

# L'AUDIOPHILE



3<sup>e</sup> Année

N° 15

Avril  
1980 30 F.

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

# Réalisation d'un amplificateur Classe A de 20 watts 3- La version définitive

Jean Hiraga - Gérard Chrétien

*Le présent amplificateur a déjà fait l'objet de deux articles dans les numéros 10 et 11 de l'Audiophile. Dans cette troisième partie, il sera question de l'aspect pratique, du montage définitif, ainsi que des derniers réglages et de divers conseils pratiques. Ainsi, nous pensons que cela permettra aux lecteurs de mieux comprendre le circuit, ses avantages et ses particularités. De nombreux lecteurs nous ont fait quelques critiques sur le manque de renseignements d'ordre pratique qui les freinait pour entreprendre à ce genre de réalisation. Aussi, allons-nous essayer de donner tous les petits détails qu'il est bon de connaître et qui évitent bien des embûches.*

*En fin d'article, il sera question des mesures faites dans notre laboratoire des Editions Fréquences, désormais bien équipé, sur la version définitive. Nous mentionnerons également quelques critères de reconnaissance de la qualité subjective des bons amplificateurs. C'est un sujet délicat, qui sera traité ici d'une façon telle qu'il ne devrait pas concerner l'appréciation personnelle ou le goût de l'auditeur, puisqu'il s'attache à la distinction entre les sons vrais et les sons modifiés...*

## **Dernières mises au point**

Dans les schémas décrits dans les numéros 10 et 11, quelques valeurs de résistances avaient été calculées en fonction du lot de transistors utilisé pour les prototypes. Chacun sait que la dispersion des caractéristiques, en particulier du  $H_{fe}$  des transistors, peut avoir une incidence impor-

tante. Les transistors utilisés dans cette réalisation possèdent un numéro, un code alphabétique, placé après la référence. Celui-ci permet, selon le constructeur, de localiser les marges de dispersion. Malgré cela, les écarts restent encore importants et un appairage est souhaitable. A ce sujet, diverses comparai-

sons ont été faites sur les prototypes utilisant soit des paires très « serrées », soit des paires en lot identique. Les différences constatées tant à la mesure qu'à l'écoute ne sont pas majeures. Néanmoins, nous avons jugé préférable d'effectuer un appairage. Signalons que dans le cas d'un amplificateur à couplage



direct, comme le Kanéda 50 W, ce genre de problème est infiniment plus critique. Pour le présent circuit, cette « accommodation » constitue un avantage pratique qui garantit un fonctionnement optimal, même après une longue utilisation.

Comme nous le mentionnons un peu plus loin, quelques petites modifications ont été apportées sur la version définitive, cela pour cette question de différence de lots de transistors.

### Influence de la tension d'alimentation

Sur les premiers prototypes, la tension d'alimentation avait été ajustée à + et - 18 V, elle permettait d'obtenir une puissance de 20 W en pure classe A à la limite de la saturation (se traduisant par un écrêtage de la sinusoïde). Le lot de transistors utilisés pour ces prototypes étaient différents, le  $H_{FE}$  du second étage était moins important et le  $H_{FE}$  des étages de sortie plus important. Les quatre premiers transistors devaient avoir dans la mesure du possible, pour un courant  $I_c$  de 1 mA, une caractéristique  $V_{BE}$  identique. Les séries de transistors utilisées dans les kits ont donné aux mesures des performances identiques à celles des prototypes, à l'exception toutefois d'une saturation plus rapide de l'étage driver et de l'étage de sortie, cela pour les raisons indiquées ci-dessus. Ainsi, la valeur de tension d'alimentation devenait un facteur primordial. Malgré un transformateur d'alimentation surdimensionné, 6 A alors que la consommation ne doit pas dépasser 3,4 A, la tension en charge variait suivant les modèles d'un volt ou deux malgré les spécifications semblables. C'est ainsi que dans les premiers modèles de la version définitive avec une tension secteur faible, la valeur de la tension d'alimentation atteignait péniblement 17 V, après la résistance de fil-

trage en pi de l'alimentation de valeur  $1 \Omega$ . Cette valeur légèrement plus faible suffisait à faire chuter la saturation à 15,5 W. Nous nous sommes donc heurtés à deux problèmes qui allaient dans le même sens : un lot différent de transistors d'une part et une tension d'alimentation plus faible d'autre part. A ce propos, de nombreux japonais se procurant des amplificateurs américains font l'erreur d'utiliser ceux-ci sur le secteur 100 V japonais, alors que ces appareils sont conçus pour le 117 V. Cet écart, représente une perte de puissance non négligeable et affecte les performances dans des proportions qui sont loin d'être négligeables : « circuits limiteurs, diodes Zener, alimentation régulées... ».

Comme nous l'avons mentionné au préalable, il est nécessaire que l'amplificateur travaille en pure classe A dans des conditions de température qui restent raisonnables, cela pour éviter tout emballement thermique, perte de qualité en écoute prolongée, détérioration lente des transistors de puissance après plusieurs années de travail (cas fréquent pour un amplificateur classe A trop poussé). Ce parti pris évite également toutes complications inutiles du circuit. Les transistors de puissance 2 SA 627 et 2 SD 188 sont des transistors très courants au Japon, ils sont très appréciés pour leurs qualités subjective. Ils ont un  $P_c$  de 63 W. Pourtant, il est important de trouver le meilleur compromis fiabilité/puissance maximum de sortie.

La puissance maximum est déterminée par la formule :

$$P_{max} = \frac{(2 V_{cc} \times \alpha)^2}{8 R_i}$$

$V_{cc}$  est la tension appliquée au transistor,  $R_i$  l'impédance de la charge (normalement de  $8 \Omega$ ) et  $\alpha$  « collecteur loss », résistance de perte du collecteur, qui est de

l'ordre de 0,8 à 0,85 pour les séries utilisées.

Ceci donne pour un  $V_{cc}$  de 18 V un  $P_0$  max. de :

$$P_0 \text{ max.} = \frac{(2 \times 18 \times 0,85)^2}{8 \times 8} = \frac{936,36}{64} = 14,63 \text{ Watts.}$$

En fait, un bon ajustage des divers composants permet de dépasser légèrement cette limite théorique de saturation de 1 à 2 W.

Bien qu'il soit possible, après modification, d'atteindre le niveau de saturation à plus de 20 W, il est indispensable de tenir compte de deux points très importants :

- ne jamais dépasser le courant de repos de 1 A par transistor. Pour ce courant de 1 A, la dissipation collecteur est de 24 W, soit donc le 1/3 de la dissipation collecteur max. (63 W).
- ne pas dépasser un  $V_{ce}$  de 24 V, limite pratique du montage, qui demandera alors des radiateurs de plus grande dimension et une bonne ventilation. Dans ce cas limite, la puissance passe à :

$$P_0 \text{ max.} = \frac{(2 \times 24 \times 0,85)^2}{8 \times 8} = 26,01 \text{ Watts,}$$

ce qui pourrait même éventuellement permettre, en ajustant quelques résistances lors de la mesure, d'atteindre près de 28 W.

Cependant, la modification apportée n'a pas été faite dans le but de pousser le circuit jusqu'à ses limites pratiques, mais de le faire travailler en toute sécurité, ce qui ne sera jamais assez répété. Ainsi, même après plusieurs heures de fonctionnement, les radiateurs de puissance ne dépassent pas  $70^\circ \text{C}$ , dans des conditions moyennes de ventilation.

En conséquence, la tension  $V_{cc}$  choisie après modification doit





nue avec le trimmer de 500  $\Omega$  et les 2 résistances de 680  $\Omega$  en parallèle, soit 180  $\Omega$  environ pour chaque moitié du trimmer. Bien que le réglage avec le trimmer de 500  $\Omega$  soit très simple, il se fait l'entrée branchée de préférence sans signal et les sorties non reliées aux enceintes, le trimmer de 50  $\Omega$  à l'avantage de donner une plage de réglage plus étendue.

### Courant dans le second étage

Le courant des transistors du second étage doit être de l'ordre de 0,8 à 1 mA comme cela indiqué sur le schéma de la figure 1. Ce courant est lié à la valeur du  $H_{fe}$  des transistors. C'est la dis-

qu'il convenait de signaler.

### Courant de repos

L'étage de sortie n'a subi aucune modification. On peut mesurer le courant repos en relevant la tension aux bornes des résistances de 0,47  $\Omega$ , celui ci doit se situer suivant la valeur de  $V_{cc}$  et la puissance désirée entre 0,8 et 1 A. Les résistances de polarisation, de 1,8  $\Omega$  peuvent être légèrement augmentées de quelques centaines d'ohms lorsque la tension est augmentée. Avec une valeur maximum de 2,4 k $\Omega$  pour une alimentation de + et - 24 V.

### Considérations sur l'alimentation

L'alimentation étant symétri-

pond avec le taux de distorsion minimum. Il est lié à l'appairage des transistors de sortie.

A propos de la double alimentation, il faut noter que le pôle négatif de la charge est relié au point-milieu du secondaire de l'alimentation. Dans ce cas, il s'agit bien de deux alimentations distinctes, où les courants égaux et de sens opposé s'annulent dans la charge, aux bornes de laquelle on ne retrouvera plus que le signal amplifié. Cependant, il est possible, comme c'est le cas pour les circuits à tubes de types O.T.L. à alimentation unique, de supprimer le point-milieu du secondaire du transformateur. Le pôle négatif de la charge se trouve donc relié à une charge fictive. La constante de temps des condensateurs de l'alimentation étant importante, un léger réglage du trimmer peut apporter une dérive momentanée, dérive qui reviendra peu à peu à 0. Ce montage a l'avantage de mieux protéger le haut-parleur, mais a l'inconvénient de faire débiter une valeur de courant unique dans les étages de puissances, même si dans le cas d'une alimentation symétrique une partie de l'étage push-pull débite plus que l'autre. Il faut dire aussi que le point de masse est flottant dans le cas d'une telle configuration. Cependant, la constante de temps étant extrêmement basse, la différence n'est pas audible. Par contre, le fait que l'on puisse considérer indirectement la charge comme étant en série avec l'alimentation peut avoir des conséquences audibles, ce qui tendrait à prouver que la qualité des condensateurs utilisés dans un tel type d'alimentation aurait une influence subjective plus marquée que dans le cas d'une alimentation de type symétrique. Toutefois, les deux configurations sont intéressantes, chacune, possédant avantages et défauts ; mais, tout dépend du cas d'application.

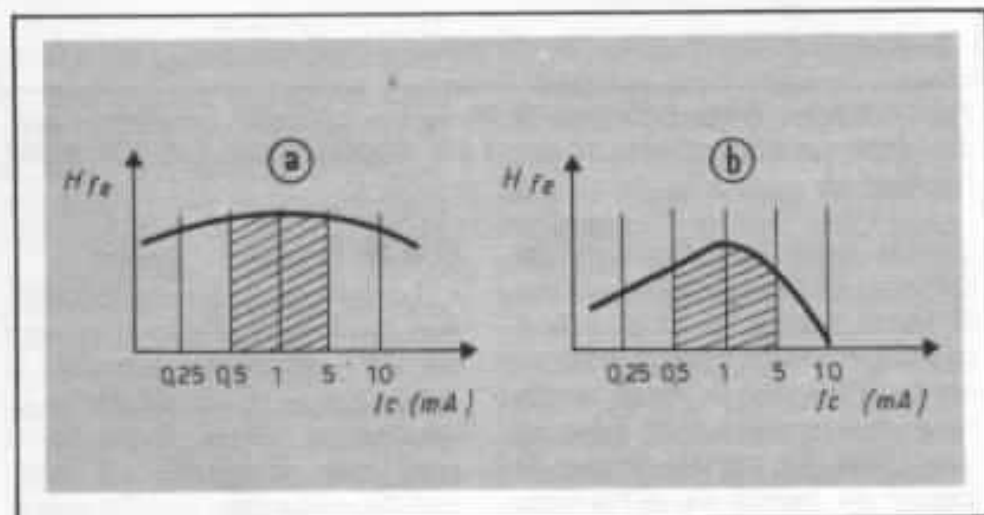


Fig. 2 : Caractéristiques de  $H_{fe}$  souhaitables pour le second étage, c'est à dire une faible variation de celui-ci en fonction du courant (A).

persion sur cette valeur entre les divers lots de transistors qui nous a conduit aux modifications mineures des résistances décrites précédemment. Dans la réalité ce n'est pas la valeur du  $H_{fe}$  en elle-même qui est la plus importante mais plutôt la variation de ce paramètre en fonction du courant collecteur. En figure 2 sont représentés deux types de paires complémentaires. En A nous avons une bonne paire dont le  $H_{fe}$  varie peu en fonction du courant. En B la variation est beaucoup plus brutale, c'est une paire moins souhaitable. C'est un point qui est donc important

que ainsi que le circuit, le moindre déséquilibre apporte une différence de consommation notable sur les deux branches + et - de l'alimentation. En fonctionnement normal, cette consommation doit être identique pour les deux branches et apporter, pour un courant équivalent, l'annulation du résidu continu en sortie. Les schémas des mailles de la figure 3 expliquent le processus. Il est tout à fait semblable à celui des amplificateurs à tubes sans transformateur de sortie et alimentation symétrique. Lorsque le résidu continu s'annule en sortie, cela corres-

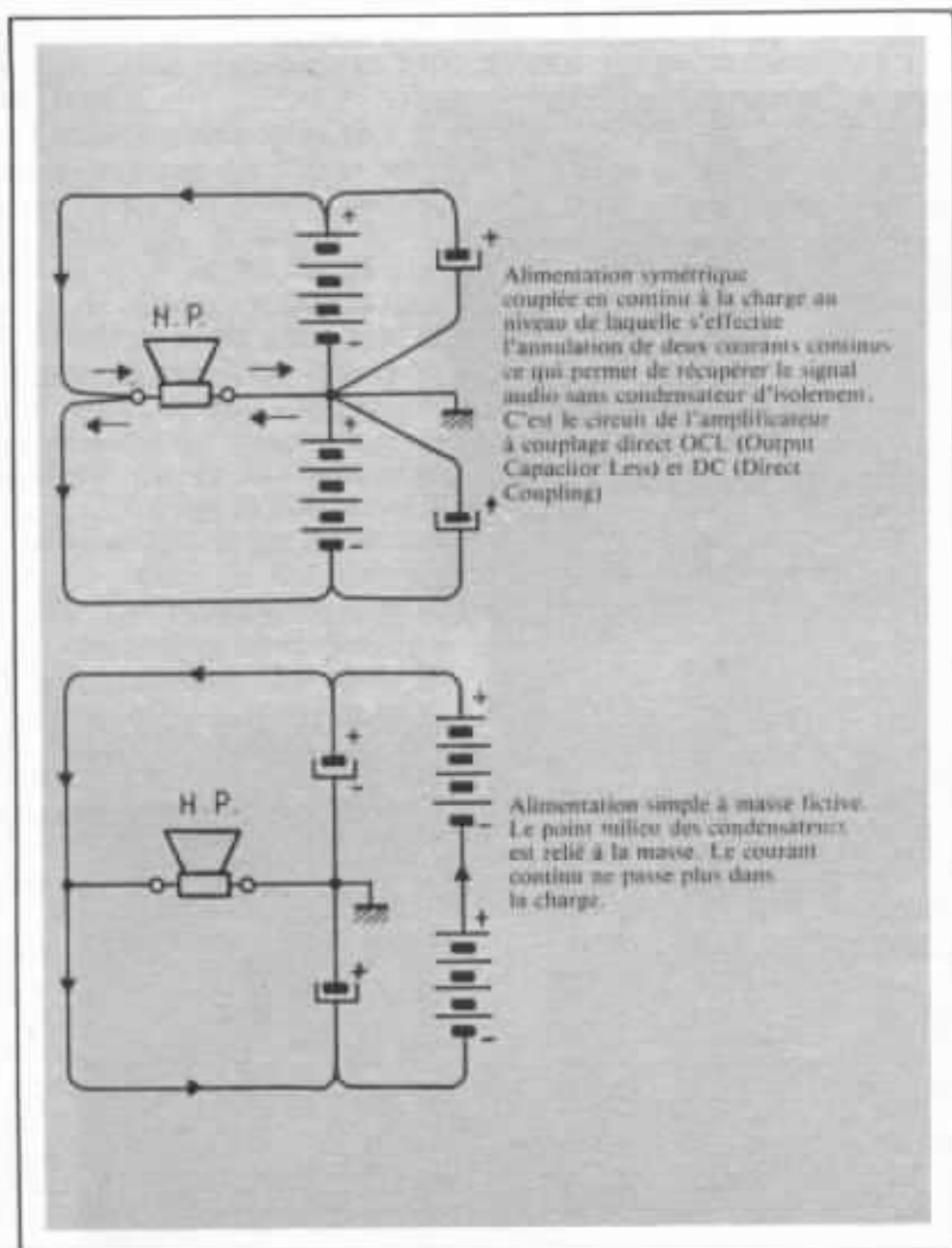


Fig. 3 : Les deux types de câblage de l'alimentation.

### Les problèmes de dérive

Pour notre présent circuit, l'alimentation est de type symétrique. Il ne faut jamais perdre de vue que l'amplificateur couplé en direct de l'entrée jusqu'à la sortie amplifiée sans atténuation le courant continu. Bien sûr, cet aspect représente un avantage certain sur les schémas traditionnels, par le fait qu'aucun condensateur de couplage n'est inséré sur le parcours du signal. Ainsi, les colorations apportées par ces condensateurs sont éliminées, la réponse en phase est beaucoup plus linéaire et la réponse transitoire en est améliorée (se reporter aux oscillogram-

mes). Cependant, ce couplage en direct peut être d'un grand danger pour le haut-parleur, lorsque le maillon précédant l'amplificateur, le préamplificateur en l'occurrence, est affecté d'une légère dérive en continu à sa sortie.

