

dier et un circuit magnétique et il utilise des membranes Altec, celles qui servent à re-membraner les haut-parleurs Altec série 416. Les caractéristiques électriques de ce haut-parleur sont rappelées fig. 7 et la photo permet de juger de la très grande similitude avec le 416-8A bien connu.

Au sujet de l'utilisation, d'une façon plus générale, du 416 ou du 515, M. E. Koizumi conseille de préférence le 416 quand le spectre reproduit doit s'étendre un peu vers le médium. Si la reproduction est limitée à la partie inférieure du spectre, le 515 est suffisant. Dans le bas du spectre, il considère leurs performances comme équivalentes.

6. Le problème des câbles de liaison

Ma première question à M. E. Koizumi au sujet des câbles de liaison a été, on s'en doute : «que pensez-vous des câbles Isoda ?».

Réponse : «Connais pas, je ne les ai pas essayés». J'avoue que j'ai été plus que déçu. En fait, il

semble qu'à l'heure actuelle ces câbles tout nouveau soient beaucoup plus connus en France qu'au Japon où les câbles Hitachi semblent tenir le haut du pavé.

Une chose est certaine, c'est qu'il attache beaucoup d'importance à l'utilisation de câbles dits O.F.C. (Oxygen Free Cable), c'est-à-dire dont le réseau cristallin a été débarrassé de toute trace d'oxygène.

Une autre constatation extrêmement importante, que j'ai pu vérifier avec lui, est l'influence du sens de connexion du câble. Un sens de connexion est préféré et donne plus de dynamisme que la restitution. Le sens de connexion a beaucoup plus d'importance que la section des brins composant le câble.

Concernant enfin le câble Lucas, bien connu en France, M. E. Koizumi lui reproche d'atténuer un peu les deux extrémités du spectre.

En conclusion

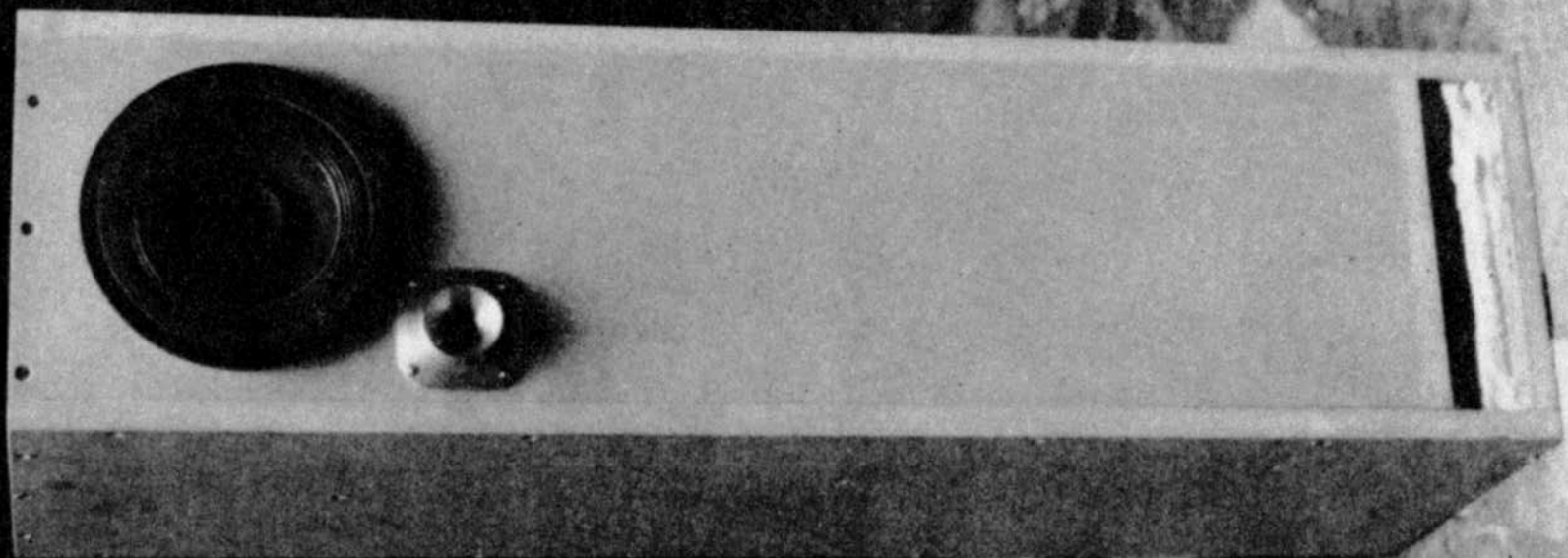
J'espère avoir apporté quel-

ques informations complémentaires aux lecteurs audiophiles qui se posent les mêmes questions que moi sur la mise au point des grands systèmes de reproduction.

Il est clair pour moi que la solution Onken au problème de la reproduction sonore de très haute qualité est une des meilleures solutions et très vraisemblablement la meilleure solution au niveau mondial à l'heure actuelle.

Au cours de cette «visite 1986» au Japon, j'ai pu écouter deux grands systèmes :
— un système à quatre voies, avec la nouvelle enceinte de grave, analogue à celui présenté lors des Journées de la Haute-Fidélité au Sofitel,
— un système à cinq voies dont deux pavillons en béton.

Je crois qu'il est important que je transmette à nos lecteurs quelques informations concernant ces systèmes et surtout mes impressions d'écoute d'audiophile européen. Je m'efforcerai de le faire dans les prochains numéros de l'Audiophile.



La TQWT équipée du T17FL Triangle

Gerard Chrétien

Dans notre numéro 18, nous publions une interview de Renaud de Vergnette qui lançait alors sa marque d'enceintes acoustiques Triangle. C'était il y a six ans. Depuis, il a fait son chemin et a su imposer un concept de restitution très réaliste basé, entre autres, sur l'utilisation en quasi-large bande du haut-parleur de médium. Avec la Transept, et puis la Zénith, il a dû participer de plus en plus étroitement au développement des haut-parleurs pour parvenir aux résultats qu'ils escomptait. De là est né le premier haut-parleur Triangle, le T 17 FL. Proposé séparément depuis peu, nous avons eu les premiers échantillons en avril. Les qualités de ce «petit» haut-parleur nous ont séduits et encouragés à expérimenter diverses charges pour en tirer le maximum. Dans cet article nous vous proposons une description originale basée sur le principe « TQWT » dont les performances plaacent cette réalisation à un excellent niveau.

La genèse du haut-parleur Triangle

La firme Triangle a été créée en mai 80. Les premiers projets de développement de haut-parleur remontent à septembre 84. Renaud de Vergnette utilisait, à l'époque, un haut-parleur Audax, le HIF 166. Les qualités de ce transducteur lui plaisaient beaucoup, principalement la texture de la

membrane. Toutefois il pensait qu'une membrane d'un profil plus profond aurait été mieux appropriée à ses applications. Il commença alors à se tourner vers les fabricants de membranes pour essayer de trouver son bonheur. Il découvrit ainsi une membrane d'origine Princeps qui satisfaisait nombre de ses exigences, tant du point de vue profil que du point de vue texture. Partant de cette base, il

fit réaliser de très nombreux prototypes de membranes jusqu'à ce qu'il obtienne celle qui le satisfasse. Possédant la membrane, il commença ses essais sur les moteurs : type d'aimant (Alnico, ferrite), géométrie... Il réint finalement une ferrite de 96 mm comme meilleur compromis. Ensuite il travailla sur la plaque de champ pour se fixer sur une épaisseur de 10 mm égale à la largeur de la

