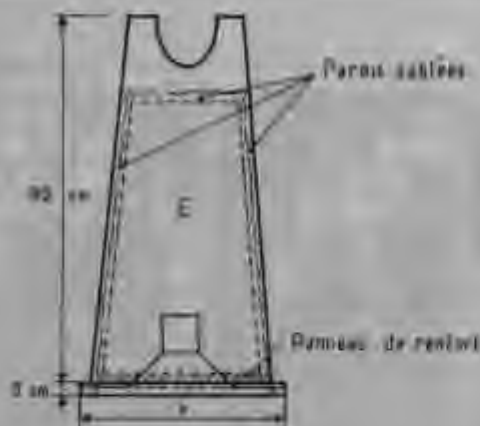


Fig 10. - Fixation du haut-parleur.

sensibilité de 6 dB en faveur du pavillon. A ces 6 dB il faut ajouter 2 dB pour l'écart de puissance des amplis et 6 dB pour l'éloignement double du pavillon. Soit au total 14 dB. Le gain de 20 dB évoqué au tout début de l'article sera donc assuré en remplaçant de Warfedale par le Siare 31 cm SPCT et le Quad 303 par un ampli de 120 W sur 12 ohms.

En termes concrets, et sous ces dernières hypothèses, un tel potentiel d'énergie sonore requerrait $100 \times 6 = 600$ cellules Orthophase alimentées par $100 \times 50 = 5$ kw électriques ! Et pourtant, la sensibilité des orthophase est loin d'être faible.

Mais que vaut cette débauche sonore ?

Disons simplement que lorsque l'extrême-grave est présent (ce qui n'est pas si fréquent !) il déferle sur vous par vagues de pression. Elles contribuent grandement au réalisme sonore.

Ces derniers jours, une certaine grève à l'ORTF a été à l'origine d'une retrouvaille aussi heureuse qu'inattendue. Elle a amené sur le plateau un vieux disque oublié dans un coin de la discothèque depuis des années. C'est un disque d'œuvres orchestrales de Gerthwin (RCA 440.514 S). Incroyable, la quantité d'extrême-grave contenue dans ses sillons. Et encore plus incroyable qu'il nous a semblé l'entendre pour la 1^{re} fois.

La conclusion de tout ceci, c'est que, par contre-coup, les rabotages de dynamique dispensés si généreusement par l'ORTF deviennent franchement énervants. Mais que cela ne vous décourage pas, mélomanes bricoleurs ! Vous qui cherchez à retrouver à domicile ce que vous ressentez au concert lorsque les contrebassistes tirent de toutes leurs forces sur leurs archets, mettez-vous au travail, vous ne serez pas déçus.