Le préamplificateur Kanéda mal réglé peut présenter ce danger, si le condensateur de  $0,4 \mu\text{F}$  n'est pas inséré en sortie de l'étage RIAA, avant le potentiomètre de volume. La partie linéaire, en raison du faible gain des étages, ne pose pas ce problème. L'étage d'entrée, quant à lui, possède un gain très important et la contre-réaction est

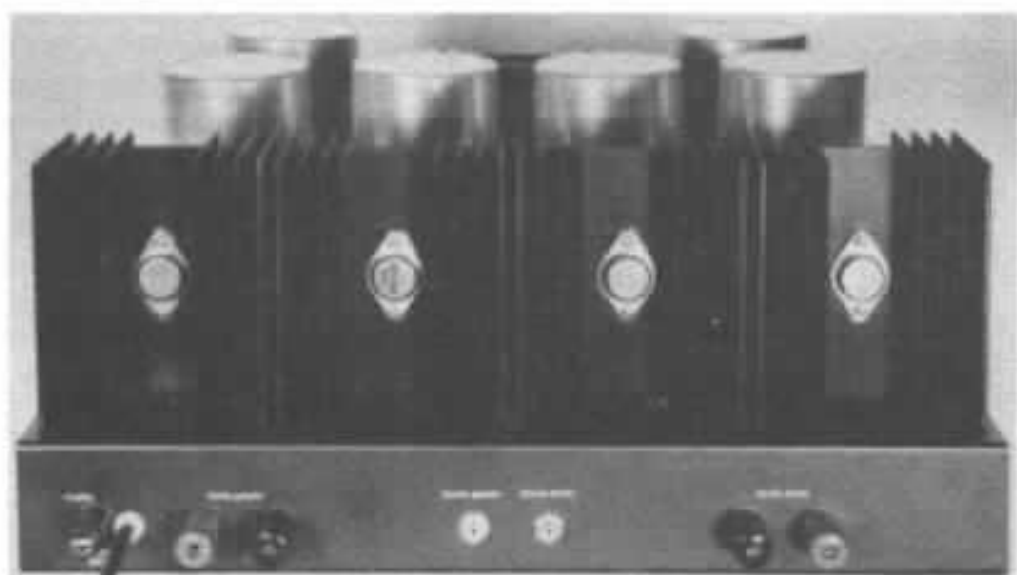
reliée en continu à l'entrée. De plus, la forme même de la correction RIAA amplifie la dérive si elle est présente. Ainsi, même après un réglage minutieux, cette dérive peut passer au-dessous de  $50 \text{ mV}$ , voire de  $10 \text{ mV}$ . Cette dérive en elle-même n'est pas critique. Pourtant, une instabilité sur l'alimentation, le débranchement de l'entrée phono, peuvent suffire à provoquer une dérive de quelques centaines de  $\text{mV}$ .

Les amateurs qui préfèrent relier les étages RIAA à l'entrée de l'amplificateur, sans utiliser l'étage linéaire, devront faire très attention à ce point. Il est bien entendu qu'il est préférable d'utiliser le minimum d'étages électroniques, les risques de dégradation du signal ne peuvent en être que plus faibles. Dans ce cas, le condensateur de couplage de  $0,4 \mu\text{F}$  devra être choisi avec soin. Naturellement, les condensateurs au mica argenté de haute qualité donnent d'excellents résultats. Toutefois, les prix sont extrêmement élevés, entre 300 et 500 F pièce. Nous avons trouvé dernièrement un excellent compromis avec un condensateur de  $0,47 \mu\text{F}$  ITT PMT série 250 V (et non 400 ou 630 V) enduit partiellement de « super black », traitement éliminant les fuites de type électrostatique sur des composants passifs.

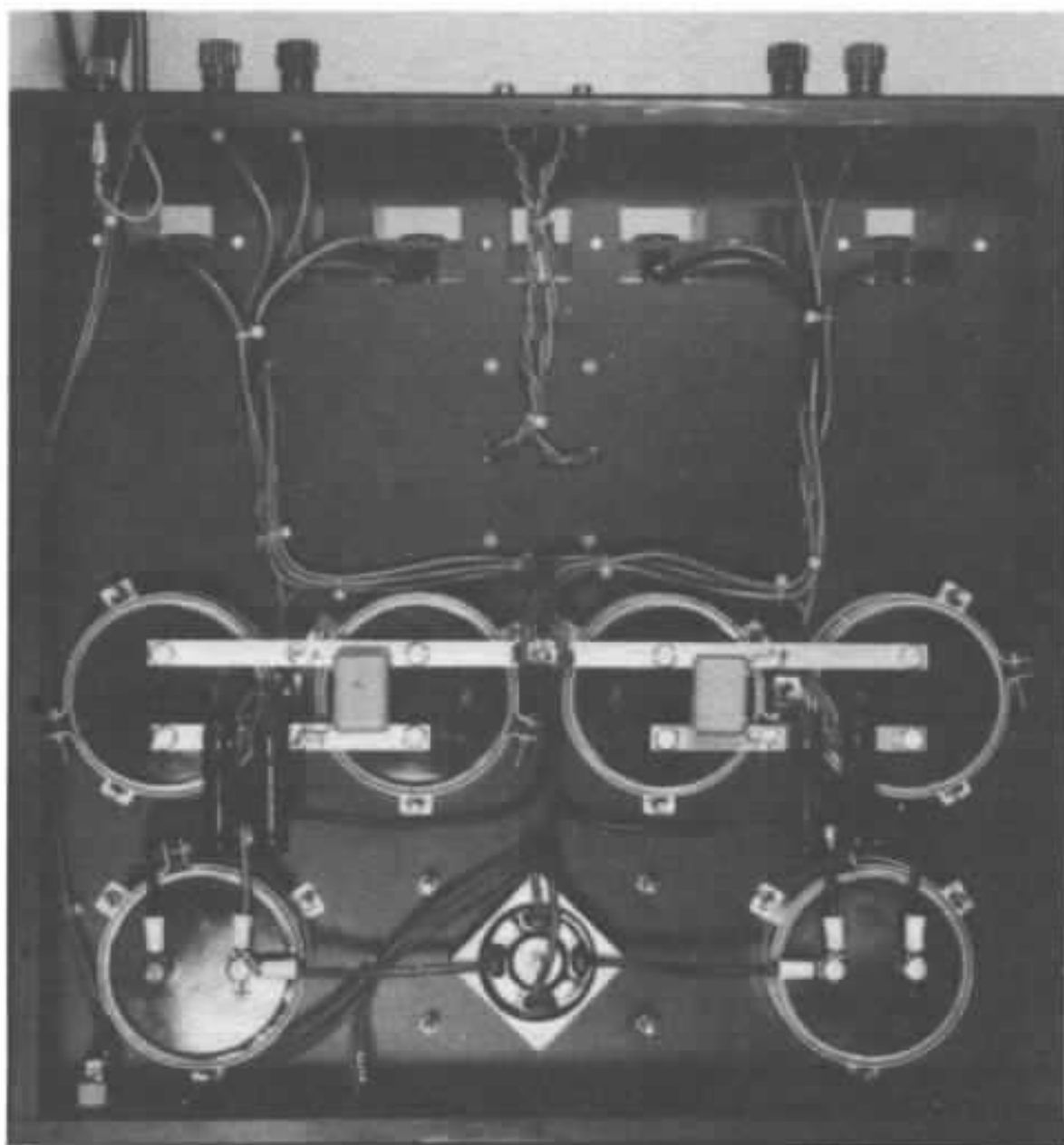
### Alimentation de la version définitive

Les photos de la fig. 4 montrent l'aspect définitif de l'amplificateur. Il se présente sous la forme d'un châssis assez plat et carré, sur lequel vient se poser un capot ajouré sur trois faces. Les radiateurs sont disposés en ligne sur la face arrière, et le dessous du châssis est grillagé sous les refroidisseurs, de sorte à créer un effet de cheminée pour permettre un bon dégagement de la chaleur émise. Les circuits imprimés sont disposés à plat sur le châssis, de manière symétrique, c'est-à-dire





*Fig. 4 : Vue de dos*



*Fig. 4b : Vue de dessous, on remarquera la parfaite symétrie du câblage.*

que les entrées sont placées vers le centre pour raccourcir les fils de câblage.

L'alimentation occupe plus de la moitié du volume. Elle se compose de six gros condensateurs de 60 000  $\mu\text{F}$ , isolement 25 V, soit un total de 360 000  $\mu\text{F}$ . Le pont de diodes, imposant par son volume, prend place sous le transformateur. Il est important que celui-ci soit largement dimensionné en raison du courant de charge à l'allumage élevé. Le filtrage en pi utilise une résistance de 1  $\Omega$  ou 0,5  $\Omega$  suivant la valeur de  $V_{\text{CC}}$  désirée. Ainsi, pour chacune des moitiés de l'alimentation symétrique, on trouve successivement après le pont de diodes, un condensateur de filtrage en tête de 60 000  $\mu\text{F}$  suivi de la résistance de filtrage, laquelle est reliée aux deux condensateurs de sortie de 60 000  $\mu\text{F}$  chacun.

Un point est à préciser concernant les résistances de filtrage. Ces dernières sont de type selfique et bobinées sur stéatite stratifiée de puissance 15 W. En fonctionnement normal, ces résistances travaillent à température assez élevée qui, reste néanmoins en dessous des limites de dissipation maximum, puisque la dissipation réelle se situe aux environs de 12 W. Il convient, à la première mise sous tension de l'appareil, de placer le curseur de trimmer de 500  $\Omega$  de la carte imprimée à mi-course. Dans cette position, le résidu continu en sortie est pratiquement nul, alors qu'en extrémité de course la consommation sur une moitié de l'alimentation peut devenir plus importante et dépasser la valeur normale, ce qui se traduit par un échauffement anormal des résistances de filtrage.

### Le câblage des masses

C'est un point très important du montage. En effet, lorsqu'on utilise des alimentations non régulées avec de fortes capacités

de filtrage, les harmoniques du secteur peuvent « traverser » ce filtrage sans être atténués. Ceci se caractérise, non pas par un ronflement, mais par un « bzzzz » caractéristique. Il provient du résidu alternatif de filtrage, dans lequel sont inclus les pics de commutation des diodes au silicium. Ces pics peuvent être visualisés à l'oscilloscope et leur hauteur peut être réduite en plaçant en parallèle sur les diodes du pont des petites capacités de 10 à 20 nF, dont la valeur est à

à-dire relier les diverses masses en un point unique. La figure 5 montre un exemple de câblage de l'alimentation. La masse commune est constituée par une barre de cuivre. Malgré l'épaisseur de celle-ci, et donc une résistance négligeable, nous avons rencontré des problèmes dont la cause provenait d'un manque de symétrie d'un point de masse.

La figure 6 montre les deux types de câblage : en A, l'alimentation présentant le défaut évoqué ci-dessus, en B, une ali-



Fig. 4c : Vue de dessus

ajuster. Cependant, même en l'absence de ces capacités destinées à absorber les pics, il est possible d'éliminer totalement le bruit de fond résiduel de l'alimentation et de le faire passer au-dessous du niveau du souffle de l'amplificateur, lequel est déjà situé très bas dans le cas présent.

Il faut pour cela respecter le câblage de masse en étoile, c'est-

à-dire relier les diverses masses en un point unique et masse en étoile. La solution B est celle qui donne les meilleurs résultats, elle doit être utilisée pour le câblage de l'alimentation de l'amplificateur.

Pour relier les condensateurs, la solution la plus pratique consiste à utiliser des bandes de cuivre d'épaisseur 1,5 à 2 mm et de largeur d'environ 15 mm. On peut également utiliser de la

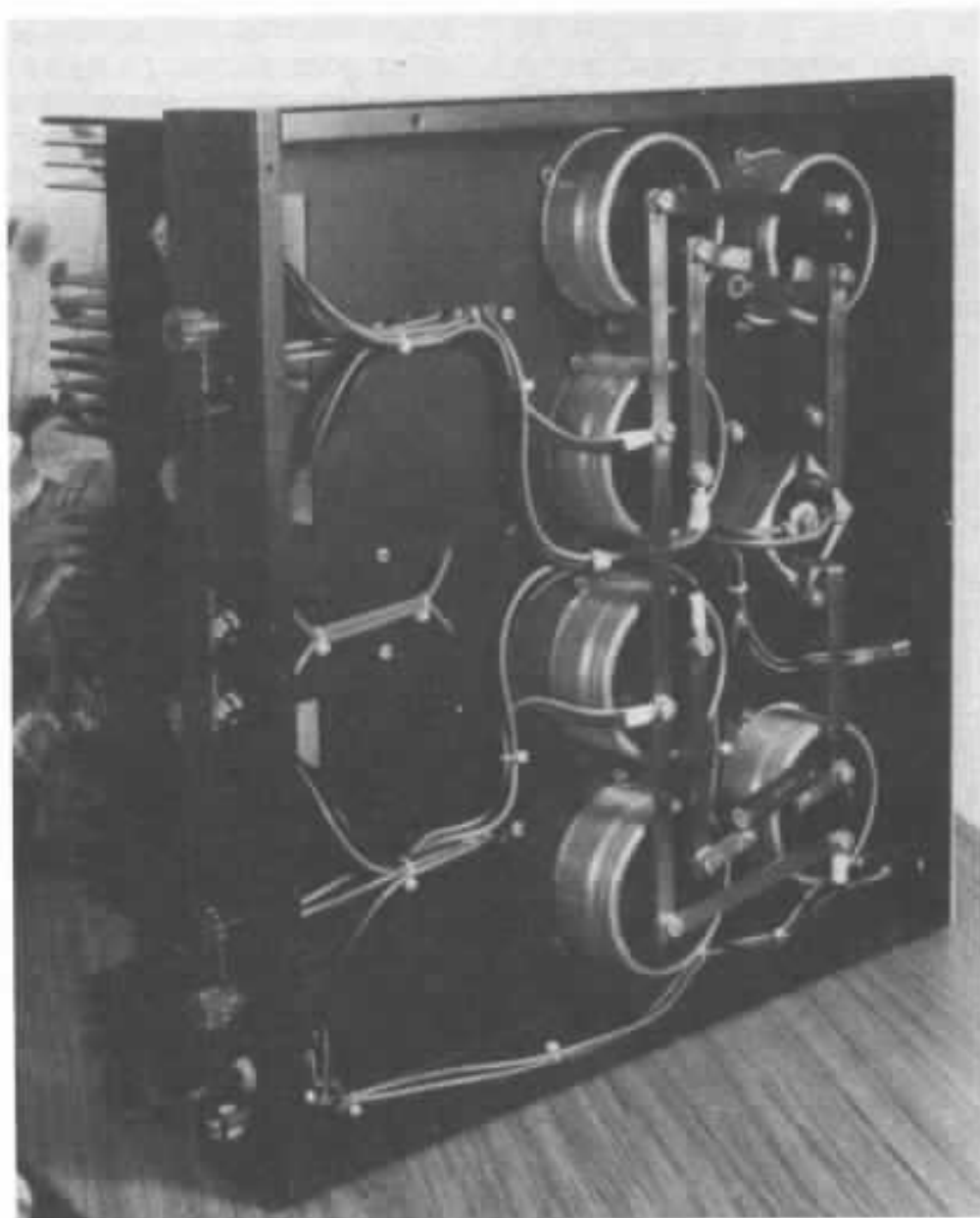


Fig. 5 : Le premier câblage de l'alimentation modifié depuis.

tresse de cuivre de largeur équivalente. Pour la fixation des connexions, on peut directement souder sur les barres ou sur la tresse, ou bien utiliser des cosse (fig.7) sur lesquels on retire la partie isolante pour souder le fil qui est normalement serré avec une pince spéciale. Dans le cas d'une soudure sur les barres, on peut perforer au préalable celles-ci avec des trous de 1,5 mm de diamètre environ, ce qui facilite l'opération de soudure. Il est important également de dévisser avant soudure les condensateurs pour que ceux-ci n'absorbent pas dangereusement la chaleur. Le fer à souder devra avoir une puissance suffisante de 80 à 100 W, pour que les soudures soient propres et faciles à effectuer, compte tenu de l'inertie thermique. Dès que la soudure se refroidit, on peut passer aussitôt après (avant que la barre ne refroidisse) un chiffon doux sur les soudures pour retirer l'excédent de résine. Il faut ensuite bien veiller à revisser toutes les plaques sur les condensateurs. Pour le câblage, utiliser de préférence du fil multibrins de type Lify, de section de 1 mm<sup>2</sup> ou de 2,5 mm<sup>2</sup>. Noter que le câblage en fil de 2,5 mm<sup>2</sup> est plus délicat car le fil qui contient plus de 1 000

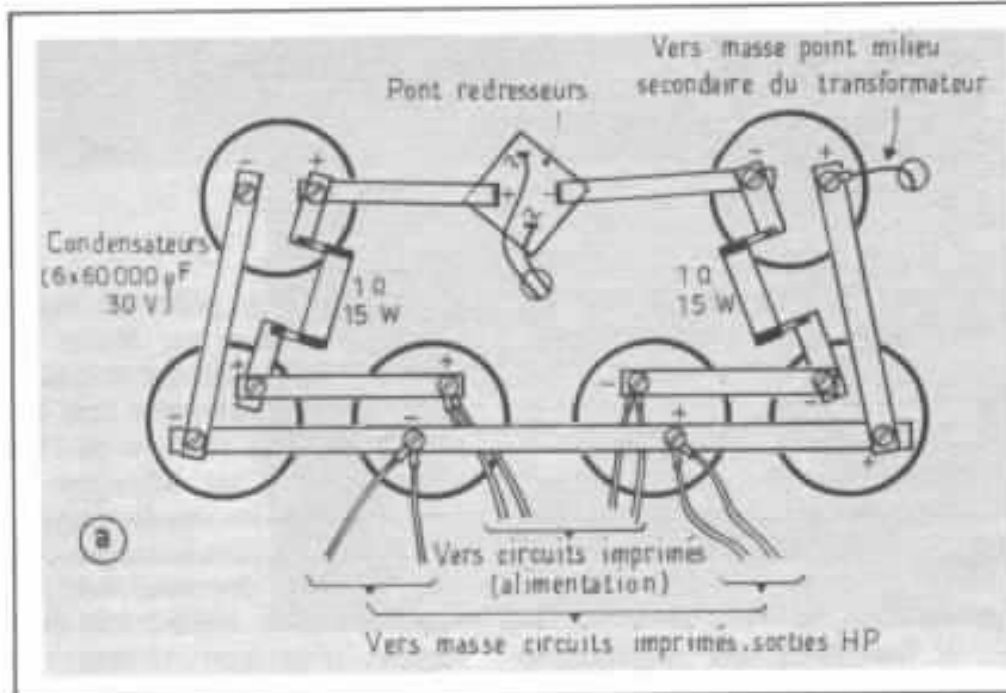


Fig. 6A : Malgré les plaques de cuivre de résistance très faible, il se produit dans le cas présent un résidu de filtrage qui reste faible mais audible, en particulier sur le tweeter. La masse du point milieu du secondaire du transformateur reliée sur un des côtés du circuit de masse provoque en grande partie ce déséquilibre.