bobine. L'étape suivante porta sur le support de bobine, le matériau utilisé pour sa réalisation a une grande incidence sur le son du haut-parleur. Le nomex allie d'excellentes performances en matière de refroidissement, de légèreté et de rigidité. A l'écoute, ce fut cette matière qui rallia les suffrages. Le fil utilisé pour réaliser la bobine a également son importance, l'aluminium procure une réponse beaucoup plus étendue en fréquence et a donc été sélectionné pour cette raison. Le spider est un élément essentiel dans la construction d'un haut-parleur. Outre, sa compliance, sa transparence acoustique a une grande influence. La plupart des spiders sont opaques. Triangle pour sa part, préféra orienter son choix vers un type plus aéré. La compliance est identique à celle de la suspension périphérique. Restait la pièce maîtresse que constitue le saladier. Il devait satisfaire à la double exigence : rigidité et dégagement optimal vis-à-vis de l'onde arrière. La seule solution pour parvenir à conjuguer ces impératifs était d'avoir recours à un saladier moulé massif, en fonte d'aluminium de profil très dégagé pour éviter toute turbulence dans l'écoulement de l'onde arrière, ainsi le spider vient se placer dans le fond du saladier «à fleur», aucun décrochement ne vient entraver son bon fonctionnement. L'ultime étape consista à faire des essais sur des bicônes. Rares sont les haut-parleurs actuels utilisant cette technique. Celle-ci, à quelques rares exceptions, semblait rester l'apanage des haut-parleurs des années 60. Toutefois, la réponse en énergie d'un haut-parleur est un critère capital au plan perceptif en matière de définition et de transmission d'informations. Dans sa conception large bande, Triangle devait trouver une

solution pour faire «monter» son haut-parleur. Le bicône s'imposait comme une solution à expérimenter. Renaud de Vergette parvint à la solution définitive en retenant un profil de bicône relativement fermé et d'une longueur bien précise obtenue après maints essais et découpes successives, de sorte qu'à la transition entre le rayonnement de la membrane et celui du bicône, tous deux soient en accord sur les critères de déphasage et de directivité. Ces huit étapes aboutirent à la création du T 17 FL.

Le T 17 FL

Les paramètres fournis par le constructeur sont les suivants :

$f_0 = 65$ Hz,
 $R_{CC} = 6,4 \Omega$,
 $Q_{MS} = 5,12$,
 $Q_{ES} = 0,338$,
 $Q_{TS} = 0,317$,
 $V_{AS} = 29$ l,
 $M_{md} = 5$ g,
 $\eta = 95,5$ dB/W/m,
 h bobine = 10 mm support Nomex,
 Diamètre émissif : 108 mm,

Hauteur entrefer : 10 mm,
 Masse totale : 2,3 kg,
 Puissance nominale : 40 W.

Pour notre part, nous avons effectué un relevé de paramètres sur deux modèles différents : l'un rodé, l'autre neuf. Nous avons obtenu les résultats suivants :

$f_0 = 64$ Hz et $Q_{TS} = 0,36$ pour le modèle neuf et
 $f_0 = 59$ Hz et $Q_{TS} = 0,30$ pour le modèle rodé.

La courbe d'impédance de ce dernier est donné en figure 1.

Pour la suite, nos divers essais de charge ont été faits sur le modèle rodé de sorte à obtenir des performances stables dans le temps.

Charge en bass-reflex

La première étape a, bien évidemment, consisté à étudier une charge bass-reflex. Il est clair que pour un haut-parleur de ce diamètre, possédant une fréquence de résonance relativement élevée, une charge optimisée au sens de Thiele-Small, ne pourra procurer un résultat homogène. Le grave sera inévita-

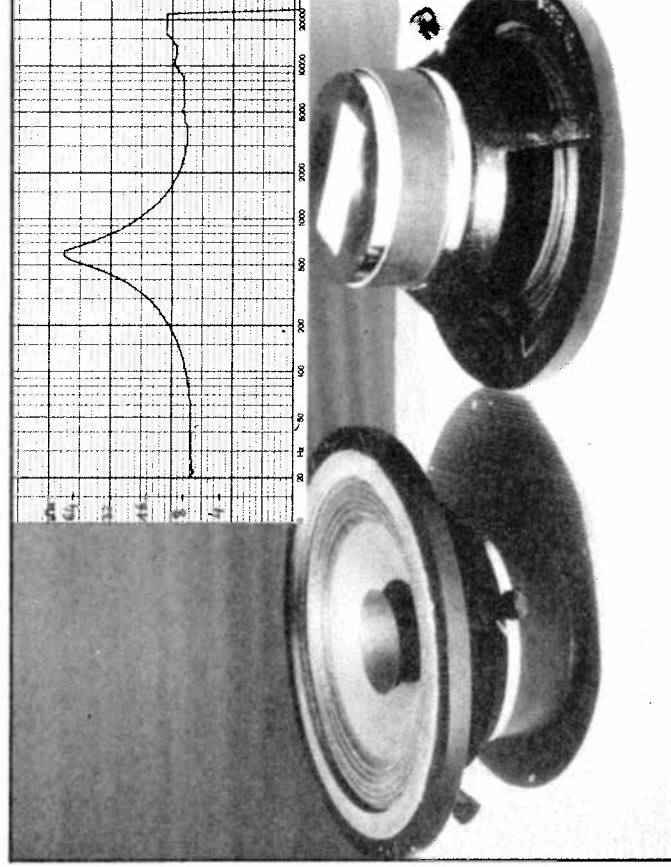


Fig. 1 : Constitution du T 17 FL et courbe d'impédance du modèle rodé (2 Hz à 2 kHz).

$\sqrt{0,338 \cdot 5,12}$

32 $60 = 109,5$

blement tronqué. Il fallait travailler différemment, un peu à la manière de FE 103 Fostex pour parvenir à un équilibre tonal satisfaisant. Après divers calculs, nous avons retenu un volume de 51 l (Vb) et une fréquence de résonance de l'enceinte (Fb) de l'ordre de 50 Hz. L'optimisation au sens de Thiele implique une résonance de caisse de près de 80 Hz ($F_b = 0,39 F_b / Q_{TS}$).

Pour un tel accord et un tel volume, l'événement a un diamètre de 76 mm et une longueur de 25 mm ($L''v$) correspondant à l'épaisseur de la paroi.

Sachant qu'à la longueur d'événement effective, il convient d'appliquer une correction d'extrémité ($L''v$) pour pondérer, en fonction de la surface de l'événement (Sv), la forme que prend le flux d'air au passage de l'ouverture. Dans le cas présent d'un événement terminé à chacune de ses extrémités par une paroi, on peut considérer que la correction d'extrémité aura pour valeur :

$$L''v = 0,958 \sqrt{Sv}$$

$$= 0,958 \sqrt{\frac{\pi D^2}{4}} = 64,5 \text{ mm}$$

$$\approx 0,065 \text{ m}$$

$$\text{soit } L_v = L'v + L''v = 0,025 + 0,065 = 0,09 \text{ m.}$$

La fréquence de résonance d'un résonateur se calcule aisément :

$$F_b = \frac{C}{2\pi} \sqrt{\frac{Sv}{Vb \cdot L_v}}$$

où C est la vitesse du son, soit 344 m/S à 20° C,

$$F_b = \frac{344}{6,28} \sqrt{\frac{\pi D^2}{4 \cdot Vb \cdot L_v}}$$

$$F_b = \frac{344}{6,28} \sqrt{\frac{3,14 \cdot (0,076)^2}{4 \cdot 51 \cdot 10^{-3} \cdot 0,09}}$$

$$F_b = 54,44 \text{ Hz.}$$

La mesure de la courbe d'impédance montre une excellente concordance avec le calcul (fig. 2). Les dimensions internes de l'enceinte utilisée pour ces essais étaient de 60 cm de hau-

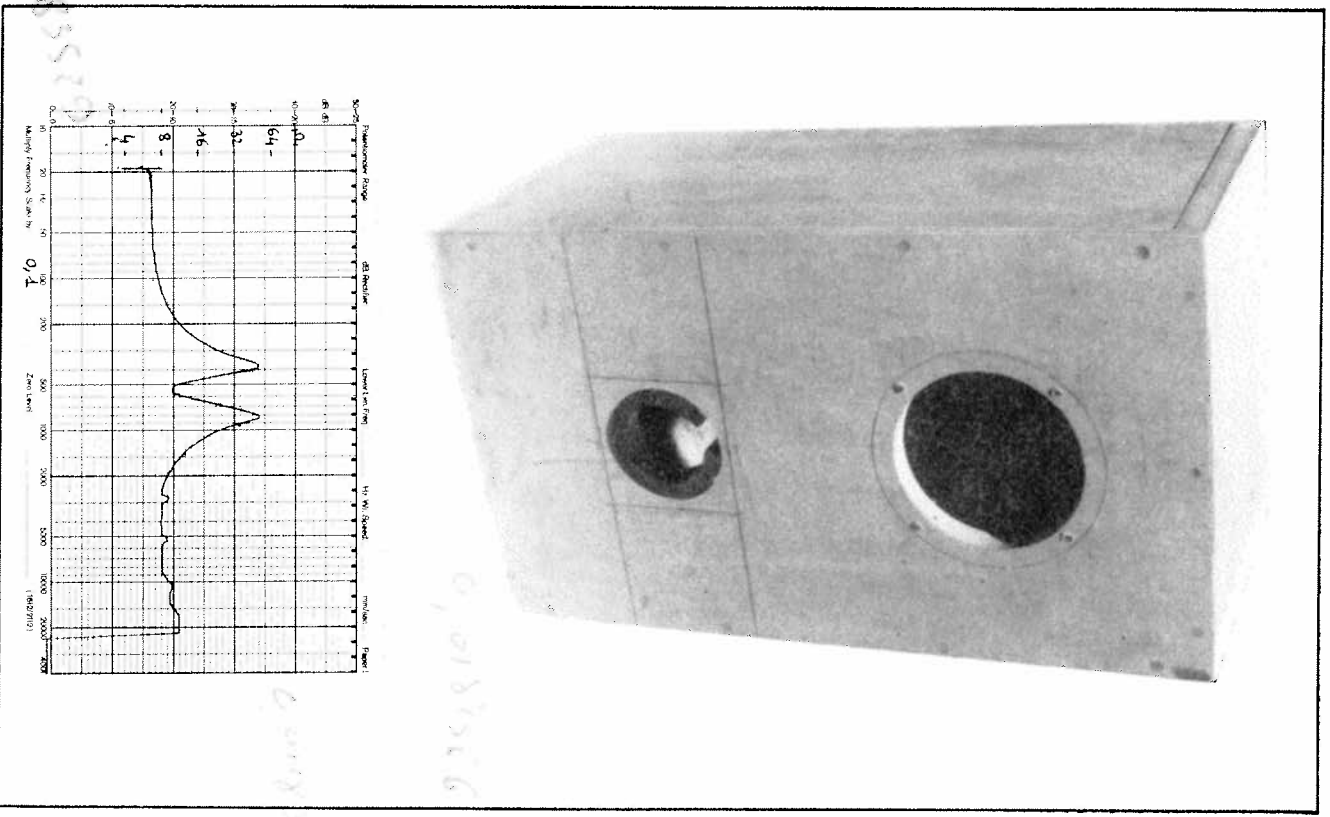


Fig. 2 : Prototypage de charge bass-reflex. L'enceinte a pour dimensions internes 60×32×27 cm, l'événement a pour diamètre 7,6 cm et pour profondeur 2,5 cm. La courbe d'impédance indique une résonance de boîte de 55 Hz (2 Hz à 2 kHz).

teur, 32 cm de largeur et 27 cm de profondeur. Les parois étaient d'une épaisseur de 25 mm. Le volume est très légèrement supérieur au Vb mentionné plus haut, toutefois il convient de retrancher le volume

occupé par le haut-parleur qui est de l'ordre du litre. Un rideau de feutre vertical faisait office d'amortissement. Les écoutes effectuées sur ce prototype se sont avérées très probantes. Une excellente défini-

tion allée à une surprenante dynamique. Le registre grave est d'excellente qualité avec une capacité étonnante de tenue en puissance pour un haut-parleur de si petit diamètre. Seule restriction, une légère tonique de «tuyau» particulièrement sensible sur une voix d'homme. Ce défaut est très vraisemblablement inhérent aux proportions de l'enceinte utilisée pour ces essais.

Ces premiers tests, on ne peut plus encourager, nous ont motivés pour aller encore plus loin dans notre projet. Pour ce faire, nous avons pensé à une charge de type TQWT qui, au vu des paramètres du haut-parleur T 17 FL semblait judicieuse.

Charge TQWT

Principe

Il s'agit d'une charge constituée par un tube évasé réglé en quart d'onde (en anglais : tapered quarter wave tube, d'où le sigle TQWT). Cette idée n'est pas nouvelle et remonte aux années trente. Elle est à porter au crédit du célèbre Paul Voigt, notoriété s'il en est dans le domaine de l'électroacoustique. Comme le mentionne Jean Hiraga dans son livre «Les haut-parleurs», pages 237 à 240, ce principe de charge est réapparu occasionnellement dans les colonnes de la presse, anglaise plus particulièrement. Toutefois, hormis la Paraline (1963), quasiment aucune enceinte commerciale n'utilisa ce principe. Il convient cependant de mentionner deux autres réalisations plus récentes ayant eu recours au TQWT : la Tallboy au Japon sous l'initiative de Jean Hiraga et l'Audioreference 50 de Jean-Claude Fourrière qui fit un «tabac» à la fin des années 70 en France.

Pour la préparation de cet article, nous nous sommes particulièrement intéressés à la bibliographie ayant trait à la théorie de ce type de charge. Malheureusement

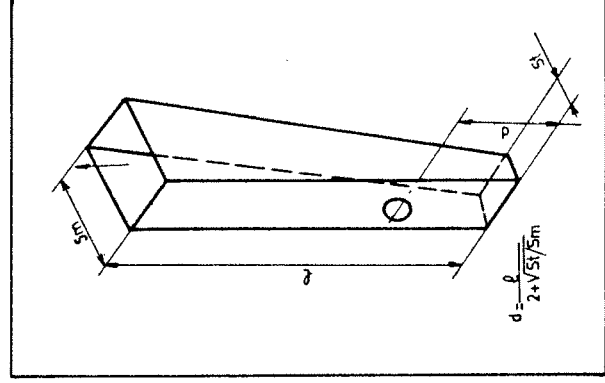


Fig. 3 : Principe de l'enceinte TQWT. (Livre «Les Haut-parleurs», Jean Hiraga).

ment, nous sommes restés sur notre faim. Deux formules apparaissent dans les divers articles : la fréquence de résonance

$$f = \frac{c}{4(l + e)}$$

où c est la vitesse du son dans l'air, l est la longueur du tuyau formant la ligne quart d'onde et e la correction d'embouchure relative à l'évent terminant le quart d'onde ayant pour rôle d'amortir la résonance.

Et l'expression donnant le positionnement optimal du haut-parleur dans la ligne

$$d = \frac{l}{2 + \sqrt{5l/Sm}}$$

où St est la section la plus réduite du tuyau et Sm la surface de sortie du tuyau la plus importante. d est à considérer à partir du début du tuyau, c'est-à-dire à partir de la plus petite surface St (cf. figure 3).

Rappelons qu'un tuyau quart d'onde ($l = \lambda/4$) au plan acoustique, peut être assimilé à un résonateur, le côté ouvert du tuyau présente un ventre de vitesse vibratoire et donc de pression et le côté fermé, lui, présente un nœud.

Dans le TQWT, le tuyau est évasé vers l'ouverture de sorte à abaisser la surtension à la résonance. Si la formule de calcul de la fréquence de résonance coule de source, celle déterminant le positionnement du HP dans le tuyau est moins évidente quant à son fondement théorique. Toutefois, comme en acoustique les données d'ordre expérimental ont souvent valeur de postulat, nous nous en tiendrons à la pratique !...