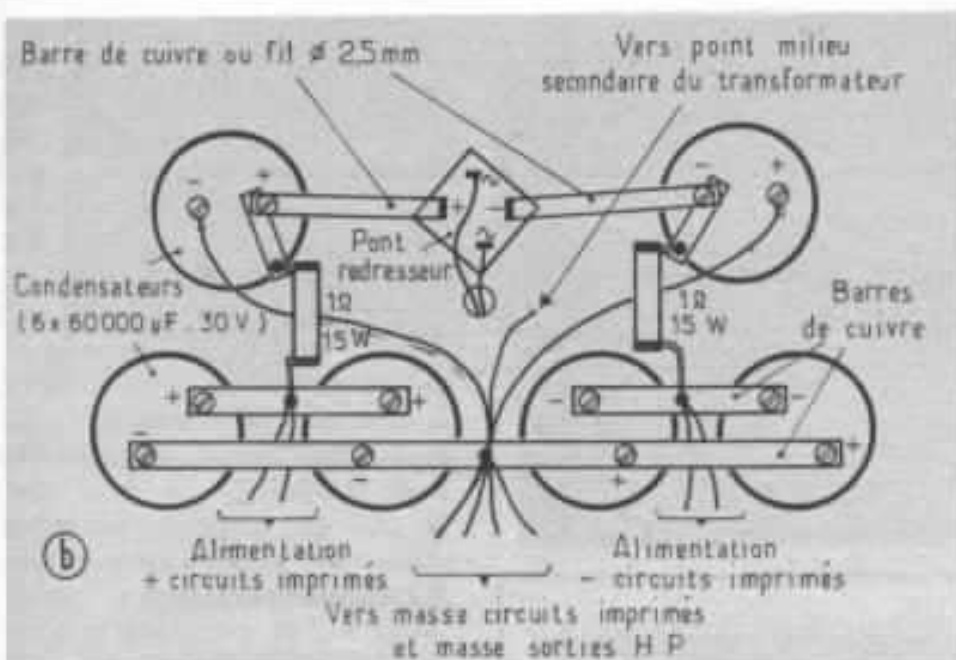


Fig. 6 : Version utilisant la masse « en étoile » groupant en un seul point les sept connexions de masse. Remarquer aussi les liaisons des + et - partant du centre au lieu d'une des extrémités des barres de cuivre.

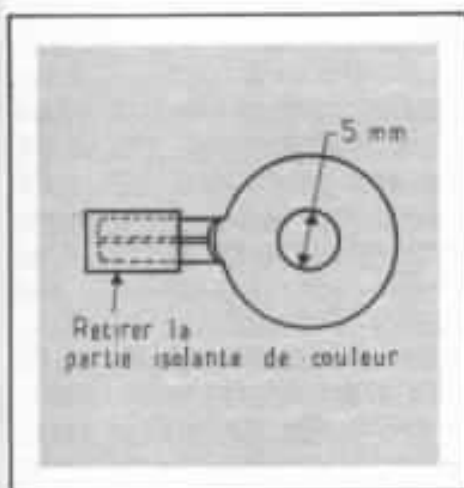


Fig 7 : Cosse utilisée pour effectuer les connexions sur les condensateurs. Il est nécessaire de retirer la partie isolante (de couleur) et de souder directement le fil dans la cosse. Pour le fil multibrins du genre Léonische il est conseillé d'étamer préalablement le fil et la cosse, en raison du grand pouvoir d'absorption de ce genre de fil. La cosse doit avoir un trou central de 5 mm de diamètre afin de pouvoir être fixée sur les bornes des condensateurs. La soudure ne doit pas se faire sur le condensateur, pour éviter toute transmission nuisible de chaleur.

brins absorbe très bien la chaleur et la soudure. Il faut donc prendre le temps de bien étamer les fils en deux fois. Une première fois pour faire pénétrer la soudure dans tous les brins. Une seconde fois avec plus de sou-

de, mais dans un temps plus court, afin que celle-ci enrobe bien le fil sans pénétrer à travers les brins. Avec une pince coupante on élimine l'excès de longueur de fil étamé. Et ce n'est qu'après avoir étamé préalablement la partie à souder, barre ou tresse de cuivre, que l'on effectue l'opération de soudure finale qui ne demandera d'ailleurs que très peu de soudure. Ainsi, on réalise une bonne soudure sans trop chauffer les pièces.

Dernier point concernant le câblage de l'alimentation. Les condensateurs de  $2,2 \mu\text{F}$  de type ITT PMT ou PMC se montent sur les condensateurs de filtrage de sortie ( $2 \times 60\,000 \mu\text{F}$ ). Rappelons qu'il est conseillé de les utiliser car les meilleurs électrochimiques de fortes valeurs deviennent selfiques à partir de 10 ou 15 kHz, parfois même à partir de 5 kHz. Aussi, est-il très important de les découpler aux fréquences élevées. Le condensateur ITT est conseillé pour sa construction non selfique, la grande rigidité de ses armatures et son prix très abordable. Le fil de type Lify n'apporte que très peu d'effet selfique série gênant qui pourrait provoquer une résonance parasite à fréquence élevée

par accord self/capacité, cela en raison de sa très faible longueur.

On peut, bien sûr, fixer les deux condensateurs de  $2,2 \mu\text{F}$  directement sur le circuit imprimé. Dans ce cas, on peut les disposer entre les picots de connexion + et - de l'alimentation et la masse du circuit imprimé.

### Le câblage du circuit

Le circuit du kit est fourni pré-câblé. Les transistors de puissance sont déjà fixés sur les radiateurs et sont reliés au circuit imprimé, cela pour éviter les erreurs de montage, en particulier, les liaisons des transistors.

La construction étant tout à fait symétrique, le câblage est simple. Il suffit de raccorder les entrées des prises Cinch, dont la masse est directement reliée au châssis, au circuit imprimé à l'aide de fils Lify de deux couleurs torsadés. Ensuite, relier les alimentations + et - sur chacune des cartes, ainsi que les masses prises au point commun. Enfin, raccorder les sorties haut-parleur, la borne rouge au circuit imprimé, la borne noire au point de masse, cela pour le deux canaux.

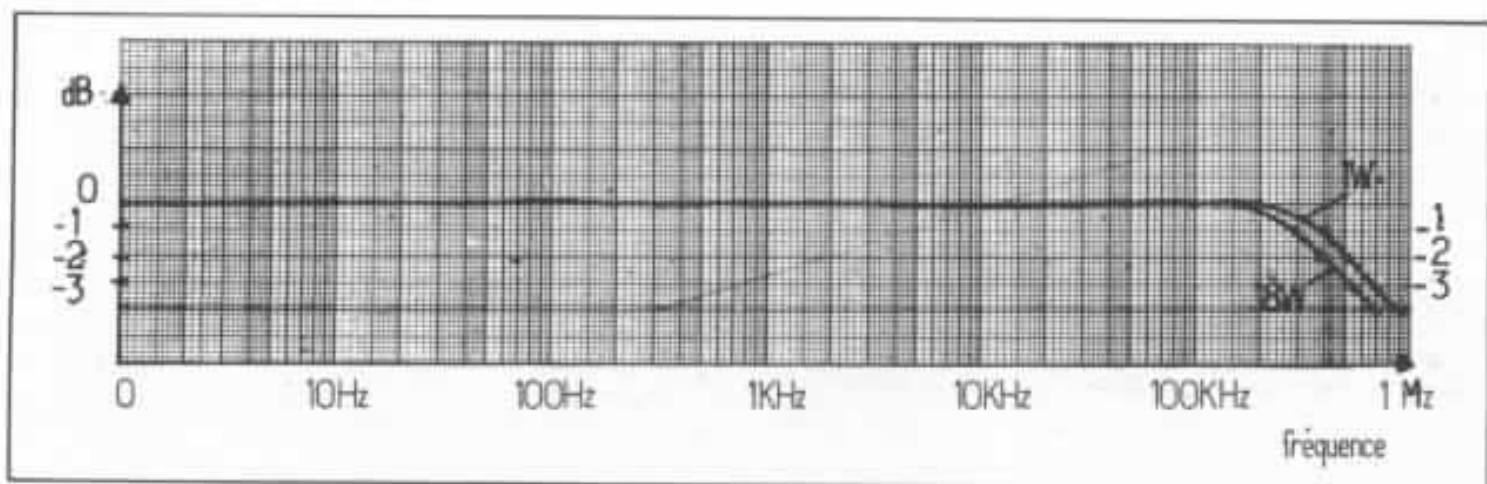


Fig. 8 : Réponse en fréquence

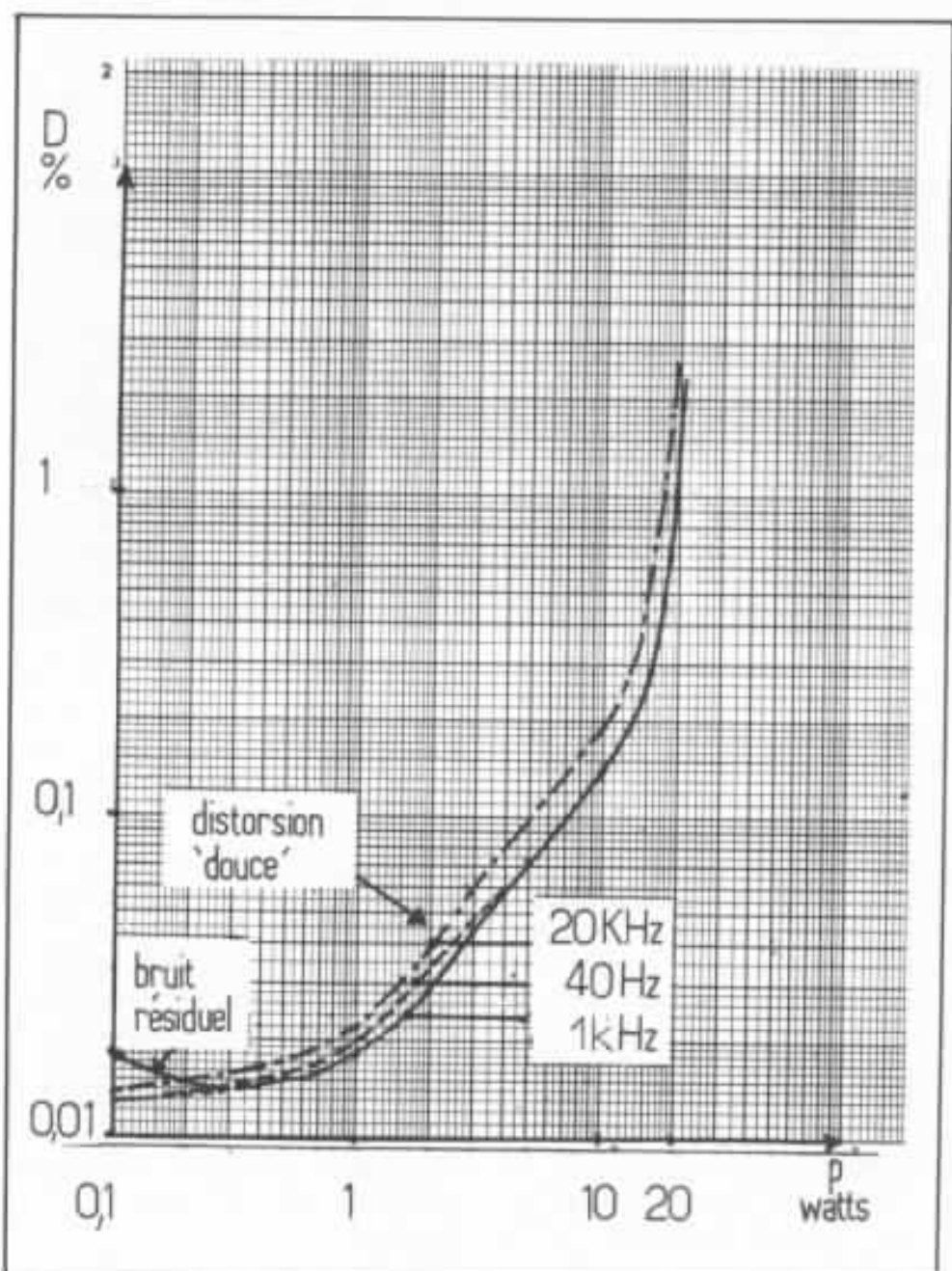


Fig 9 : Variation de la distorsion en fonction de la puissance pour trois fréquences. On notera la forme très régulière de la courbe et la très faible variation en fonction de la fréquence, ce qui est inhabituel.

### Le transformateur

Le transformateur qui a été retenu après différents essais est un modèle d'excellente qualité, imprégné sous-vide et utilisant des circuits en double C. L'avantage du circuit en double C est un faible rayonnement allié à un bon rendement qui fait, qu'à puissances égales l'encombrement est inférieur à celui d'un modèle conventionnel à tôle empilée. Néanmoins, malgré un aspect imposant, ce genre de transformateur est assez fragile, au niveau des entrefers en particulier, c'est-à-dire les quatre parties planes où les circuits en C viennent s'appliquer les uns contre les autres. Le contact doit être parfait. Il suffit d'un choc ou d'une mauvaise fixation pour légèrement déplacer les circuits et élargir ainsi l'entrefer, ce qui s'accompagne d'une légère vibration parasite pouvant être audible. Il faut dans ce cas revoir l'attache des bandes de serrage des circuits ou encore le serrage des tôles. Les perfectionnistes peuvent le monter sur de petits silent-blocs en caoutchouc. Dans les amplificateurs de puissance, la vibration parasite du transformateur est un problème assez fréquent. Toutefois, ce problème de vibration mécanique peut toujours être résolu, sauf dans le cas où les tôles et les bobinages sont mal imprégnés. L'imprégnation

sous-vide, qui reste le meilleur moyen d'éviter ce désagrément, n'est pas, comme on pourrait le penser, systématique. D'une part, pour des questions de prix de revient, et d'autre part, pour des raisons de normes de sécurité interdisant, dans certains pays, l'hydrogène pour l'opération d'imprégnation.

Le modèle retenu est collé à l'araldite pour limiter encore les risques de vibrations parasites. Il est largement dimensionné, 6 A alors que la consommation moyenne ne dépasse pas 3 A, de sorte qu'il ne chauffe pas exagérément, même après plusieurs heures d'utilisation, 40° environ.

Il est conseillé de souder les fils venant sur le transformateur avant le montage mécanique de celui-ci, cela pour des raisons d'accessibilité.

Ce transformateur possède trois prises sur son primaire 210, 220 et 240 V, de sorte à s'adapter à la tension secteur, car comme, nous l'avons vu précédemment, son influence est grande sur la valeur de  $V_{cc}$  et donc sur celle de la puissance de sortie. On peut, si l'on désire un peu plus de puissance, utiliser la prise 210 V, même si le secteur est à 220 ou 230 V. On gagne ainsi 1,2 à 1,5 V sur la tension d'alimentation.

La lampe témoin, 220 V néon, possède une résistance incorporée, si bien qu'il suffit de la relier aux bornes 0 et 220 V du primaire du transformateur d'alimentation.

### Mesures

Les figures 8, 9 et 10 montrent les résultats des mesures. Ceux-ci sont assez étonnants en comparaison de la simplicité du montage. Noter cependant, comme nous l'avons maintes fois signalé, qu'il n'a pas été fait de recherches destinées à réduire le taux de distorsion à des valeurs infimes, valeurs qui, à notre avis lorsqu'elles se situent en dessous

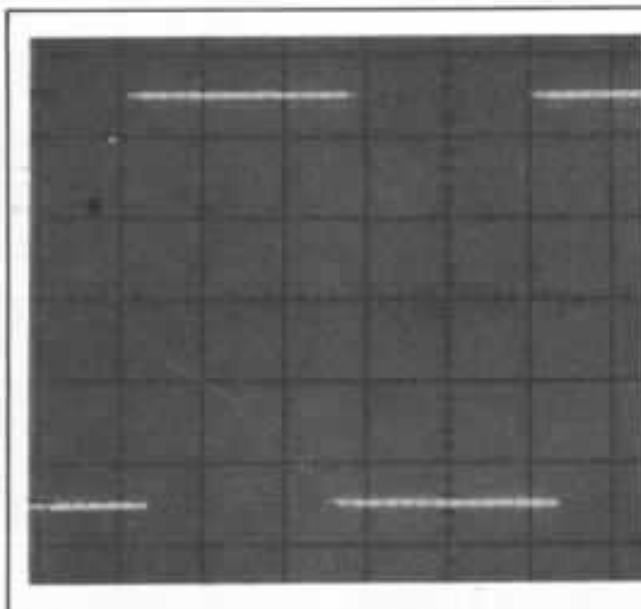


Fig. 10 : Réponse sur signal carré à 40 Hz.