• Application du TQWT au T 17 FL

La fréquence d'accord d'une enceinte TQWT est liée directement à la longueur du tuyau. Pour 30 Hz, il faut une longueur de près de 3 m. Dans le TQWT, pour des raisons bien évidentes d'encombrement, la ligne est repliée, de sorte à diviser par deux les dimensions externes. Une hauteur d'enceinte de l'ordre du mètre est un bon compromis. Le haut-parleur se trouve placé à une bonne hauteur vis-à-vis de l'auditeur. A noter que le TQWT trouve son intérêt avec des haut-parleurs de diamètre moyen, de 10 à 21 cm, de conception large bande, rayonnant une très large partie du spectre et devant par là être positionné convenablement pour la restitution du médium et du haut-médium. Le type de charge implique une forme en colonne qui offre de sérieux avantages d'encombrement et d'esthétique. Nul besoin d'avoir recours à un piètement pour placer l'enceinte correctement.

Comme nous l'avons vu, le T 17 FL résonne aux environs de 60 Hz. Un accord de la charge à 50 Hz est un bon compromis pour l'obtention d'une balance tonale équilibrée. Il serait utopique de vouloir restituer de l'infra-grave avec un 17 cm.

Nous avons retenu une longueur de 1,7 m pour notre TQWT. Sa fréquence de résonance est donnée par :

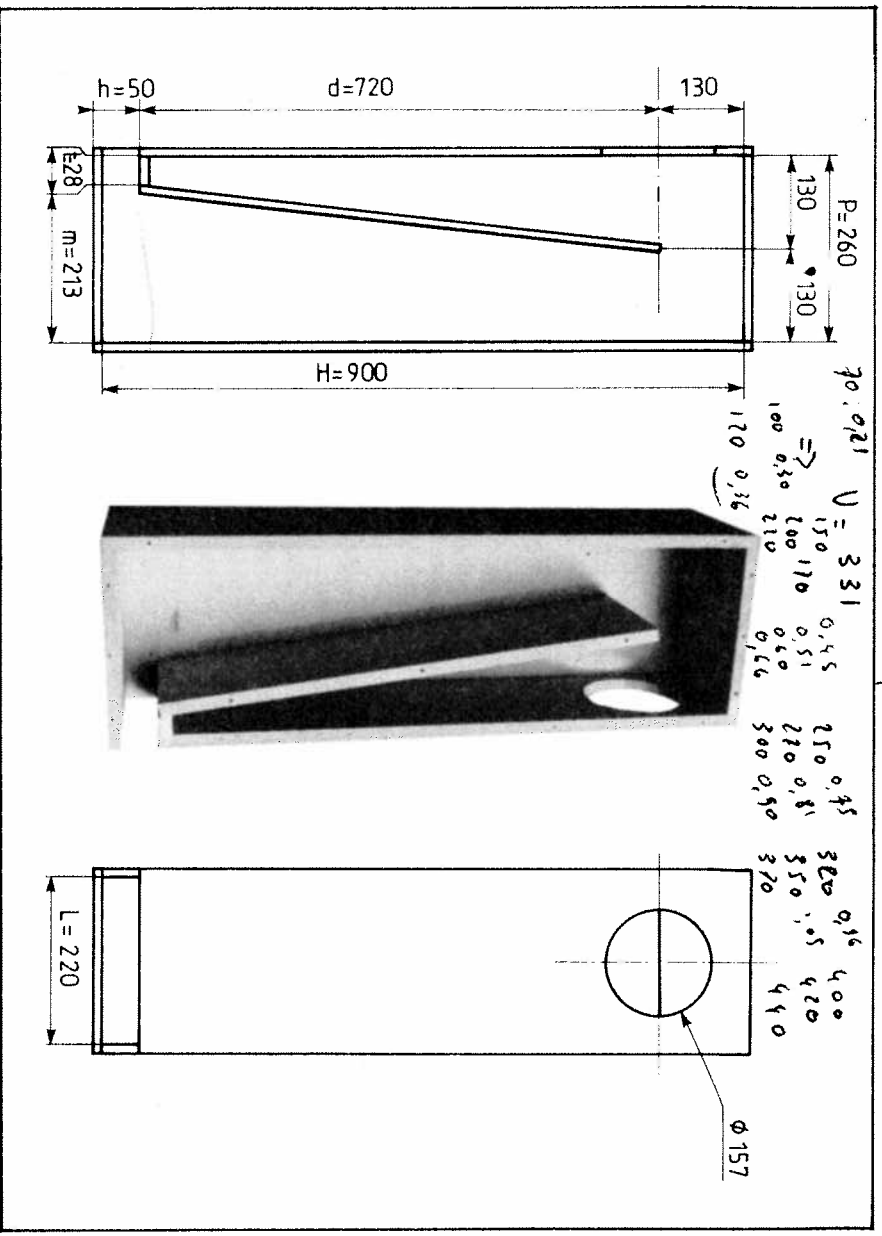


Fig. 4 : L'enceinte TQWT étudiée pour le T17 FL. Toutes les parois ont une épaisseur de 19 mm.

$f = \frac{c}{4(l+e)}$
 $l = 1,70 \text{ m}$
 $c = 344 \text{ m/s}$
 et e correction d'extrémité qui peut raisonnablement être évaluée à 0,1 m.

Cela nous donne une fréquence de 48 Hz. De là, nous avons déterminé les dimensionales de notre enceinte expérimentale. La hauteur a été fixée à 900 mm sachant qu'à l'embouchure de la ligne quart d'onde, un évent doit être placé. La hauteur de celui-ci à été fixée à 50 mm (170/2 + 50 = 900 mm), de sorte à avoir une latitude de manœuvre suffisante pour régler l'accord. La profondeur de l'enceinte a été fixée à 260 mm et la largeur à 220 mm. Toutes ces dimensions sont des dimensions internes.

Le positionnement du HP a été choisi de sorte à le dégager le plus possible des réflexions de la

paroi transversale interne, soit 130 mm du haut de l'enceinte.

Sachant que

$$d = \frac{1}{2 + \sqrt{St/Sm}}$$

$$\frac{St}{Sm} = \left(\frac{1}{d} - 2 \right)^2$$

$$= \left(\frac{1,7}{0,85 - 0,13} - 2 \right)^2 = 0,13$$

Dans notre cas, la largeur L du tube quart d'onde est constante et égale à 220 mm.

$$\frac{St}{Sm} = \frac{L \times t}{L \times m} = \frac{t}{m} = 0,13$$

Or, la profondeur

$$P = t + m + a = 260 \text{ mm}$$

a étant l'épaisseur de la paroi transversale = 19 mm. On en déduit donc :

$$m = \frac{260 - 19}{1,13} = 213 \text{ m}$$

et $t \approx 28 \text{ mm}$.

Nous possédons toutes les cotes de notre enceinte (fig. 4).

Ouvrons une parenthèse : comme nous l'avons précédemment mentionné, un tuyau quart d'onde peut être assimilé à un résonateur. Beaucoup de personnes font une distinction marquée entre un quart d'onde et un bass-reflex. Ce n'est pas tout à fait justifié car si l'on considère notre figure 4, en tant que résonateur sa fréquence de résonance est donnée par :

$$F_b = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S_v}{V_b \cdot L_v}}$$

S_v : surface d'évent $S_v = h \times L$

V_b : volume de l'enceinte

$$V_b = H \times L \times P$$

L_v : longueur d'évent

$$L_v = L'v + L''v.$$

Pour $L'v$, on considère le trajet moyen de l'onde sonore, soit :

$$\frac{213}{2} + 2 \times 19 + 28 = 172,5 \text{ mm}$$

$$L'' \approx \sqrt{Sv} = \sqrt{50 \times 220} \\ \approx 100 \text{ mm}$$

$$\text{Soit } Lv \approx 270 \text{ mm.}$$

Nous obtenons :

$$Fb = \frac{344}{2\pi} \sqrt{\frac{0,05}{0,85 \cdot 0,26 \cdot 0,27}} \\ \approx 50 \text{ Hz.}$$

Nous retrouvons à 2 Hz près la fréquence de résonance calculée précédemment. Il faut prévoir une fréquence expérimentale légèrement plus élevée sachant que dans Vb nous n'avons pas déduit les volumes occupés par la paroi transversale et le haut-parleur.