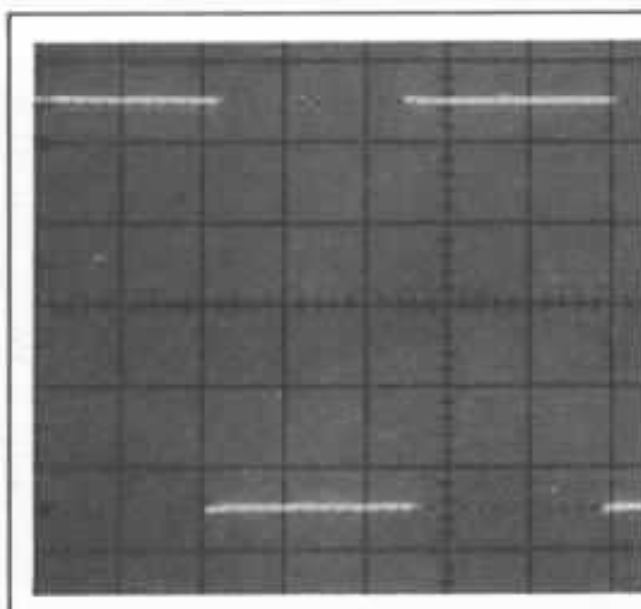


Fig. 10b : Réponse sur signal carré à 1 kHz.

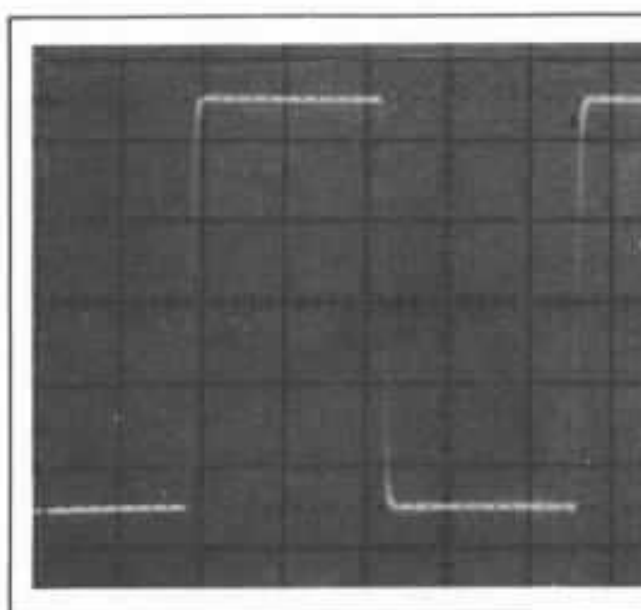


Fig. 10c : Réponse sur signal carré à 20 kHz.



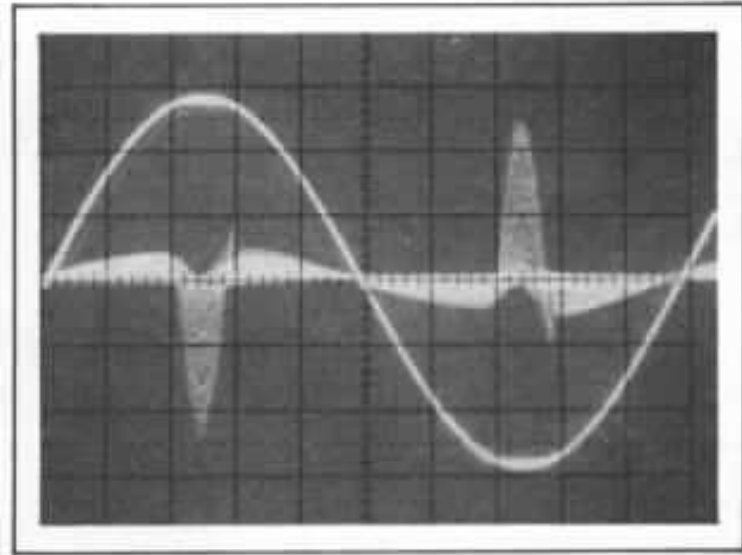
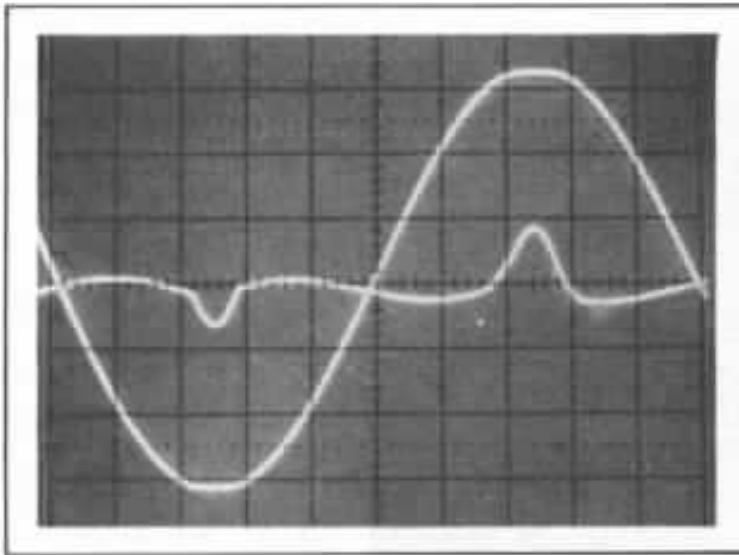


Fig. 10d : Signal et forme de distorsion à l'écrêtage. A gauche l'amplificateur classe A, la distorsion est très simple, alors qu'à droite, dans le cas type de distorsion à l'écrêtage il y a de très nombreux résidus en haute fréquence issus d'instabilité et d'oscillations locales.

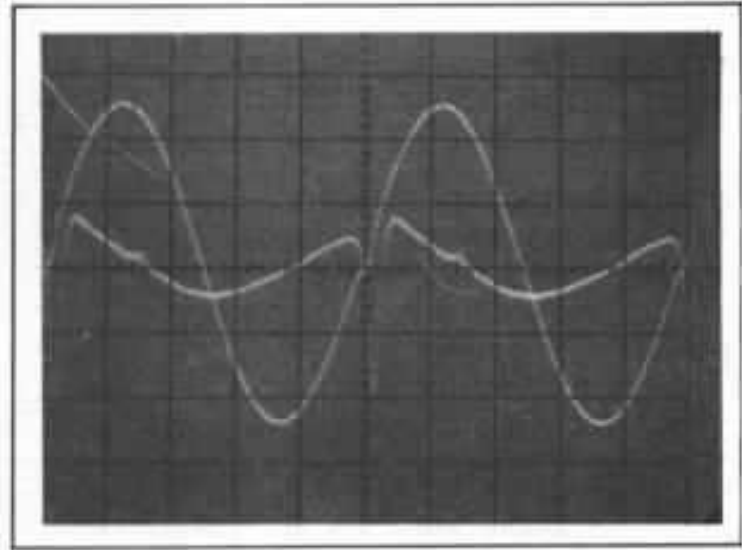
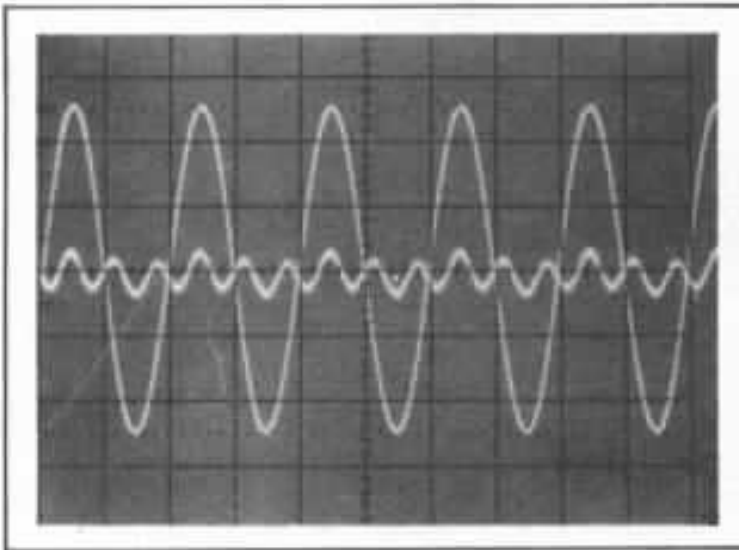


Fig. 10e : Signal et forme de distorsion à faible niveau 1 W. A gauche l'amplificateur classe A, forme douce et régulière au gauche forme conventionnelle avec des pics marqués très perceptibles à l'écoute (pic de commutation) même si la valeur moyenne de la distorsion est très inférieure. (Les échelles en verticale sont différentes).

d'un certain seuil ne sont pas très significatives. La réduction de ce paramètre est obtenue, sauf pour de très rares exceptions telles que le cas de l'utilisation de transistors du genre MOS-FET ou V-MOS-FET, ou encore RET, par l'emploi d'une ou plusieurs boucles de contre-réaction. Ces dernières, en contrepartie, risquent de rendre le montage instable sur charge complexe. Dans le cas présent, sans aucun artifice, tout en utilisant des transistors de sortie bipolaires conventionnels, la bande passante s'étend à - 3 dB à près de 1 MHz.

La réponse en signal carré montre l'excellent comportement de l'amplificateur sur toute la bande de fréquence. A 20 kHz sur charge capacitive, 2,2  $\mu$ F en parallèle sur 8  $\Omega$ , les résultats sont remarquables. Ils montrent une excellente stabilité du montage, puisqu'aucun dépassement n'est visible sur l'oscillogramme. Sur charge complexe à 40 Hz et 20 kHz, les résultats sont tous aussi satisfaisants. L'amplificateur est parfaitement stable dans toutes les circonstances, cela avec une bande passante extrêmement large qui lui confère un

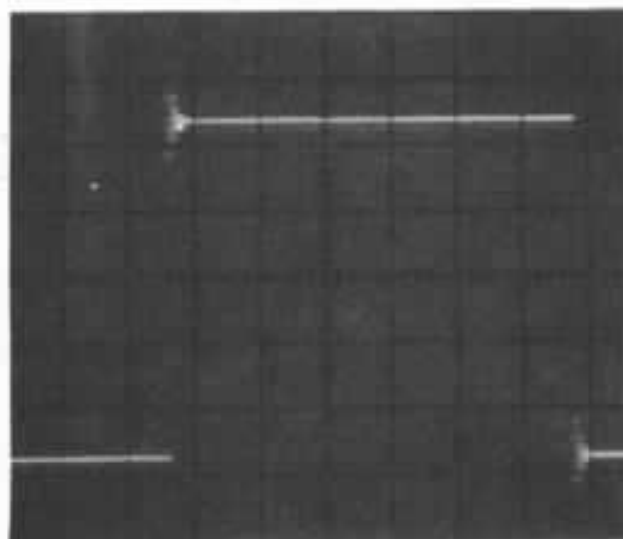
temps de montée de 0,6  $\mu$ s.

Un point intéressant du montage est la caractéristique de la variation de la puissance, en fonction de l'impédance de charge. Sur la plupart des amplificateurs transistorisés, la puissance augmente lorsque l'impédance diminue, pour arriver à saturation vers 1 ou 2  $\Omega$ , à l'endroit où commence à travailler le circuit en fonction. L'amplificateur 20 W, de part son étage de sortie particulier, possède une courbe linéaire, non pas descendante lorsque l'impédance monte, mais arrondie et

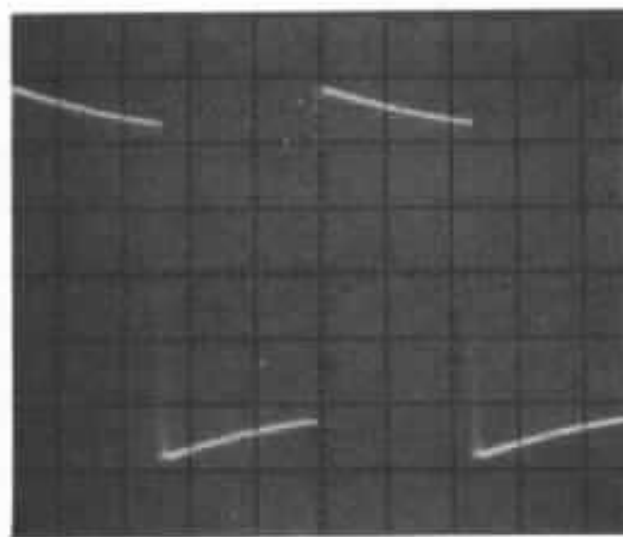
remontant après  $8 \Omega$  pour ne redescendre que très lentement pour des valeurs d'impédance plus élevées. C'est ainsi que de bons résultats ont été obtenus avec des haut-parleurs électrostatiques mis en parallèle ou en série (soit  $8 \Omega$  ou  $30 \Omega$ ), sans difficulté et sans grande perte de puissance et de qualités subjectives. D'autre part, sur des enceintes à haut rendement, du genre Altec, Onken-Mahul, JBL, l'enceinte accordée provoque de fortes remontées d'impédance.

Sur l'enceinte grave Onken, l'impédance remonte à près de  $70 \Omega$ , à  $15 \text{ Hz}$  et  $50 \text{ Hz}$ . C'est justement dans ces zones que l'amplificateur doit contrôler le mieux le haut-parleur. Ceci explique la facilité de l'amplificateur  $20 \text{ W}$ , décrit ici, à « tenir » le secteur grave de l'enceinte Onken, malgré un facteur d'amortissement assez faible.

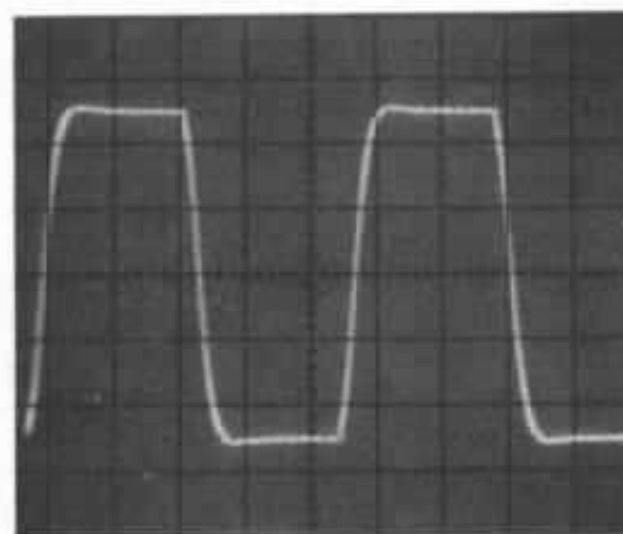
Quant au taux de distorsion, on ne répètera jamais assez que le taux de distorsion subjectif est bien plus important que celui mesuré, et qu'à ce niveau les plus petites choses viennent influencer ou modifier (légèrement ou plus nettement) le son perçu. Il est vrai que dans certaines conditions, il est possible de faire « sonner pareil » plusieurs amplificateurs de qualité, mais il est tout aussi vrai de dire que dans d'autres conditions (d'ailleurs tout à fait « normales »), il est possible de faire « sonner » ces mêmes amplificateurs d'une façon très différente. Le plus souvent, le refus de certains d'avouer entendre une différence entre bons amplificateurs vient d'une qualité d'écoute globale pauvre (mais qui peut très bien être absente de défauts courants de coloration, ou de linéarité), due principalement aux haut-parleurs utilisés, où il est assez difficile de penser que  $99 \%$  de



*Fig. 10f : Réponse sur charge complexe à  $40 \text{ Hz}$  (charge RLC dont l'impédance est comprise entre  $2 \Omega$  et  $60 \Omega$ ). On notera le remarquable amortissement de la suroscillation.*



*Fig. 10g : Réponse sur charge complexe à  $20 \text{ kHz}$ . A cette fréquence la charge est quasiment purement capacitive. Aucune oscillation ou instabilité n'est décelable.*



*Fig. 10h : Réponse sur  $2,2 \mu\text{F}$  en parallèle sur  $8 \Omega$ . L'amortissement est excellent cela avec un temps de monté très bref.*

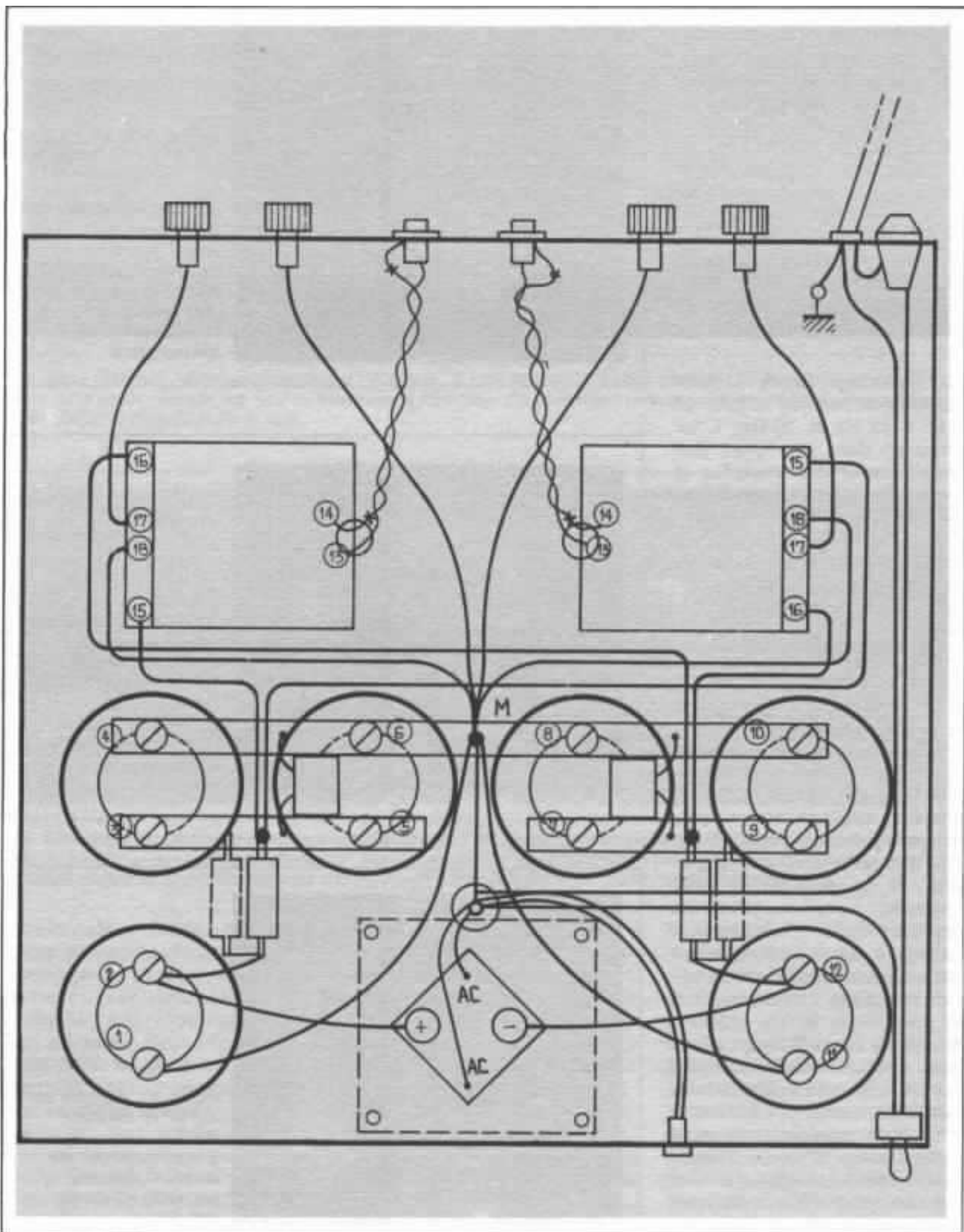


Fig. 11 : Plan de câblage de l'amplificateur. Les résistances de filtrage en Pi sont de valeur  $0,5 \Omega$ , obtenues par la mise en parallèle de résistances de  $1 \Omega$ . Le choix de cette valeur conditionne la valeur de la tension d'alimentation et donc la puissance de sortie.



# Appréciation de la qualité subjective des bons amplificateurs

*Jean Hiraga*

## • L'équilibre sonore

Dans cette appréciation d'ordre général, il faut penser, en premier lieu, au fait qu'il existe toujours plus ou moins un problème de « mariage » entre amplificateurs et enceintes acoustiques. Ce problème est surtout lié à une sorte de compensation de particularités (pour ne pas dire défauts), des uns comme des l'autres. L'équilibre est certainement la première chose qui « saute aux oreilles ».

Les causes peuvent être multiples :

- différence de constante de temps de circuits R/C ;
- couplage direct ou non ;
- effets de la distorsion et de son contenu harmonique ;
- dynamique dont la réparti-

tion n'est pas forcément linéaire sur tout le spectre.

Ces causes peuvent provoquer un déséquilibre, une accentuation du grave et de l'aigu, un médium creusé, ou en avant, etc...

Normalement, tous les bons amplificateurs devraient avoir ce même équilibre, mais pas obligatoirement « le même son ». Cette différence est beaucoup plus nette au niveau des préamplificateurs, malgré des courbes RIAA précises à 0,2 dB près, où, dans certains cas, le manque ou l'excès subjectif de grave ou d'aigu est si important qu'il peut faire penser à un correcteur de « loudness » en service ou non. L'équilibre est un point important à situer en premier lieu,

pour chaque maillon de la chaîne, et au sujet duquel on ne doit pas dériver vers des critiques conséquentes de « lourdeur », « dureté » ou autres, qui devraient en fait être ressenties comme un « manque » ou un « excès » plutôt que comme un défaut mal attribué.

## • La « finesse » du son

Ce terme est employé d'une façon trop évasive. Il serait important de bien le définir, même si ceci reste un peu personnel. En effet, une absence de distorsion subjective, comme un extrême aigu passant fort bien, peuvent s'appeler « finesse ». On peut ainsi créer une confusion avec des termes comme « nuancé », « élégant » ou

même « précis ». En général, le terme « finesse » devrait signifier un faible taux de distorsion, une bonne définition et, dans presque tous les cas, une bande passante étendue dans l'aigu.

#### • La clarté du son

Ce terme est aussi employé d'une façon très large. Il peut s'associer avec « transparence », « propreté », ou tout simplement caractériser une restitution dont l'extrême grave est absent et le médium un peu en avant. Clarté devrait donc plutôt être entendue comme « compréhension du son », liée automatiquement à une bonne définition. Mais, clarté signifie aussi parfois un extrême grave tronqué, qui, par suppression d'effet de masque, rend plus clair le reste du spectre. Il peut signifier également un déséquilibre de dynamique donnant un excès de présence au médium.

Clarté peut donc être pris dans les deux sens, bon ou mauvais, mais il est un fait qu'une bande passante très large, associée à une dynamique bien répartie sur tout le spectre, rend le son plus « chaud » (un terme qui sera discuté plus loin), bien que celui-ci puisse rester défini jusque dans l'extrême aigu.

#### • Le son « chaud »

C'est un terme souvent utilisé pour caractériser l'effet ressenti à l'écoute de nombreux amplificateurs à lampes. Il possède un double sens, car il peut être une qualité (par exemple, une bande passante large, un effet de profondeur bien reproduit), comme un défaut, s'il s'agit d'un effet rajouté de « loudness », de fausse ambiance, dans le secteur grave ou grave/médium. En fait, sur un bon amplificateur, cette caractéristique doit changer suivant l'acoustique dans laquelle a été effectué l'enregistrement, qui peut devenir mat et plat ou bien provoquer l'effet contraire de profondeur immense et même un

effet de hauteur (orgue, etc). Bien qu'agréable, un son « chaud » peut être faux et déformer la réalité. En comparant cet effet sur plusieurs disques et sur plusieurs amplificateurs, on peut finalement reconnaître s'il s'agit de la nature de l'enregistrement ou bien d'un effet répétitif, qui, même agréable, est bien une coloration « d'expressions sonores ». Ce défaut existe aussi sur les enceintes et sur les autres maillons.

#### • Le son doux

Son doux veut dire plusieurs choses. Ce peut être un effet de médium légèrement creusé et d'un aigu atténué en pente douce, associé à un grave judicieusement relevé, qui peut donner un son très agréable à l'écoute. Ce peut être aussi un son tout simplement propre et dénué de tout défaut gênant, bien équilibré, entâché de très peu de distorsion. C'est donc une qualité. Toutefois, si la source sonore, passe à l'opposé (son dur, rugueux...), cette caractéristique de douceur doit disparaître, sinon, c'est bien d'un défaut dont il s'agit. Un bon amplificateur doit donc pouvoir passer librement d'un extrême à l'autre en « changeant de son ».

#### • La profondeur

Il existe la vraie comme la fausse profondeur, « l'impression de profondeur » qu'il est facile de discerner en tant que qualité ou défaut, à l'aide de disques contenant beaucoup ou pas du tout d'écho. Dans bien des cas, les plans sonores sont soit trop près, soit trop loin et il est rare de pouvoir reproduire les deux en même temps, ce qui est très important pour la reproduction de la musique (opéra, concerto, jazz). Sur l'amplificateur comme sur l'enceinte acoustique (surtout), cet effet existe et il est facile à reconnaître. Le son « plat » donnant le tassement de

l'image est un son que l'on rencontre assez souvent mais qui est gênant et peut empêcher l'auditeur d'être « pris » par la musique. Souvent, la « profondeur » est confondue avec une judicieuse accentuation du grave.

#### • L'image spatiale

Comme la profondeur, c'est un sujet important qu'il est difficile de bien reproduire, surtout au niveau des enceintes acoustiques. Pour répondre aux exigences d'une bonne image spatiale, le maillon considéré doit répondre à de nombreux critères de distorsion harmonique, distorsion par intermodulation (une faible interférence de signaux émis en même temps donnant une meilleure compréhension de chacun de ces sons), stabilité de fonctionnement des circuits, de l'alimentation, de la réponse en phase, etc...

Ici, il n'est pas possible d'imaginer un amplificateur donnant une fausse image spatiale, c'est-à-dire sur un disque donné, des plans sonores bien établis en profondeur et en largeur, mais totalement faux. Cet effet existe par contre sur certaines enceintes acoustiques à rayonnement indirect. Un amplificateur donnant une très bonne image spatiale a beaucoup de chances de se faire « oublier », vu que cette image « en relief » va changer sur chaque disque reproduit.

Ceci ne doit pas être confondu avec les circuits « d'ambiance spatiale » « truquant » la phase ou basés sur un mélange de canaux, ou utilisant des lignes de retard, qui, malgré un effet parfois très réussi, ne peuvent correspondre à la réalité.

#### • Les notes soutenues, la stabilité de la réverbération, les sons « filés »

C'est, pour l'auteur de cet article, un des points les plus importants, qui permet de porter un jugement sur les amplificateurs de qualité. Les critères sont

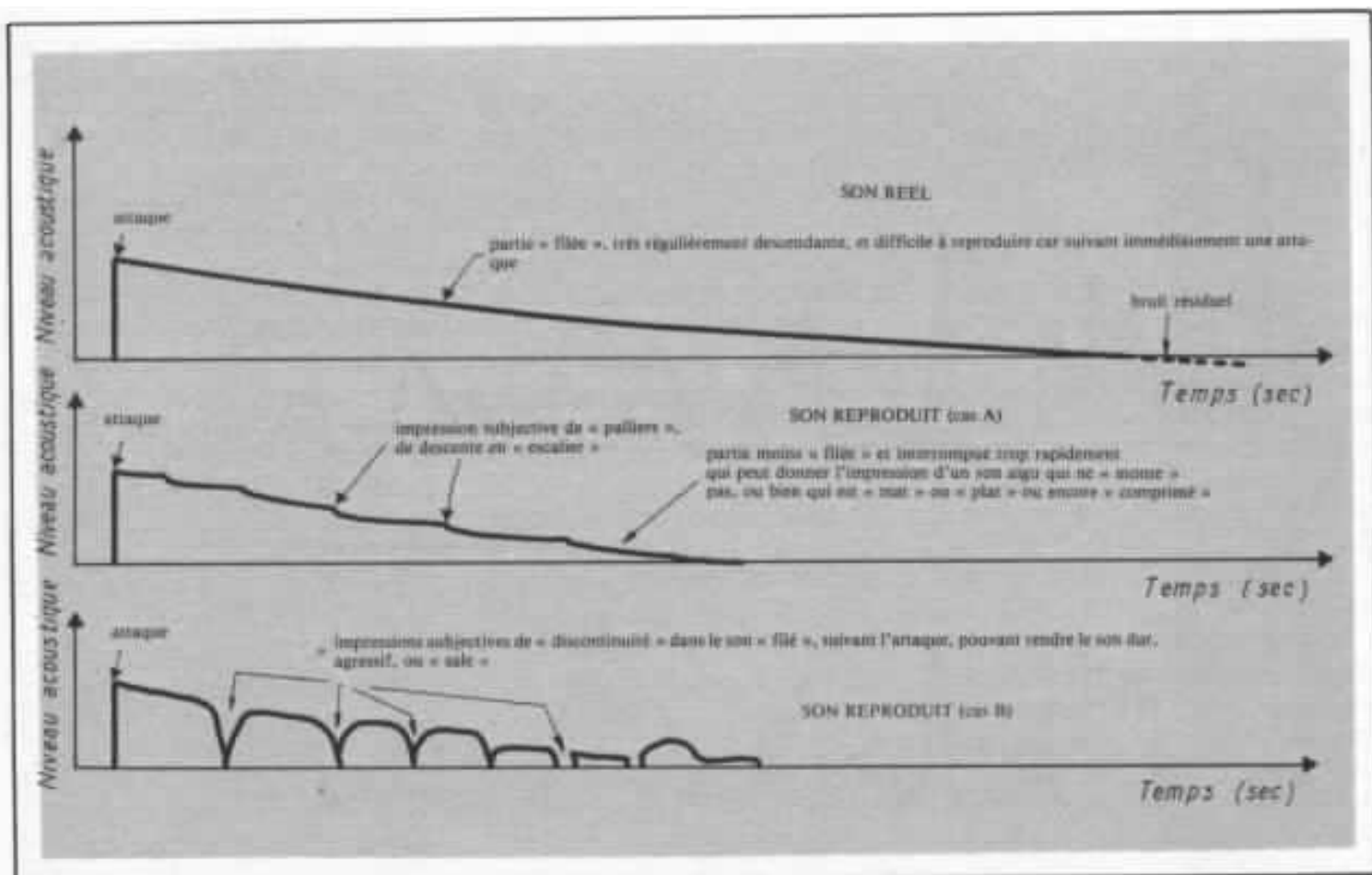


Fig. 12 : Exemple de l'impression subjective produite par des sons suivis de « traînées » (cymbales, triangle, note de piano, accord de deux instruments, écho produit après une note etc.) et des défauts subjectivement ressentis sur des systèmes de reproduction. Sur le son réel l'attaque est suivie d'une « traînée », un « reste » de résonances dont la variation suit un cycle très lent ou des variations très faibles de niveau acoustique. C'est souvent après des notes puissantes, des signaux transitoires que l'on constate, à la mesure comme à l'écoute des variations de ces sons « filés », qui se traduisent par de nombreux défauts et « manques » d'expression musicale.

le complément d'une bonne reproduction de l'image sonore, de la profondeur, et des sons doux, d'un amplificateur dynamique. Le groupement de ces critères dans un seul appareil demande des performances très poussées au niveau des composants, du circuit, de la stabilité de l'alimentation, de la réserve de puissance de cette dernière et surtout du contenu spectral de la distorsion harmonique.

Pour une voix chantée, une note de violon, on sait qu'une *son soutenu*, (la même note devant être jouée avec le *maximum de stabilité*, ou encore, ce qui est plus difficile, la même note *très progressivement montante* ou *descendante*) est difficile à jouer.

C'est là que l'on reconnaît la technique d'un artiste. Les personnes qui ont vu un accordeur de piano au travail ont sans doute senti, après le réglage, combien une note, pourtant jouée avec la même force, peut se mettre à « filer », *sans variation lente et cyclique de niveau, et s'atténuer si progressivement*, et si régulièrement que l'on se demande si elle baisse réellement. Ces personnes savent aussi qu'un tel son est difficile à reproduire correctement. Ceci permet de détecter, par exemple, un défaut de table de lecture (pleurage, résonances parasites, etc.) ou d'enceintes acoustiques.

Ce son soutenu, qui « file », est celui souvent recherché par le

compositeur qui tente de mieux l'exprimer par contraste de niveaux ou par mélange de sons brefs, immédiatement atténués, se succédant à ces sons « filés » (effet des pédales du piano, technique de la frappe des doigts sur les touches). En réalité, comme à la reproduction sur une chaîne Hifi, le respect de ces nuances *dans ses limites les plus poussées* joue énormément sur l'effet ressenti par l'auditeur. Bien reproduites, ces « expressions sonores » peuvent « obliger » un auditeur désirant pourtant faire une écoute « critique » intelligente, analytique, à écouter *instinctivement* d'une façon émotionnelle, à finir par *ressentir* plutôt qu'*écouter*. Dans ces sons

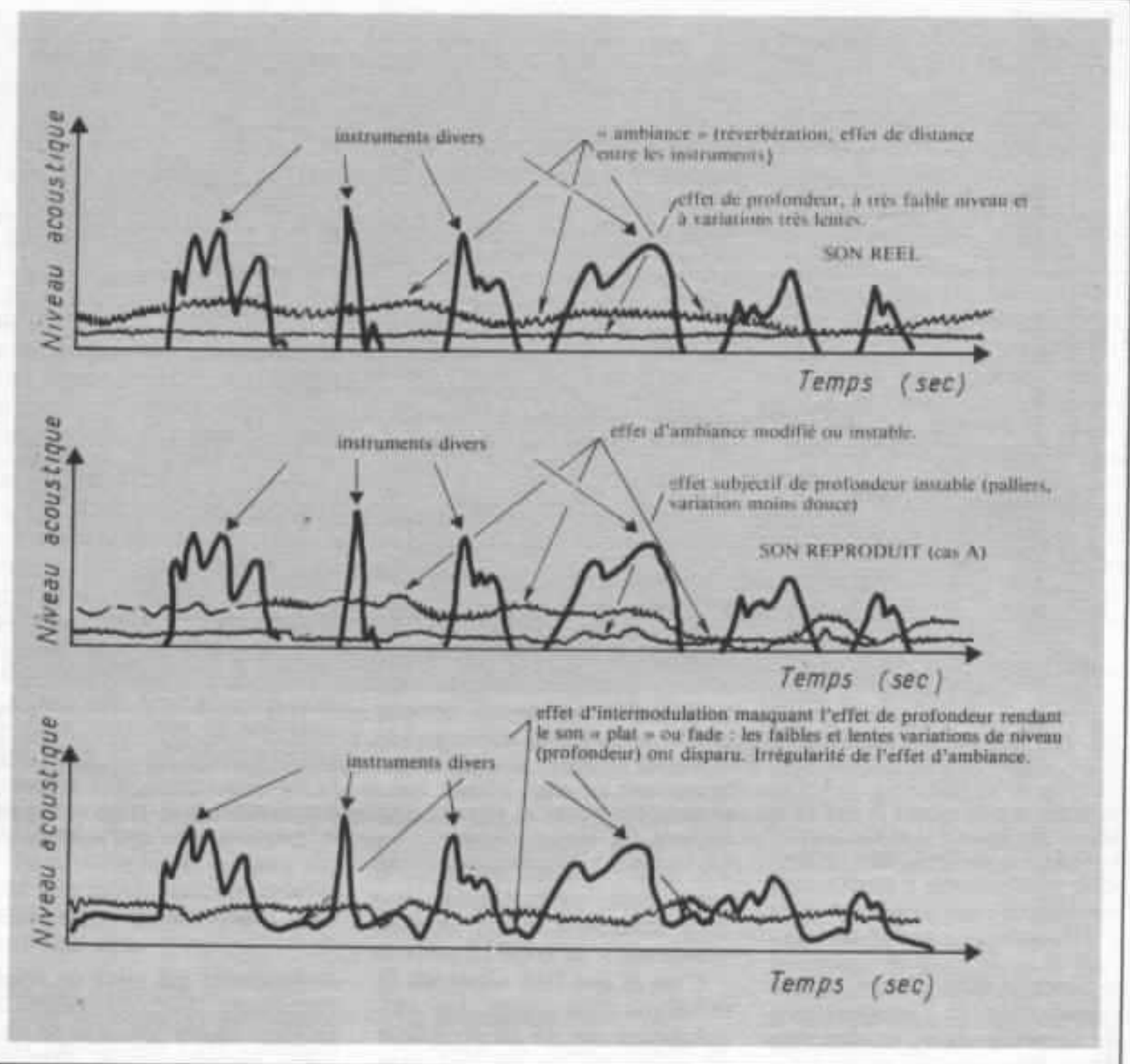


Fig. 13 : Différence d'impression subjective entre des sons réels et des sons reproduits dans deux cas, concernant la reproduction des sons de très faible niveau et à variation cyclique très lente.

dits « filés » qui peuvent être mélangés à des sons tout à fait opposés, c'est-à-dire à la fois brefs et mats, il est entendu que l'on parle aussi de la stabilité de la réverbération. Ce sont des sons toujours très difficiles à reproduire, car souvent de niveau acoustique très inférieur à la musique elle-même, et qui sont par eux-mêmes des sons infiniment faibles, infiniment doux, infiniment flous et infini-

ment stables. Comme le disait un de nos confrères Roland Condamines, « lorsque l'on entre dans une pièce, on l'entend, même s'il n'y a personne ». C'est cette ambiance qui est extrêmement difficile à reproduire, et qui peut défavoriser des maillons pourtant excellents sur de la percussion ou du jazz.