• Les mesures et la mise au point

N'ayant pas une chambre sourde très vaste à notre disposition pour effectuer des mesures de réponse en pression en fonction de la fréquence suffisamment fines et significatives dans le grave, nous avons travaillé sur les courbes d'impédance qui, comme nous le verrons, offrent une analyse très précise des phénomènes.

Pour commencer nos expérimentations, nous avons placé le T 17 FL rodé dans l'enceinte sans aucun amortissement interne. La mesure de l'impédance est donnée en figure 5. Comme prévu, on retrouve une courbe type à deux bosses caracté-

ristique d'un couplage du haut-parleur à une charge accordée. Le creux entre les deux bosses indique la fréquence de cet accord, soit environ 60 Hz. Comme indiqué préalablement, cette valeur est légèrement supérieure à celle fournie par les calculs. A noter sur cette courbe, trois résonances parasites à 140 Hz, 220 Hz et 320 Hz dues à des réflexions internes.

Nous avons ensuite travaillé méthodiquement pour supprimer ces trois résonances. En figure 6, nous avons amorti avec une petite pièce de feutre le paroi transversale juste à l'arrière du haut-parleur. On notera l'amélioration significative. Ensuite, en figure 7, nous avons amorti très légèrement le fond du «V», là aussi gain appréciable, la résonance à 320 Hz a disparu. Poursuivant notre traitement, le coin supérieur du fond de l'enceinte est traité, ce n'est pas spectaculaire (figure 8). Idem pour la figure 9 où c'est au tour du coin inférieur du fond de l'enceinte d'être traité. Un essai en figure 10 d'amortissement de la paroi transversale côté embouchure, sans succès. Par souci d'économie, le feutre est retiré. Toutefois, chacun des traitements de la figure 6 à la figure 9 sont conservés. Ensuite, le traitement de la figure 7 est supprimé, comme on le voit en figure 11, la résonance

à 320 Hz réapparaît, cela malgré les autres traitements. Du coup, nous essayons un traitement plus énergique sur le «V», le résultat est indiqué en figure 12. Nous tenons le bon bout. En figure 13, nous avons encore accru l'amortissement «V», la courbe d'impédance est lisse et la résonance principale à 80 Hz est sérieusement amortie. Nous revenons à la configuration de la figure 12 et plaçons un rideau de feutre dans le prolongement vertical de la paroi interne, très bon résultat comme l'indique la figure 14, les pics de résonances parasites ont pratiquement disparus sans que la résonance principale ne soit vraiment affectée. Cela a son importance, car elle est significative du fonctionnement du haut-parleur. Inévitablement du traitement «écrasée» se traduira par un son moins «libre», voire étouffé.

Par acquis de conscience, nous avons expérimenté le dernier traitement sur le fond de l'enceinte en figure 15 sans incidence appréciable. Avant de nous attaquer à l'évent, nous avons voulu vérifier si un effet de sol apparaissait lorsque l'enceinte était posée au sol. En figure 16, on note qu'il n'en est rien. Fort heureusement, cette enceinte a été conçue pour être posée à même le sol...

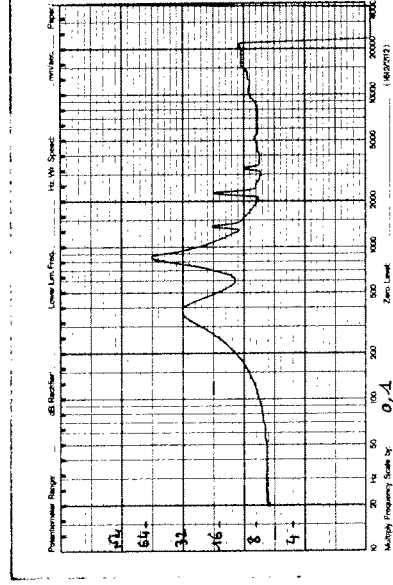


Fig. 5 : Courbe d'impédance de la TQWT sans aucun amortissement (2 Hz à 2 kHz).

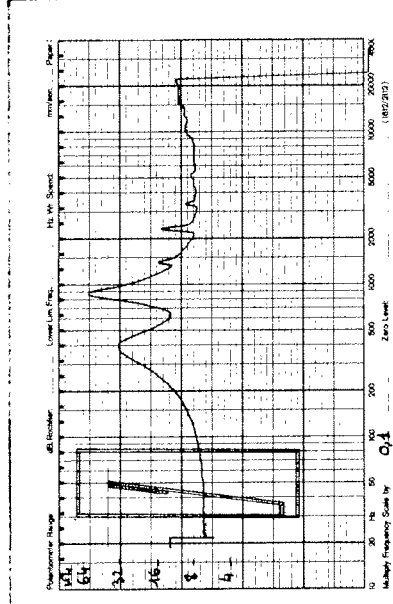


Fig. 6 : Courbe d'impédance de la TQWT avec amortissement à l'arrière du H.P. (2 Hz à 2 kHz).

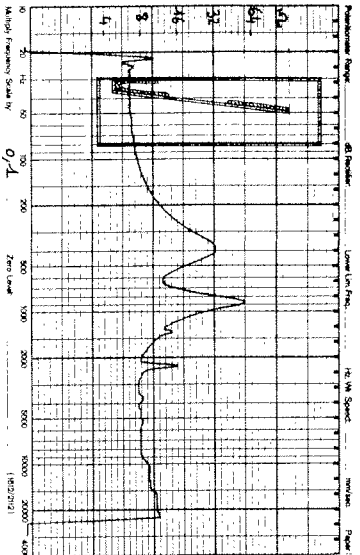


Fig. 7 : Mêmes conditions que la figure 6 + léger amortissement au fond du « V ».

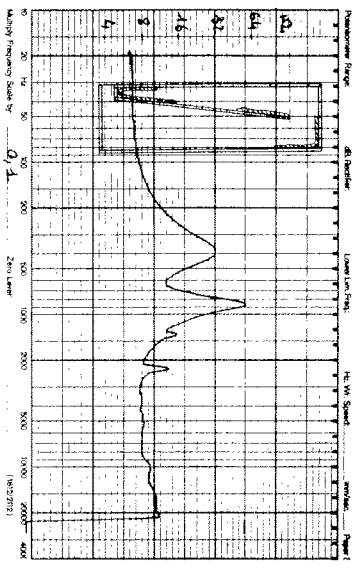


Fig. 8 : Mêmes conditions que la figure 7 + amortissement du coin supérieur du fond.

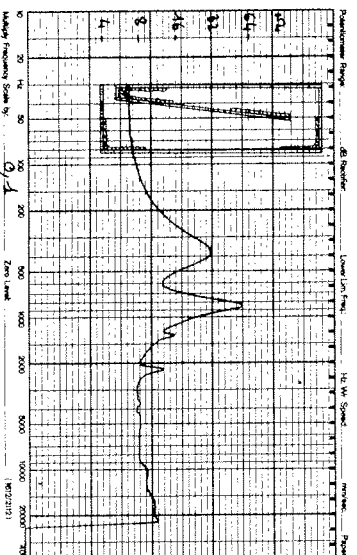


Fig. 9 : Mêmes conditions que la figure 8 + amortissement du coin inférieur du fond.

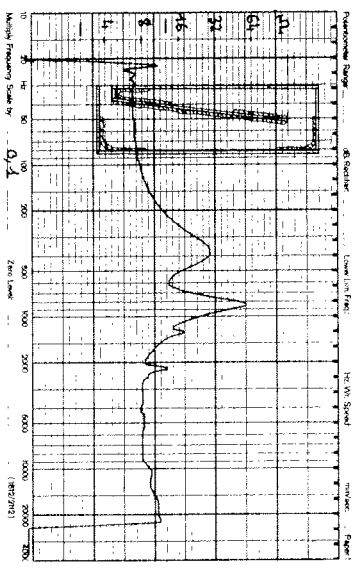


Fig. 10 : Mêmes conditions que la figure 9 + amortissement du dos de la paroi transversale.

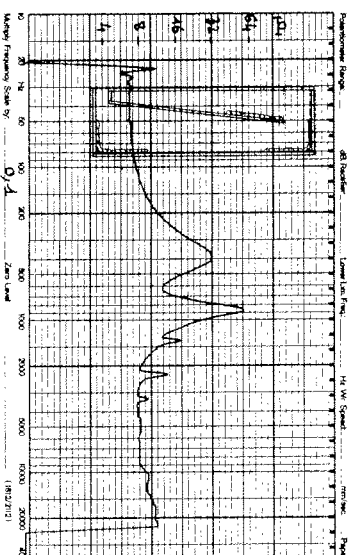


Fig. 11 : Mêmes conditions que la figure 9 avec suppression de l'amortissement du fond du « V ».

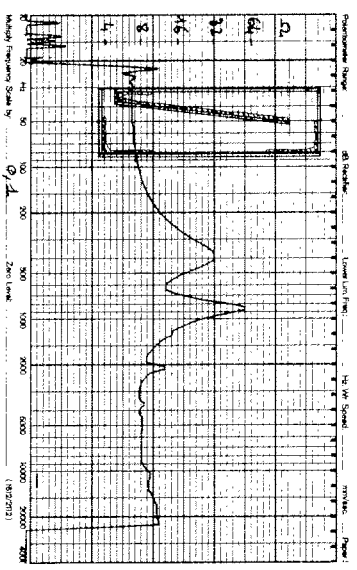


Fig. 12 : Mêmes conditions que la figure 9 + amortissement accru du « V ».

Après cette première phase d'essais, nous avons retenu la configuration de la figure 12 visualisée par la photo de la figure 17. Sur cette base, nous avons travaillé sur la hauteur d'évent que l'on avait prévu initialement relativement élevée pour nous permettre une large

latitude d'expérimentation. Les résultats sont regroupés sur la figure 18 où nous avons tracé les courbes d'impédance pour un événement ouvert, $h = 50$ mm pour mémoire, un événement fermé pour indication et enfin l'ouverture retenue après avoir introduit dans l'évent deux épaisseurs de

feutre (soit $h = 30$ mm). Sur cette dernière courbe, on note que la fréquence d'accord a baissé de près de 10 Hz pour atteindre les 50 Hz escomptés dans notre approche théorique. Bien d'autres essais furent faits, mais leur reproduction ne présente strictement aucun intérêt.

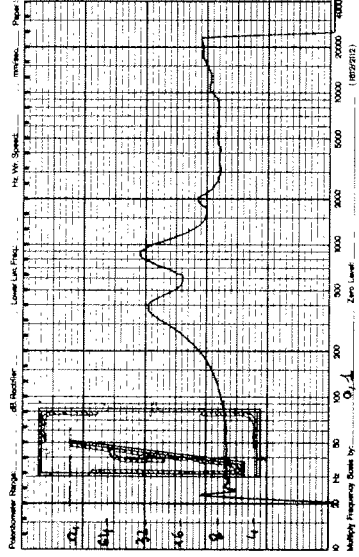


Fig. 13 : Mêmes conditions que la figure 12 + amortissement plus important du «V».

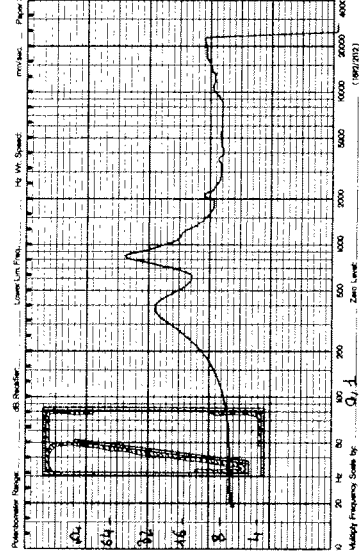


Fig. 14 : Mêmes conditions que la figure 12 + rideau à l'arrière du H.P. C'est la configuration qui a été retenue.

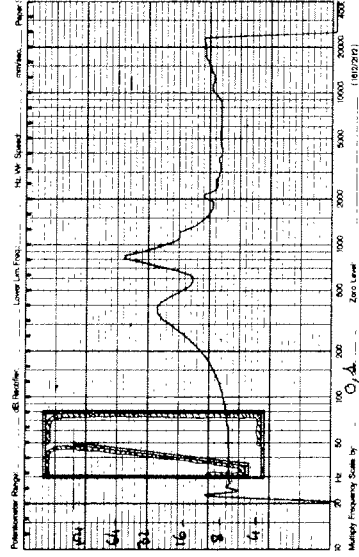


Fig. 15 : Mêmes conditions que la figure 14 + amortissement du fond.

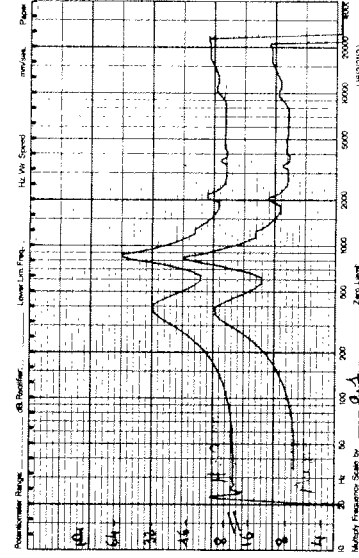


Fig. 16 : Mesure de l'impédance. En bas, l'enceinte est posée sur le sol. En haut, l'enceinte est relevée de 30 cm. La courbe est identique.

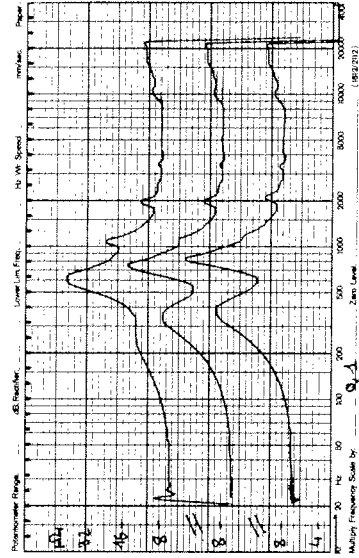
Validation subjective

Après cette phase expérimentale, il convenait de reprendre tous ces essais lors d'expérimentations subjectives. L'utilisation de serre-joints comme indiqué en figure 19 a beaucoup facilité les choses en évitant des vissages et dévissages fastidieux d'une des parois latérales. Ainsi, de très nombreux essais purent être faits. Nous nous limiterons aux conclusions. Trois personnes ont participé aux tests d'écoute. Divers disques furent utilisés et plus particulièrement un disque de contrebasse jouée à l'archet particulièrement révélateur des toniques, de la justesse du grave et de la définition.