Sur la percussion, les cymbales par exemple (ceci dépend de leur prix et de leur origine), les bons

maillons sont caractérisés par ce son « filé », ce qui signifie qu'après l'impact, une cymbale continue à résonner (à ne pas confondre avec le traînage !) d'une façon soutenue pendant une bonne dizaine de secondes, c'est-à-dire jusqu'au seuil d'audition. Le plus souvent (en particulier sur les tweeters), ils sont, à l'exemple de la fig. 12, interrompus brutalement et procurent ce « manque », qui est



soit un manque d'aigus, soit un son que l'on appelle souvent « pas assez ouvert ». Car, « ouvert » veut aussi dire mélange de nombreux sons vivants (figure 13), dans une ambiance dont la stabilité doit être respectée coûte que coûte. Le non respect de ces « micro-informations » fait d'une mauvaise photo un fond mat et plat, et d'un disque de musique enregistrée des sons sans défaut majeur de coloration, *excepté ce manque, très grave, d'ambiance, de chaleur, de sentiment*. Sans prétendre vouloir faire passer du « sentiment » dans des câbles et des transistors, il est incontestable que l'on ressent mieux au concert ce que désire nous transmettre un soliste et il est tout aussi vrai de dire que, même sans reconstituer cette « ambiance », certains maillons nous transmettent mieux ces « sentiments », qui sont en fait des nuances d'une délicatesse extrême, un vibrato presque imperceptible, *une variation infime de hauteur de son, une grande richesse de micro-informations, et micro-variations*, qui, non reproduites, retirent de la musique le principal et en font un son fade et sans intérêt.

Beaucoup jugent un système sur la « finesse » d'une cymbale, la propreté d'une contrebasse, ce qui est déjà le principal. Mais, comme le ferait un pianiste, l'important n'est pas la note par elle-même, ce que nous écoutons au premier abord, car c'est ce qui frappe le plus nos oreilles, mais la façon temporelle dans laquelle elle évolue, dans laquelle elle chute en niveau pour se fondre dans le bruit de fond du « silence ».

En somme, écouter la note est bien, l'écouter *entièrement* est mieux.

Dans le concerto pour piano K.488 N° 23 de Mozart, le second mouvement exprime bien ce que le lecteur devrait comprendre en lisant ces lignes. Au concert comme à la reproduction, on devrait ressentir le petit piano au milieu de l'orchestre *présent* mais encore *silencieux*, la réverbération discrète de la salle, la succession de notes faibles, brèves et étouffées, suivies de notes « allongées » d'une douceur infinie, sur lesquelles on doit sentir enchaîner l'orchestre avec toutes les nuances de chaque instrument, les vibratos faibles, mais *existants*, d'un violon, qui doivent être reproduits et non « arrangés », et aplanis par la chaîne à qui on devrait retirer quelques points au sigle « haute-fidélité ». Dans ces passages, où le compositeur désire faire ressentir aux auditeurs une émotion intense, un orchestre ne jouant pas très bien, une note mal jouée, une chaîne imparfaite, peuvent facilement transformer cette émotion intense en une succession de sons ridicules.

Sans être la principale, cette notion de respect des notes soutenues, de stabilité de la réverbération, et des sons « filés », est du moins pour l'auteur de cet article, un critère de qualité des plus importants dans un maillon, que ce soit un préamplificateur, un amplificateur ou une enceinte acoustique.

Cette difficulté de reproduire des sons complexes, qui peuvent varier d'une façon imperceptible ou d'une façon très irrégulière, provient très certainement d'un effet de distorsion par intermo-

dulation ou d'un problème de stabilité. On sait bien que, sur impulsion brève ou sur signaux carrés, il est très difficile de maîtriser parfaitement la stabilité, juste avant et après ces signaux transitoires (ondulation irrégulière pouvant « traîner » pendant une durée importante, voir le schéma). Sur les haut-parleurs, il est facile de prouver qu'un système de trop bas rendement ou utilisant une membrane trop lourde ou un aimant trop faible, provoque, comme un petit moteur sur une voiture trop lourde, une avance par « à-coups ». Effet, qui, même s'il est difficile à mettre en évidence, peut apporter une explication à ces défauts ressentis. A noter que ce défaut peut être observé sur des transformateurs, sinusoïde sur laquelle vient se superposer des irrégularités, lesquelles, même si elles sont faibles, peuvent être perceptibles dans certains cas.

Sans prétendre être parfaits sur ces points, le préamplificateur Kanéda et l'amplificateur classe A 20 W visent ce même but. Cependant, après maints réglages, un choix délicat de composants passifs, et des câbles de liaison pour haut-parleurs et pour le bras de lecture, après l'adoption d'une table de lecture au moment d'inertie « exagéré » (table de lecture Verdier), d'une alimentation « trop » régulée pour le préamplificateur... il est assez décevant d'entendre parmi des auditeurs enthousiasmés (démonstration de l'Hôtel Victor Hugo, en mars 1980) et parmi quelques rares critiques, justifiées ou non, des points de vue aussi simplistes que « Ça marche très bien ! ».

**Page non  
disponible**



# Optimisation à l'écoute d'un système haute-fidélité

Gilles Milot

*Le réglage final d'un système à haute définition semble souvent remettre en cause des principes établis avec une rigueur incontestable et éprouvée depuis bien longtemps. Il faut alors, pour ne pas verser dans le mystique, user du cartésianisme le plus froid, et c'est bien difficile lorsque nos moyens d'investigation se limitent à une paire d'oreilles.*

Toute l'originalité de notre recherche est en effet d'être à l'intersection des sciences humaines et techniques, du rationnel et de l'art, du témoignage et de la mesure. Tout l'intérêt consiste à réconcilier deux modes de fonctionnement de notre pensée pour mieux appréhender une réalité à la fois physique et humaine, de manière plus générale.

La démarche que nous avons suivie pour tenter de mieux comprendre les phénomènes existants au sein des systèmes haute-fidélité est purement expérimentale. Encore faut-il envisager le terme « expérience » dans son sens le plus large, lorsque la

sanction de telles expériences est le jugement tout à fait subjectif d'un auditeur.

A partir d'un système donné : platine, bras, cellule, préampli, amplificateur, enceintes (dont nous ne mettrons pas en cause le choix, à partir du moment où chacun de ces éléments fonctionne normalement, du moins au sens classique du terme), nous allons effectuer des manipulations consistant en réglages divers, essais de différents types de câbles, nettoyage et resserrage des prises, diminution des couplages par vibrations des appareils entre eux, etc...

Chaque type de réglage ou de

choix d'élément est soumis au jugement d'un ou plusieurs auditeurs, à partir de séquences musicales d'une durée de quelques minutes.

C'est bien là qu'apparaît le problème : suivant quels types de critères l'auditeur choisira-t-il une solution à une autre ?

Peut-on retirer de ces expériences un enseignement applicable à la majorité des auditeurs ?

Doit-on régler un système pour que le résultat obtenu soit beau ou vrai ?

Ces deux notions sont-elles incompatibles ?

Enfin, existe-t-il des raisons

techniques objectives et mesurables à ces différences audibles ?

La pratique courante de ce type de manipulation et ceci, aussi bien à titre privé qu'au cours d'écoutes publiques en magasins ou en salons d'exposition, nous a permis de dégager un certain nombre de concepts généraux, dont la qualité principale est de ne pas être en contradiction avec l'expérience, et de découler du bon sens le plus commun.

La façon désordonnée dont on présente ces concepts traduit bien notre incapacité actuelle à les organiser au sein d'une théorie générale, l'élaboration de celle-ci étant pourtant le but ultime de notre recherche.

Dans l'état actuel des choses, il semble exister au sein des systèmes un certain nombre de phénomènes, que nous appellerons « épiphénomènes », qui sont de nature à modifier très sensiblement notre perception du message sonore, tout en échappant à des mesures électriques ou électroacoustiques conventionnelles. La difficulté que nous avons à mettre en évidence à la mesure ces différences audibles, semble montrer que les épiphénomènes sont liés à des manifestations énergétiques de très faibles amplitudes. Le processus mental, grâce auquel nous détectons ces différences, semble faire appel à des principes de corrélation. En effet, contrairement à des différences de bande passante qui sont facilement mesurables et qui se détectent sur des essais instantanés de type A-B, les différences liées aux épiphénomènes ne sont détectables qu'à la suite d'une écoute d'au moins quelques dizaines de secondes, comme si, pour formuler un point de vue, l'auditeur

était obligé d'accumuler les micro-informations concernant l'apparition d'un défaut qui n'existe que dans des conditions bien particulières. Ainsi, ces micro-défauts apparaissant dans des conditions données seront repérables et même prévisibles par l'auditeur, par relation de cause à effet. Pour mesurer ces différences, il faudrait essayer de simuler grâce à des corrélateurs, notre mode de repérage, ce qui semble bien difficile vu la complexité des relations mises en cause.

Les critères de jugement des auditeurs sont orientés au cours des écoutes vers le réalisme de la restitution obtenue, et non pas vers son aspect artificiellement spectaculaire. Ces deux aspects n'étant nullement incompatibles lorsque le support musical utilisé est chargé de beaucoup d'émotion. On peut admettre, dans ce cas, que l'auditeur ressent la valeur de l'interprétation, l'intensité de l'œuvre, avec le maximum d'acuité lorsque la restitution est au comble du réalisme. Il nous paraît logique de rendre à la musique sa caractéristique principale : l'émotion qu'elle communique au spectateur. Notre travail serait stérile s'il ne débouchait pas sur cet aspect essentiel de la réalité.

On constate, dans ce type d'écoute, que l'unanimité est souvent constatée parmi les auditeurs sur le choix des réglages ou des composants utilisés, bien que l'impression de réalisme ressentie par l'auditeur soit étroitement liée à sa personnalité, à son éducation ou à ses habitudes musicales. Plusieurs facteurs très différenciés concourent à recréer une impression réaliste, et chaque auditeur est sensible d'une façon différente à chacun de ces fac-

teurs. Dans le vocabulaire habituellement utilisé, on relève les termes de : dynamique, quantité d'informations, transparence, couleur, image, profondeur, focalisation, ampleur, etc...

On doit signaler, malgré les difficultés de communication, que l'ensemble des auditeurs entendent à peu près la même chose, même si leur goût personnel les pousse à accorder une importance plus ou moins grande à certains de ces facteurs.

Ces méthodes d'investigation sont de plus en plus souvent utilisées pour finaliser la mise au point de tous les éléments d'un système lorsque l'appareil créé satisfait déjà à l'ensemble des mesures classiques. Ces méthodes permettent, en effet, de choisir entre différents types de composants (résistances, condensateurs, transistors, éléments d'alimentation, câbles, etc...) possédant pourtant des valeurs identiques, ou entre différents schémas de circuits électroniques. Elles peuvent être appliquées pour le choix d'une structure de platine ou pour le réglage final d'un filtre d'enceinte acoustique. Enfin, elles le sont aussi pour optimiser une chaîne électroacoustique, et c'est cette dernière application que nous allons analyser plus en détail, élément par élément.

Plusieurs concepts semblent se dégager. Tout d'abord, lorsque l'on juge globalement l'écoute d'un système, il est difficile de déterminer les défauts provenant de l'un de ces éléments et l'on constate, par exemple, que le remplacement d'une cellule a autant d'importance que l'échange d'une paire d'enceintes sur le résultat final. On peut donc dire que dans l'état actuel tous les éléments qui composent

une chaîne ont une importance, sinon équivalente, du moins appartenant au même ordre de grandeur.

Dans ce domaine, c'est pourtant la loi du minimum qui joue : si l'un des éléments est médiocre, il imposera sa médiocrité à l'ensemble du système.

Deux types de défauts apparaissent au sein d'un système : ceux qui suppriment une partie de l'information réelle et ceux qui rajoutent des informations artificielles. Dans cette dernière catégorie, les informations rajoutées présentent souvent un

la suite d'une écoute sur dispat-ching, choisissent chez un revendeur une paire d'enceintes pour ses défauts plutôt que pour sa neutralité et déchantent bien vite lorsque le système est installé chez eux.

On s'aperçoit que la conjugaison d'éléments, appartenant par leurs défauts à l'une ou l'autre des deux catégories, sera déterminante pour le résultat final. Ainsi, l'association d'une enceinte neutre et d'une électronique opaque sera décevante à court terme mais supportable à long terme, alors que la même

peut dire que l'absence de réalisme est liée à la mauvaise transmission de ces facteurs, il est très important, lorsqu'on compose une chaîne ou lorsqu'on la règle, de choisir des éléments ou des réglages qui ne défavorisent pas uniquement un seul type de facteur. Pour donner un exemple, si les enceintes sont affectées d'un défaut de présence artificielle, il ne faut pas les associer au même titre, avec une cellule à bobine mobile artificielle car, dans ce cas un défaut qui serait passé inaperçu, sera mis en évidence d'une façon inacceptable.

Ces quelques précautions d'ordre général étant prises, nous allons passer en revue chaque élément pour vous permettre d'expérimenter, de vérifier ou de contredire les manipulations que nous avons effectuées, et nous faire également part de votre propre expérience ; nous formulerons enfin une hypothèse physique sur la nature de ces épiphénomènes.

### La platine

Une cellule posée sur un disque est un capteur de vibrations, mais également un générateur de contraintes mécaniques qui sont d'une part transmises au disque et d'autre part au bras. Il est important que les vibrations ainsi émises soient dissipées et ne reviennent pas à la suite de multiples réflexions à la cellule, brouillant ainsi le message lu directement sur le disque.

La nature du couvre-plateau, le pressage du disque sur celui-ci grâce à un palet presseur, la qualité du pivot du plateau, et de son amortissement, le principe de contre-platine suspendue utilisé, enfin, tous les éléments de la platine situés sur le trajet de ces vibrations ont beaucoup



*Linn Sondek dans un bac à sable*

caractère agréable à court terme : sortes d'effets spéciaux utilisés en studio, impression de réverbération ou d'extrême présence, par exemple.

Le caractère agréable de certains défauts complique la tâche des auditeurs et les oblige à faire constamment référence à la réalité, et, en ce domaine, il faut reconnaître que la pratique assidue du concert est indispensable pour diminuer les erreurs. A ce titre, on constate trop souvent que certains amateurs, surtout à

électronique associée à une enceinte extravertie sera beaucoup plus agréable à court terme. Lorsque dans un système un élément est neutre, il transmettra avec fidélité tous les défauts situés en aval et on aura trop souvent tendance à lui imputer ces défauts surtout lorsqu'il sont désagréables.

Nous avons signalé plus haut que la réalité semblait être une combinaison de plusieurs types de facteurs. Inversement, on



d'importance et doivent favoriser l'écoulement sans réflexion et l'amortissement interne de celles-ci. Il est difficile de mettre en équation ces phénomènes, surtout lorsque les ordres de

Une solution de compromis peut être utilisée. Elle consiste à placer le socle de la platine dans un bac à sable. Celui-ci, s'il existe un contact intime entre le socle et le sable, dissipera les

liquide amortissant au sein du sable. Le serrage à bloc de toutes les vis et écrous disposés sur la platine, le bras ou la cellule, est absolument nécessaire pour supprimer toutes vibrations parasites.