Nous pouvons résumer les impressions recueillies sur les trois paramètres les plus signifi-

Fig. 18 :

Influence de la hauteur d'événement sur la courbe d'impédance. En bas, événement ouvert, en haut événement fermé, au milieu solution retenue (h = 30 mm).



catifs : ouverture de l'événement, amortissement du «V», rideau à l'arrière du HP.

a) **Ouverture de l'événement** : l'événement fermé se traduit par un extrême-grave tronqué, voire absent. L'événement ouvert au maximum (h = 50 cm) «gonfle» la restitution exagérément. L'événement plus deux épaisseurs de feutre

(h = 30 mm) est celui qui donne le meilleur équilibre.

b) **Amortissement du «V»** : très amorti, la restitution est moins expressive, tendance au son étouffé, compressé. Pas amorti : son trop «arraché», tendance à la coloration. Amortissement moyen (fig. 17) : le meilleur équilibre entre neutralité et défini-

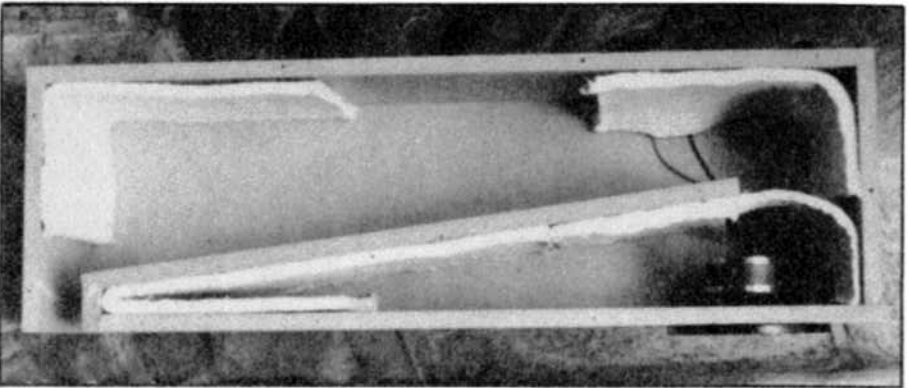


Fig. 17 : Vue de la configuration d'amortissement retenue (courbe d'impédance de la figure 14).

tion.

c) **Rideau arrière HP** : sans rideau : son gonflé dans le bas médium, tendance à la coloration. Avec rideau : bas médium bien «dosé» par rapport au grave, très bon équilibre.

Comme on le voit, l'expérience subjective corréle parfaitement les choix retenus lors des mesures. Point séduisant, ce type d'enceinte offre une latitude de réglage et de mise au point tout à fait inhabituelle. L'amateur pourra, sur la base des éléments donnés précédemment en tant que repères, «travailler» son enceinte pour l'adapter à ses exigences, ses goûts et aussi à son local en ayant l'opportunité de jouer à son gré sur le grave ou le bas

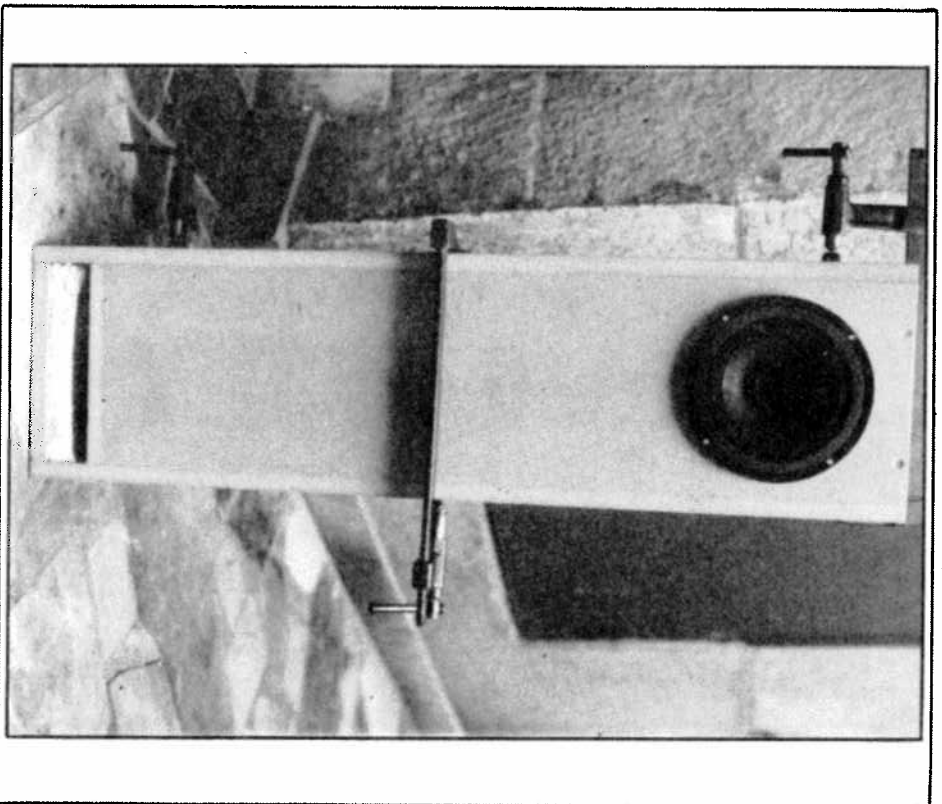


Fig. 19 : Des serre-joints ont été utilisés pour effectuer les mesures et les écoutes afin de pouvoir ouvrir aisément l'enceinte en ouvrant une paroi latérale.

médium sans qu'il y ait réellement d'interaction entre ces registres.

• Le haut du spectre

Nous nous sommes consacrés jusqu'à présent au registre grave et bas médium. Certes, c'est un point important pour la mise au point d'une enceinte et la définition de sa charge. Cela n'est toutefois en rien suffisant. Cependant, avant de nous aventurer dans une série de tests quelque peu fastidieux, nous avons effectué des écoutes en large bande du haut-parleur. Le T 17 FL est un remarquable haut-parleur procurant une restitution très expressive et très vivante. Sa définition le place dans le peloton de tête des haut-parleurs à cône.

Bien sûr, la TOWT peut être utilisée telle quelle avec le T 17 FL en «solo». Cependant, les qualités du grave au haut-médium sont telles que nous n'avons pas résisté à doter cette enceinte de l'aigu qu'elle méritait. Le Technics 5HH10, bien connu de nos lecteurs, était un choix qui s'imposait. Son mariage remarquable avec le PM6 Lowther, nous a guidé sachant que le T 17 FL est un haut-parleur dont la philosophie est très proche.

Le 5HH10 est positionné juste en dessous du T 17 FL côté extérieur (donc montage symétrique en stéréo).

Le choix de la fréquence de coupure s'est porté sur 8 000 Hz, pour préserver au maximum la

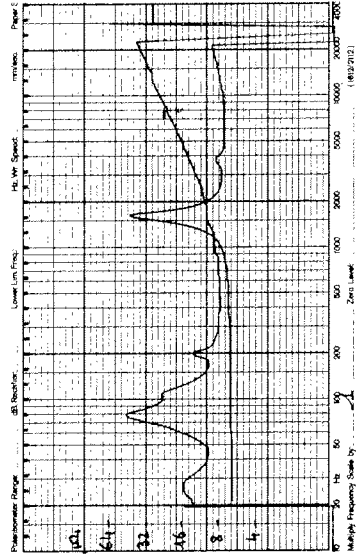


Fig. 20 : Courbes d'impédance de 20 Hz à 20 kHz du T 17 FL chargé en TQWT et du 5HH10.

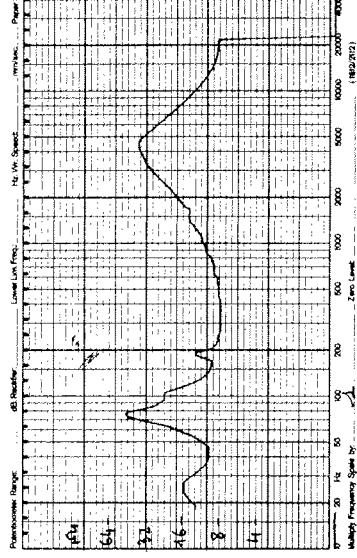


Fig. 21 : Courbe d'impédance de l'enceinte filtrée à 6 dB ($L = 0,5 \text{ mH}$ sur le T 17 FL et $C = 1,5 \mu\text{F}$ sur le 5HH10).