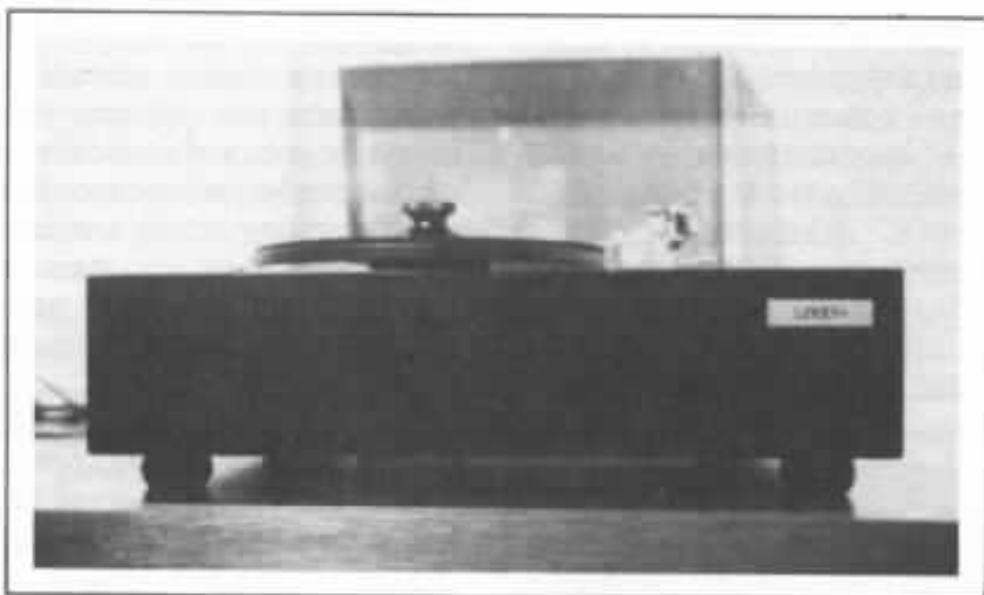
### Couplage bras-cellule

C'est sans doute le point où le réglage a le plus d'importance sur la spontanéité et l'agrément d'écoute.

Le premier réglage à effectuer est la minimisation de l'erreur de piste à l'aide d'un diagramme. Celle-ci doit être annulée au moins en deux points du disque dans les premiers sillons et dans les derniers. Le réglage en un seul point est en effet insuffisant et laisse subsister une indétermination.

Le réglage de la hauteur de bras peut s'effectuer à l'écoute. Il est inutile d'essayer de décrire l'impression ressentie, mais le réglage optimum est très pointu et ne laisse subsister aucun doute.

Le réglage d'inertie, lorsque le bras en possède, est moins



Vue d'un bac à sable montrant les balles de mousse

grandeur en fréquence varient dans un rapport de 1 à 100. L'accumulation d'expériences à ce sujet permettra sans doute de créer une théorie expliquant ces phénomènes et d'aboutir à un modèle de platine beaucoup plus rationnel.

Un autre problème important, concernant les platines, est leur sensibilité au milieu acoustique environnant, couplage par vibrations mécaniques des supports ou directement par voie acoustique. Dans ce dernier cas, la disposition de la platine dans une pièce différente de celle d'écoute donne de bons résultats, car on imagine difficilement de la mettre dans une cloche sous vide... Le couplage par vibrations mécaniques est considérablement diminué sur les platines suspendues efficacement ou sur les systèmes à contre-platine, mais il devient dans ce cas bien difficile d'évacuer par l'extérieur les vibrations parasites créées par la cellule.

vibrations résiduelles existant dans le socle, le bac à sable étant lui-même découplé par des balles en mousse, par exemple, de l'étagère ou du meuble servant de support. Des essais sont à effectuer sur la granulométrie et le type de sable utilisé, ainsi que sur l'éventuelle présence d'un



Exemple d'un bras dont tous les paramètres sont réglables, le bras Lurne.

pointu et doit être choisi à la suite de séquences d'écoute relativement longues.

L'azimutage du bras, au même titre que le réglage en hauteur, dépend des caractéristiques d'enchâssement du diamant sur le levier porte-pointe, et ne correspond pas forcément à la position horizontale de la cellule. Pour les mêmes raisons, le réglage d'erreur de piste peut être également affiné à l'écoute.

Le réglage d'amortissement est ressenti comme un compromis entre deux situations inacceptables et risque de ne pas vous satisfaire complètement. On peut éventuellement essayer d'autres types de liquide d'amortissement que ceux fournis avec le bras.

Le fonctionnement avec ou sans anti-skating est à essayer. En règle générale, on préfère le supprimer. De toute façon, la correction s'effectue au niveau du corps de la cellule et non pas au niveau de la pointe où s'applique la force parasite. On sollicite ainsi la compliance latérale de la cellule, ce qui n'est pas, à notre connaissance, prévu par le constructeur.

### **Transformateur, prépréampli préamplificateur**

Ces maillons ont comme caractéristique commune une grande sensibilité aux vibrations extérieures. Il semble que la conjugaison de composants fonctionnant en capteurs de vibrations (condensateurs, transistors) et le transfert d'énergie à très faible niveau, engendrent cet effet. Le découplage de ces éléments par des supports mousse très souples permet d'en améliorer notablement les performances auditives. La proximité de

ces éléments avec les amplificateurs est donc à proscrire, l'amplificateur étant une source importante de vibrations.

D'autre part, la sensibilité de ces composants à des couplages électromagnétiques est souvent mise en évidence.

Ces appareils doivent être en permanence sous tension. On constate en effet qu'au cours des premières heures qui suivent le branchement, une amélioration notable de la précision de transcription du message musical. Nous ne possédons pas actuellement d'explication satisfaisante de ce phénomène.

### **Les amplificateurs**

La majorité des meilleurs amplificateurs change de son au cours d'une écoute. Ces phéno-

et par leurs transformateurs d'alimentation des vibrations parasites qu'ils doivent évacuer de leur coffret sans les communiquer aux appareils fonctionnant à faible niveau. Une bonne solution consiste à poser l'appareil directement sur le sol ou, encore mieux, dans un bac à sable.

### **Les enceintes acoustiques**

Leur disposition dans la pièce d'écoute est bien entendu très importante. Il faut choisir un point d'écoute optimum et disposer chaque enceinte à égale distance de ce point, le réglage final peut être effectué à l'écoute en reculant ou avançant en avant une enceinte par rapport à l'autre, millimètre par millimètre. On constate alors que l'écoute est améliorée, même si



*Découplage mécanique, avec de la mousse, d'un préamplificateur.*

mènes peuvent être minimisés en choisissant une disposition permettant une ventilation qui amène l'appareil à une température de fonctionnement satisfaisante à l'écoute. Mais, il semble que la température moyenne de l'appareil ne soit pas la seule responsable de ces différences. On s'habitue, en connaissant l'appareil, à l'utiliser pendant sa période de fonctionnement optimum. Le branchement permanent des amplificateurs ne permet pas de résoudre ces problèmes, même pour les appareils fonctionnant en pure classe A.

Les amplificateurs émettent par leurs transistors de puissance

l'on n'est pas situé au point d'écoute optimum.

Les vibrations parasites des coffrets d'enceintes doivent être évacuées et ne pas rester à l'état latent dans le coffret, interférant ainsi avec le message émis par les haut-parleurs. Pour des enceintes de table, il faut donc les poser sur un support, un pied ou un meuble très rigide. Pour les enceintes colonnes, il faut favoriser l'évacuation en créant une liaison rigide entre la base de l'enceinte et le sol.

Lorsque l'enceinte est équipée d'entrées différenciées pour chaque filtre de haut-parleur, il est utile d'alimenter chaque entrée,

à partir de l'amplificateur, par son câble propre. Cette disposition permet de diminuer les couplages électriques des haut-parleurs entre eux ; en effet, chaque transducteur fonctionnant, au niveau de sa force contre électromotrice, comme un générateur de défauts pour les autres haut-parleurs, ce type de câblage permet de court-circuiter ces générateurs par l'impédance de sortie des amplificateurs de puissance qui est très faible. Cela permet ainsi de minimiser la « réinjection » de courant parasite d'un haut-parleur à l'autre.

Dans tous les cas, nettoyer très sérieusement les prises à l'alcool à 90° et éviter les détachants qui laissent des dépôts blanchâtres sur les prises. Si l'on ne sent pas de pression en enfonçant la prise, il faut en resserrer les mâchoires.

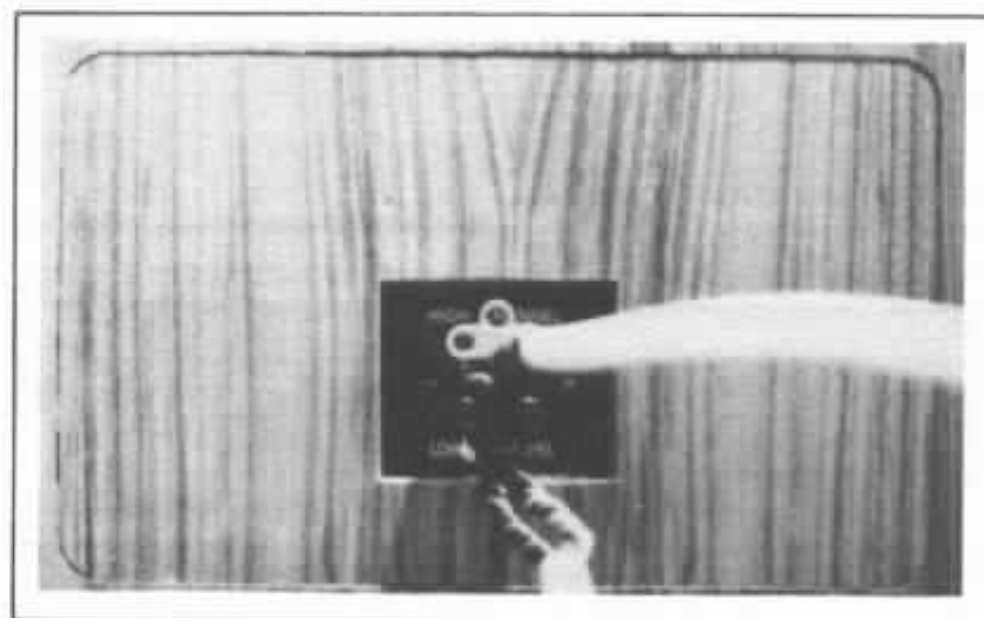
Les prises d'alimentation secteur des appareils doivent également permettre un très bon contact. On constate, assez curieusement, que le sens de branchement des prises secteurs d'amplificateurs par rapport à celui des prises de préamplificateurs peut avoir une importance audible.



Câble VGV montrant les connexions des quatre fils.

ture « multibrins » provoque une pulsation du câble lorsqu'il est traversé par un courant, les brins ayant tendance à vibrer les uns par rapport aux autres sous l'effet de forces électromagnétiques. Le mouvement engendré provoque une force contre-électromotrice qui induit un courant parasite. Ce dernier est, en quelque sorte, une signature électrique du comportement mécanique du câble. Cette coloration, bien que très difficile à mettre en évidence à la mesure, est caractéristique à l'écoute. On constate, ainsi, que la nature de la gaine du câble, la façon dont les brins sont serrés, le matériau constituant l'âme (cuivre, argent, aluminium...), en somme tout ce qui modifie la structure mécanique du câble, est détectable à l'écoute. L'utilisation de câbles monobrin permet de supprimer cet effet.

Le deuxième aspect des problèmes semble concerner la pureté du métal utilisé. On constate, par exemple, qu'un câble constitué d'un cuivre plus pur qu'un autre sera plus transparent à l'écoute et transcrit plus d'informations, surtout dans le haut du spectre. Cet aspect pourrait être lié à l'homogénéité du déplacement du nuage électronique à l'intérieur de l'âme.



Exemple d'entrées différenciées pour chaque filtre de haut-parleur.

D'autre part, ce câblage, s'il augmente le nombre de câbles, permet d'en diminuer la section, la résistance morte n'étant plus primordiale.

### Les prises

Les prises, à chaque fois que c'est possible, doivent être supprimées et remplacées par une épissure et une soudure directe à l'argent du câble choisi sur le circuit. Lorsque ce n'est pas possible, il faut préférer les prises sérieuses type Lemo aux prises Cinch qui donnent des résistances de contact trop importantes.

On attribue ce type de phénomène à des perturbations électriques, au sein des circuits d'alimentation, qui se reboucleraient par le réseau.

### Les câbles

Les câbles de liaison illustrent un exemple type d'épiphénomènes. Les différences sonores enregistrées d'un câble à l'autre sont indiscutables, alors que les mesures classiques effectuées sur ces câbles ne mettent pas en évidence ces différences.

Les câbles sont soumis à deux types de problèmes : leur struc-



Les meilleurs résultats que nous ayons obtenus sur des enceintes à faible rendement, l'ont été pour les câbles haut-parleur avec du câble monobrin à quatre conducteurs de type VGV, dont les conducteurs sont connectés en diagonale pour diminuer les effets de self parasite et pour minimiser l'effet de couplage électromoteur existant d'un conducteur à l'autre. Ce type de câble, utilisé pour les installations électriques domestiques, ne bénéficie malheureusement

du cuivre est prépondérant par rapport à l'aspect inerte du câble monobrin.

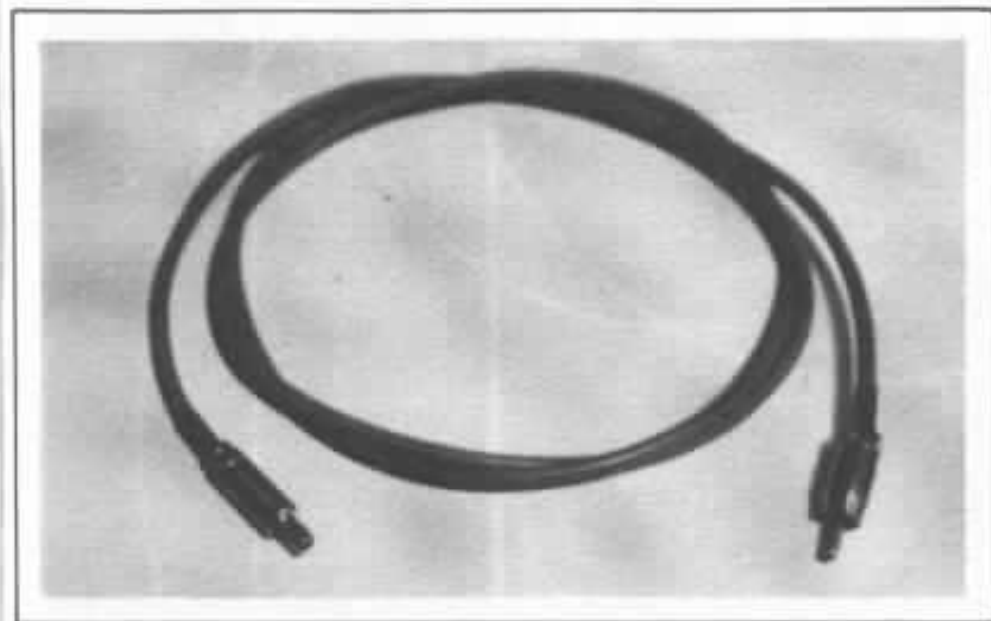
Pour les liaisons à faible niveau, nous utilisons du câble téléphonique (paire téléphonique) comportant deux conducteurs rigides non étamés, servant au passage du signal, et une feuille d'aluminium utilisée comme blindage et doublée par un fil de continuité qu'il faut relier seulement à l'une des prises du cordon pour éviter qu'une partie du signal transite par ce

effectuer et beaucoup de mesures à mettre au point, avant de formuler une hypothèse précise sur la nature de ces phénomènes.

De toutes ces expériences semble se dégager l'impression générale que tout composant mécanique ou électrique où transite le signal, altère celui-ci, soit en diminuant la qualité des micro-informations transmises, - des mesures très précises sur les effets semi-conducteurs, effet diode, existant au sein des liaisons devraient nous en apprendre, plus, soit en ajoutant au message transmis une coloration signant électriquement le comportement mécanique du composant (cf exemple des câbles multibrins).

Nous vous prions d'excuser l'aspect lapidaire et incomplet de chaque sujet traité, mais l'exposé complet de toutes les informations recueillies, des mesures effectuées et de toutes les hypothèses formulées aurait nécessité un article complet pour chaque élément de la chaîne électroacoustique.

D'autre part, l'absence de rigueur de cet exposé démontre bien que dans ce domaine beaucoup de travail reste à faire, pour qu'un ensemble de mesures objectives coïncide avec la réalité d'une écoute subjective.



*Raccord Cinch-Fisher avec un câble téléphonique.*

ment pas d'une pureté de cuivre exceptionnelle.

Il semble que sur les enceintes à très haut rendement, où le courant circulant dans les câbles est plus faible, le critère de pureté

blindage. L'étamage des brins qui composent le câble, ainsi que le diamètre des conducteurs utilisés, semblent intervenir au niveau sonore. En ce domaine, beaucoup d'essais restent à

**Page non  
disponible**

# Lutte contre les vibrations parasites dans les enceintes acoustiques

*Charles Henry Delaleu*

*Dans les numéros 13 et 14, nous avons étudié les vibrations parasites dans l'ensemble bras-cellule, puis dans la platine tourne-disque. La troisième partie de ces recherches concerne le comportement de l'enceinte acoustique.*

Si les luttes contre les vibrations des appareils de lecture sont récentes, celles concernant les enceintes acoustiques sont assez anciennes, mais souvent ignorées.

Peu de constructeurs d'enceintes acoustiques mènent des investigations contre les vibrations mécano-acoustiques de leurs ébénisteries, car ceci se traduit par des coûts de revient plus importants et des réalisations de masse non négligeables. Le particulier n'accepte pas facilement d'avoir chez lui des enceintes de plus de 100 kg. Une réalisation sérieuse et complète finit toujours par un apport de poids

important. Pourtant, comme nous le verrons dans cette étude, il est souvent possible d'améliorer dans de fortes proportions le comportement vibratoire d'une enceinte acoustique.