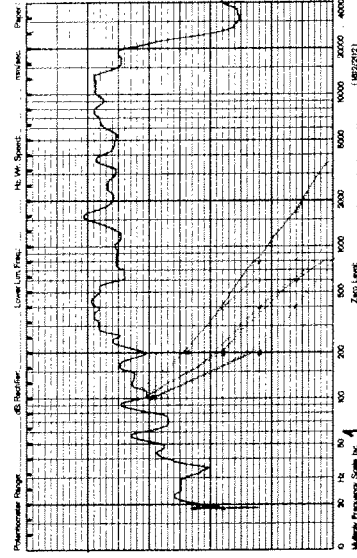


Fig. 22 : Courbe de réponse de l'enceinte en milieu semi-réverbérant. On remarquera l'excellente homogénéité, aucun accident marqué dû au bicône n'apparaît. La réponse dans le grave en-dessous de 200 Hz n'est réellement significative compte tenu des conditions de mesure. Toutefois, on notera qu'il n'y a pas de coupure brutale dans ce registre.

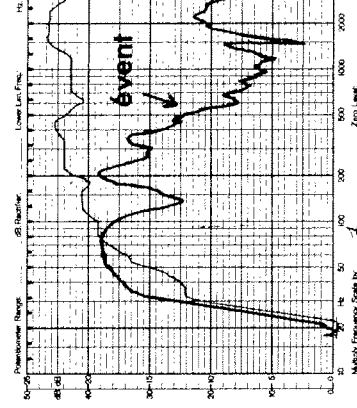


Fig. 22 bis : Courbe de réponse de l'enceinte dans le grave, mesure faite en proximité. On notera la réponse du haut-parleur et celle de l'événement qui ramène un niveau conséquent entre 35 Hz et 70 Hz.

reproduction large bande avec les avantages qu'elle offre en matière d'homogénéité et de spatialisation. Au vu des courbes d'impédance du T 17 FL et du 5HH10 données en figure 20, on note qu'à 8 000 Hz, l'impédance du Triangle est de 21 Ω , celle du Technics de 8 Ω . Un filtrage à 6 dB implique une valeur de self

$$L = \frac{Z}{2\pi F} = \frac{21}{2\pi \cdot 8\,000} = 0,42 \text{ mH}$$

et une valeur de capacité de

$$C = \frac{1}{2\pi ZF} = 2,4 \mu\text{F}$$

Après divers essais, nous avons retenu une valeur de self de 0,5 mH et une valeur de capacité de 1,5 μF . La courbe d'impédance de l'enceinte ainsi filtrée est donnée en figure 21. le tweeter est naturellement atténué d'environ 5 dB avec un potentiomètre à impédance constante qui offre une bonne latitude de réglage pour s'adapter aux conditions acoustiques du local. Pour les lecteurs désireux de calculer leur atténuation, rappelés :

$$\text{Atténuation dB} =$$

$$20 \log \frac{R2 \cdot Z_{HP}}{R1(R2 + Z_{HP}) + Z_{HP} \cdot R2}$$

• La réalisation

L'enceinte est réalisée en Isol rel médium (même type de maté-

Ainsi, dans le cas du 5HH10, $Z_{HP} = 8 \Omega$. On pourra choisir $R2 = 10 \Omega$ et $R1 = 3,3 \Omega$.

Nous vous communiquons en figure 22 la courbe de réponse de l'enceinte ainsi réalisée. Cette mesure a été effectuée en milieu semi-réverbérant. On notera que, malgré l'utilisation d'un bicône, aucun accident marqué n'apparaît. La réponse dans le grave n'est pas réellement significative compte tenu des conditions de mesures.

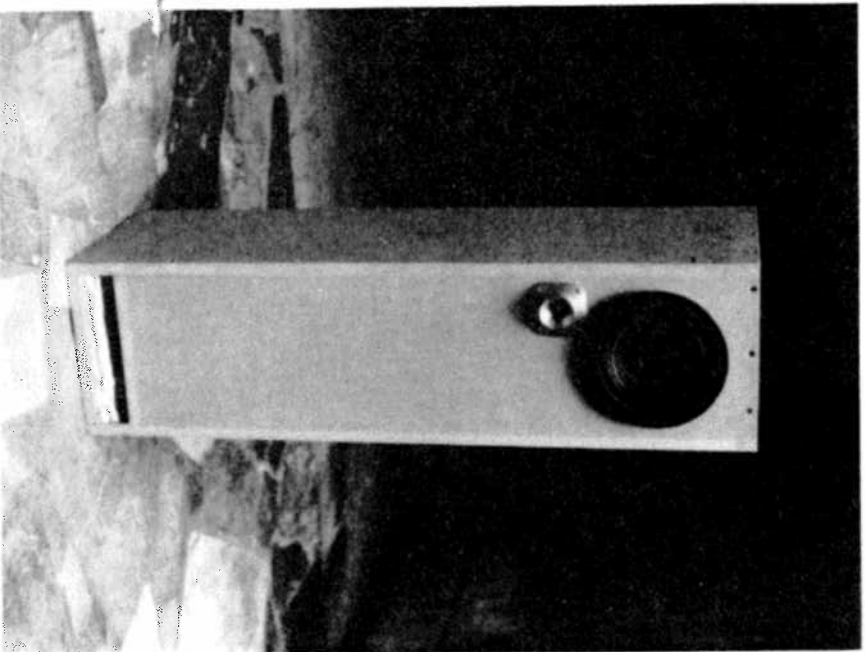


Fig. 23 : La TQWT avec le tweeter SHH10.

riau que celui utilisé pour la petite Audiophile). Toutes les parois sont en 19 mm assemblées bûées collées et vissées. Il conviendra de veiller à une parfaite étanchéité, le long de la paroi transversale interne plus particu-

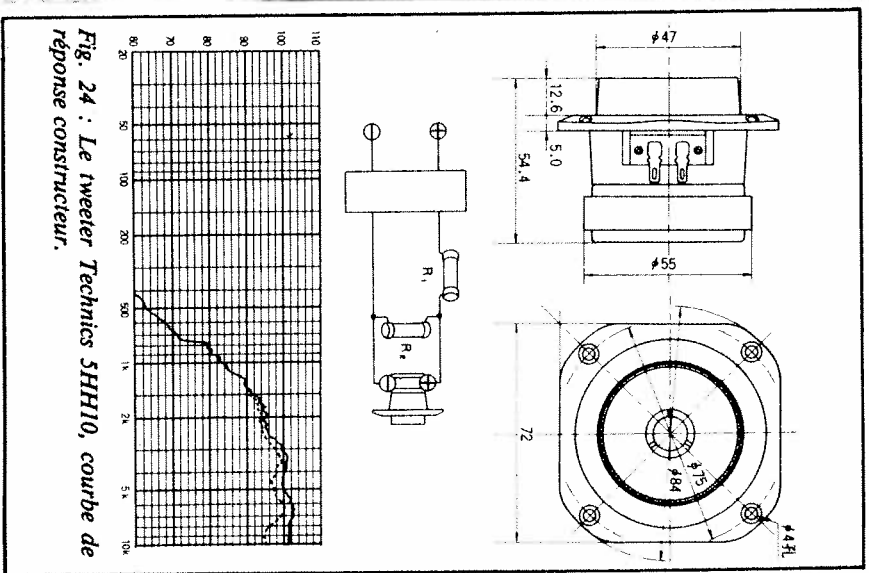


Fig. 24 : Le tweeter Technics SHH10, courbe de réponse constructeur.

lièrement. Le T 17 FL est monté par l'avant avec un joint d'étanchéité. La hauteur d'évent pourra être réduite à 30 mm pour éviter d'avoir recours à des «bouchons» en feutre peu esthétiques. Toutefois attention, vous

vous limiterez dans vos latitudes de réglage' (des cales en bois de même finition que l'enceinte et donc moins voyantes) peuvent faire l'affaire).

à 4 22 74