## **Le choix des matériaux**

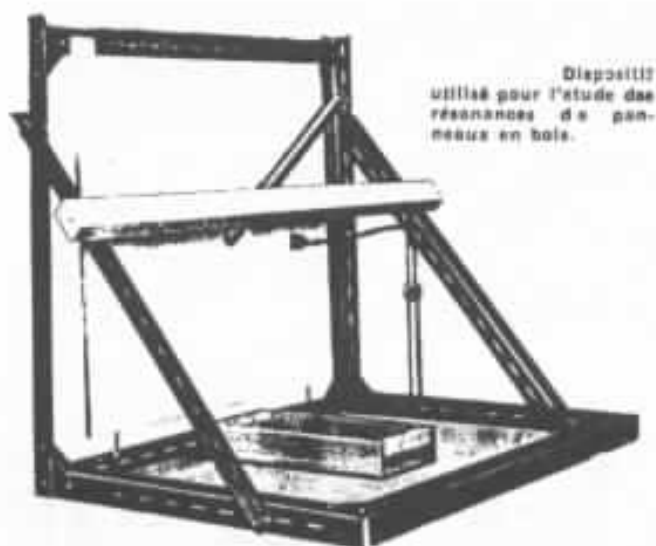
Il est courant d'employer du bois dans la construction des enceintes et il est tout aussi courant d'entendre dire que cette utilisation est la meilleure qui puisse exister. Ceci est totalement faux.

Si, pour des raisons de coût, le fabricant est obligé de prendre un tel matériau, nous verrons qu'il est très facile d'augmenter ses caractéristiques sans pour

cela atteindre des prix prohibitifs.

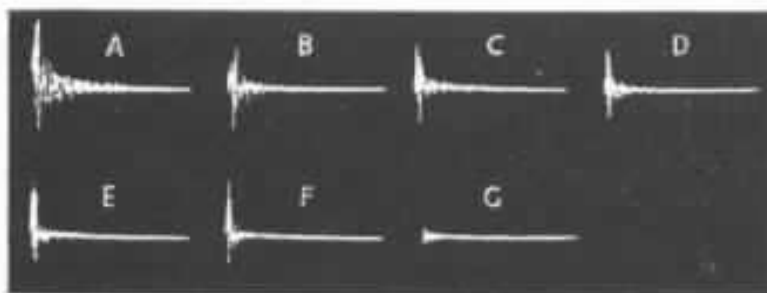
L'étude la plus intéressante que nous puissions trouver dans les documents datant d'il y a quelques années, est, sans aucun doute, celle qui nous est fournie dans le livre « Haut-parleurs » de G.A. Briggs, édition 1961. Malheureusement, ce livre ne se trouve plus en librairie. Aussi nous mentionnerons la principale expérience qu'a faite M. Briggs, concernant la qualité des matériaux à employer dans la construction des coffrets. Il écrit à ce sujet :

« Quel que soit le type d'enceinte acoustique étudié, il est impossi-



Dispositif  
utilisé pour l'étude des  
résonances de pan-  
neaux en bois.

	Poids du panneau
A — Centreplaqué de 2 cm d'épaisseur .....	2,3 kg
B — Centreplaqué de 1 cm d'épaisseur renforcé selon ses diagonales par des liteaux de 3,5 cm x 2,2 cm de section .....	3,1 kg
C — Centreplaqué de 1 cm d'épaisseur, doublé de 12 mm de cétoles .....	3,7 kg
D — Weyrac ou neopan, de 12 mm d'épaisseur .....	4,3 kg
E — Centreplaqué de 1 cm, recouvert de 5 mm de Kalsol .....	5,4 kg
F — Panneau sablé : 1 cm de centreplaqué, 2 cm de sable, 1 cm de centreplaqué .....	16 kg
G — Panneau de ciment, de 5 cm d'épaisseur .....	42 kg



— Oscillogrammes montrant les vibrations de divers panneaux carrés (60 cm x 60 cm) excités par choc. Balayage : 150 ms.

DENSITÉ DES MATÉRIEAUX UTILISABLES  
POUR LA CONSTRUCTION D'ENCEINTES ACOUSTIQUES

Celotex .....	0,32	Céramique .....	2,0
Planche de hayer .....	0,56	Dalle en ciment .....	2,0
Centreplaqué .....	0,67	Dalle en marbre .....	2,0
Planche de chêne .....	0,72	Aluminium .....	2,7
Neopan .....	0,81	Ardoise .....	2,0
Sable sec .....	1,5	Fer .....	7,8
Brique .....	1,8	Pierre .....	11,5

Fig 1 : L'expérience de Briggs sur le comportement vibratoire de divers matériaux utilisables pour la réalisation d'enceintes acoustiques.

ble d'en obtenir une reproduction de bonne qualité avant d'être parvenu à éliminer les résonances de parois. Plus les panneaux sont grands, et plus cette règle est impérieuse. Le sandwich de sable entre feuilles de contre-plaqué est à conseiller pour les panneaux de grandes surfaces. La brique, le marbre, le ciment sont excellents, mais conduisent à des réalisations intransportables. Pour les panneaux de dimensions moyennes, il sera suffisant d'employer du contre-plaqué doublé par collage d'un matériau assez mou, comme l'isorel. »

En fait, une étude approfondie nous montre que la meilleure solution consiste à employer différents matériaux afin d'engendrer des vitesses de propagation différentes.

En figure 1, nous pouvons observer les oscillogrammes indiquant l'amortissement des vibrations de divers panneaux, ainsi que la liste des matériaux qu'il est possible d'utiliser.

En A, nous voyons le système employé par M. Briggs pour exciter les différents panneaux considérés ; en B, la liste de ces panneaux ; en C, les oscillogrammes obtenus ; en D, la liste des matériaux qu'utilisait M. Briggs.

Dans son dispositif, G.A. Briggs utilise une bille d'acier qu'il fait glisser à l'intérieur d'un tuyau. Ce tuyau sert à appliquer à la bille une force qui est constante lorsque celle-ci vient frapper le panneau à étudier. Ensuite, elle retombe dans un petit bac de sable. A l'avant de ce panneau, est fixé un accéléromètre qui détecte les oscillations émises par le panneau, à la suite du choc reçu grâce à la bille. Cette information est visualisée sur un oscilloscope. Comme



nous pouvons l'observer, il n'y a aucune comparaison possible entre un panneau de contre-plaqué de 2 cm d'épaisseur et un autre en ciment de 5 cm.

Il est assez courant chez les perfectionnistes américains et japonais de voir des haut-parleurs montés dans des bacs de maçonnerie ou sur d'épais murs, voire à l'intérieur de cheminées, le conduit servant alors de labyrinthe infini.

Le béton, le marbre, l'ardoise sont d'excellents matériaux pour les caissons de grave, mais il est absolument nécessaire de les utiliser dans des épaisseurs importantes (5 cm minimum), sinon ils se mettent à vibrer dans le bas médium. Une solution élégante est la structure sandwich : 2 cm d'aggloméré, 3 cm de béton, puis 2 cm d'aggloméré. Ce système qui est facilement réalisable (on se sert des doubles parois de la caisse pour faire le moule et y couler le béton) donne d'excellents résultats.

### Le choix de la forme

Ce genre de réalisation n'est faisable que par des audiophiles passionnés. Aussi, avant de se lancer dans la confection d'un tel ensemble, il est bon de connaître les formes appropriées, afin de ne pas commettre d'erreur de bafflage. Dans le livre de W.H. Olson « Acoustical engineering », nous trouvons les différentes formes possibles et la courbe de réponse qui en résultent, voir figure 2. Comme nous pouvons l'observer, la forme de l'ébénisterie a une importance très marquée à partir de 300 Hz.

Nous ne pouvons donc que conseiller aux possesseurs de caisson de grave Onken de couper leur Altec 416 avant 300 Hz. La

figure 2e nous montre que ce type de montage n'est pas convenable pour le bas médium (courbe peu régulière). Dans les derniers caissons Onken sortis des ateliers de Koizumi, le boomer est décentré en haut à droite afin d'améliorer la courbe et de limiter les ondes stationnaires à

l'intérieur du coffret. Il est à noter que cette ébénisterie a grand besoin de nombreux renforts sur les parois et qu'un traitement anti-vibratoire est bienvenu. Quelques audiophiles français perfectionnistes ont modifié leurs caissons de cette manière.

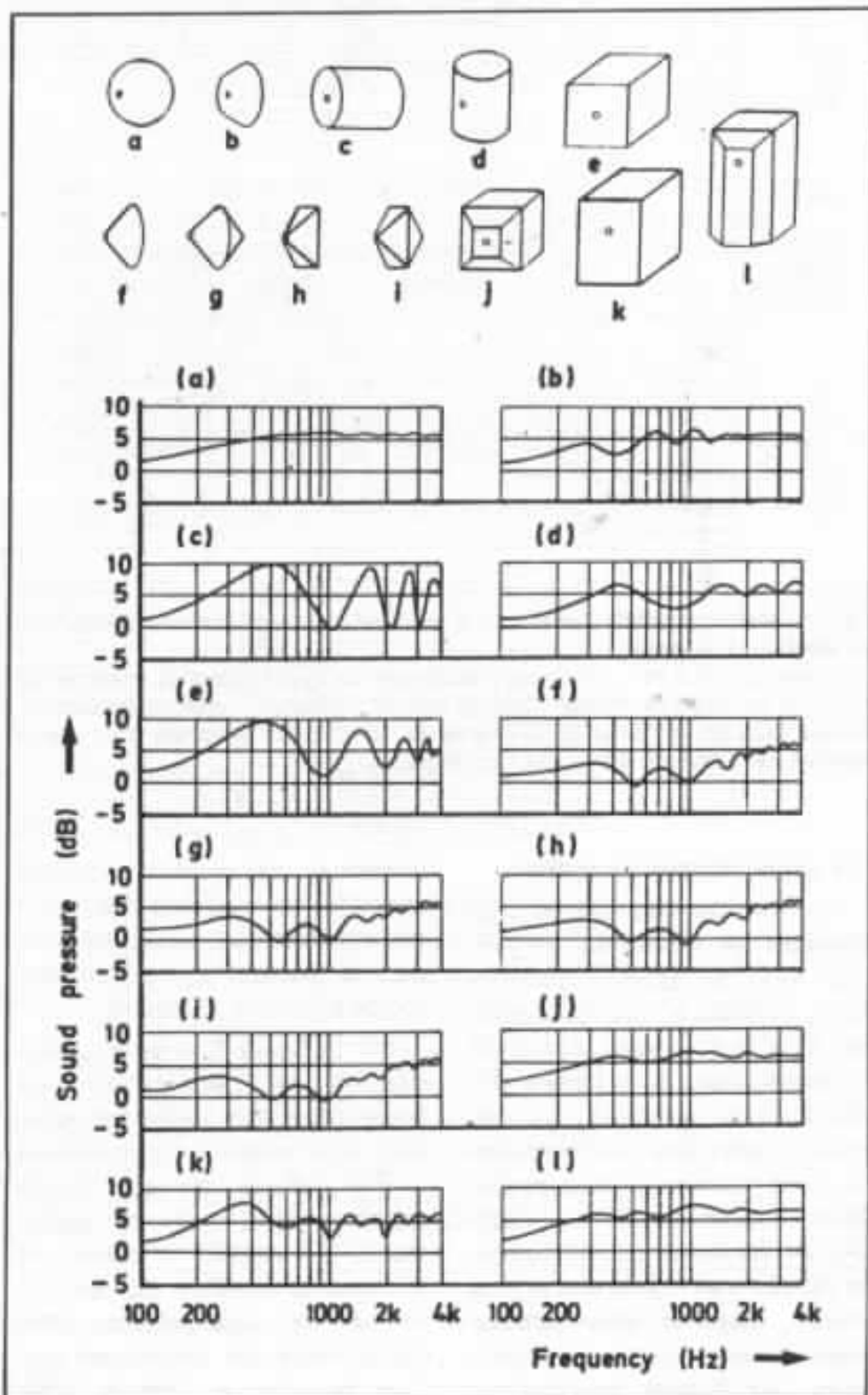


Fig 2 : Corrélation entre la forme de l'enceinte et la réponse en fréquence. (D'après Olson).

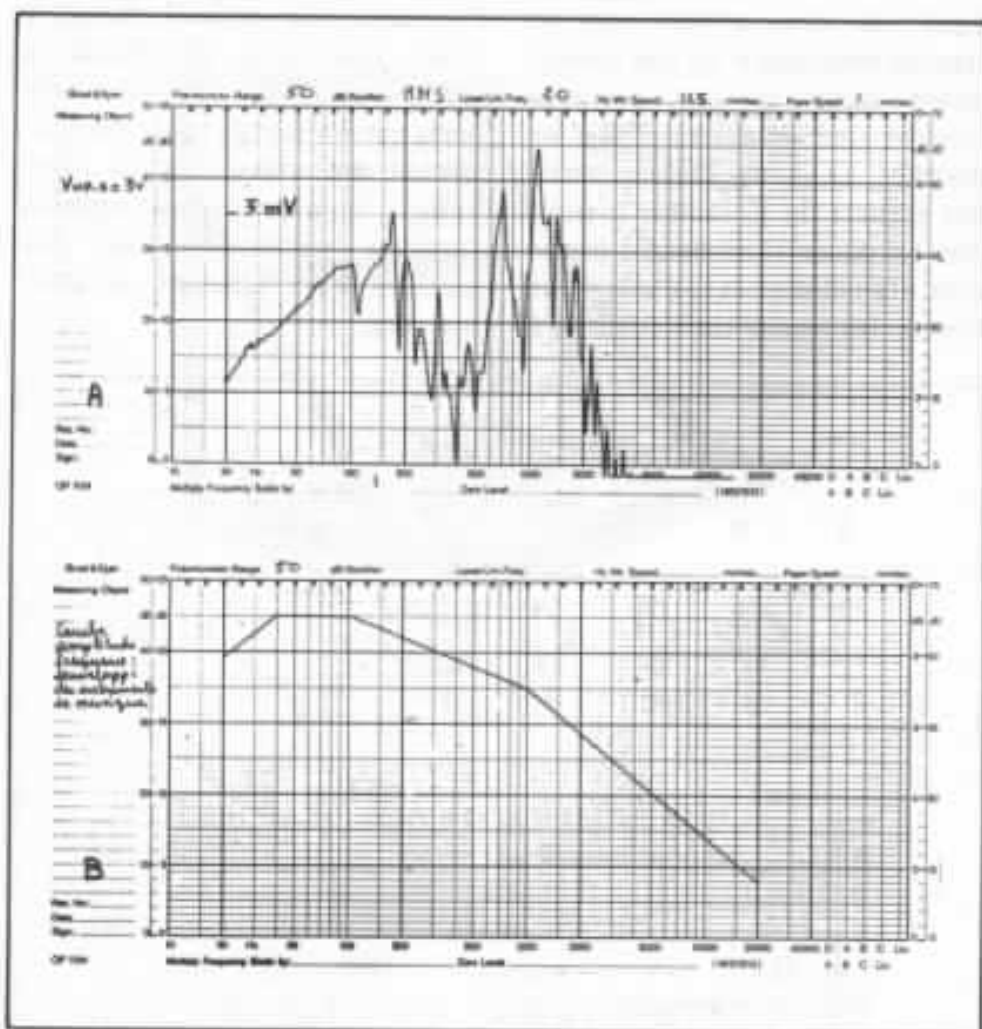


Fig 3 : Tension recueillie aux bornes d'un tweeter sollicité mécaniquement par les vibrations de paroi.

Le niveau est de 3 mV, alors que l'excitation du haut-parleur de grave est de 3 V, soit un écart de 60 dB. Celui-ci doit être considéré comme important, compte-tenu de la forme de la courbe de distribution spectrale d'un signal musical, où l'énergie dans l'aigu est très atténuée.

### Les phénomènes parasites

Une solution très simple pour diminuer les vibrations de coffrets dans de grandes proportions, consiste à monter le boomer à l'aide d'un joint absorbant en caoutchouc. A la lecture des informations recueillies par un accéléromètre fixé sur l'ébénisterie, nous pouvons remarquer une chute sensible du niveau. Cette solution est fortement déconseillée car ce serait oublié que la plus grande majorité des signaux musicaux sont formés de transitoires. La liaison haut-parleur caisse n'étant plus franche, ces transitoires s'en trouvent donc

dénaturés, car si un tel système se veut efficace, il doit être relativement élastique. Ceci nous conduit à étudier la transmission solide à travers les parois.

Sur la figure 3, nous pouvons observer en A la réaction d'un tweeter face aux vibrations parasites de l'enceinte. Cette mesure a été réalisée sur une petite enceinte deux voies en aggloméré. Le tweeter à dôme est déconnecté du filtre. Sur les coses de ce haut-parleur, sont câblés deux fils électriques que l'on branche à l'entrée d'un amplificateur de mesure. Une fréquence glissante est injectée

aux bornes de l'enceinte. Le tweeter est isolé acoustiquement de son environnement. L'information recueillie est donc la réaction du tweeter face aux vibrations de parois. Si le niveau paraît faible : - 60 dB, il ne faut pas oublier la densité spectrale de l'enveloppe des instruments de musique (voir figure 3, B), ce qui ramène les phénomènes à une valeur non négligeable. On comprendra donc la nécessité d'améliorer les réactions de l'ébénisterie d'une enceinte.

### Améliorations

Sur la figure 4, sont représentées quatre courbes issues de mesures effectuées sur une enceinte ayant une construction classique : en A, nous avons la réponse aux vibrations de la face arrière ; en B, cette face a été enduite de blackson ; en C, un tasseau a été placé en tension entre la face avant et la face arrière. Comme nous pouvons l'observer, quelques matériaux suffisent donc à améliorer la qualité de parois.

Le dernier brevet en date concernant l'absorption partielle des vibrations parasites dans les enceintes acoustiques est celui d'un constructeur français.

L'intérieur de ces futures enceintes est tapissé d'un second matériau, dont la représentation est donnée sur la figure 5. Ce panneau a l'avantage de posséder deux caractéristiques intéressantes. En effet, par sa forme, il représente une série de résonateurs d'Helmholtz qui amortit les ondes stationnaires à l'intérieur du coffret, et, de par sa construction, il peut s'assimiler à une série de nervures en forme de T, ce qui contribue à rigidifier l'ensemble.

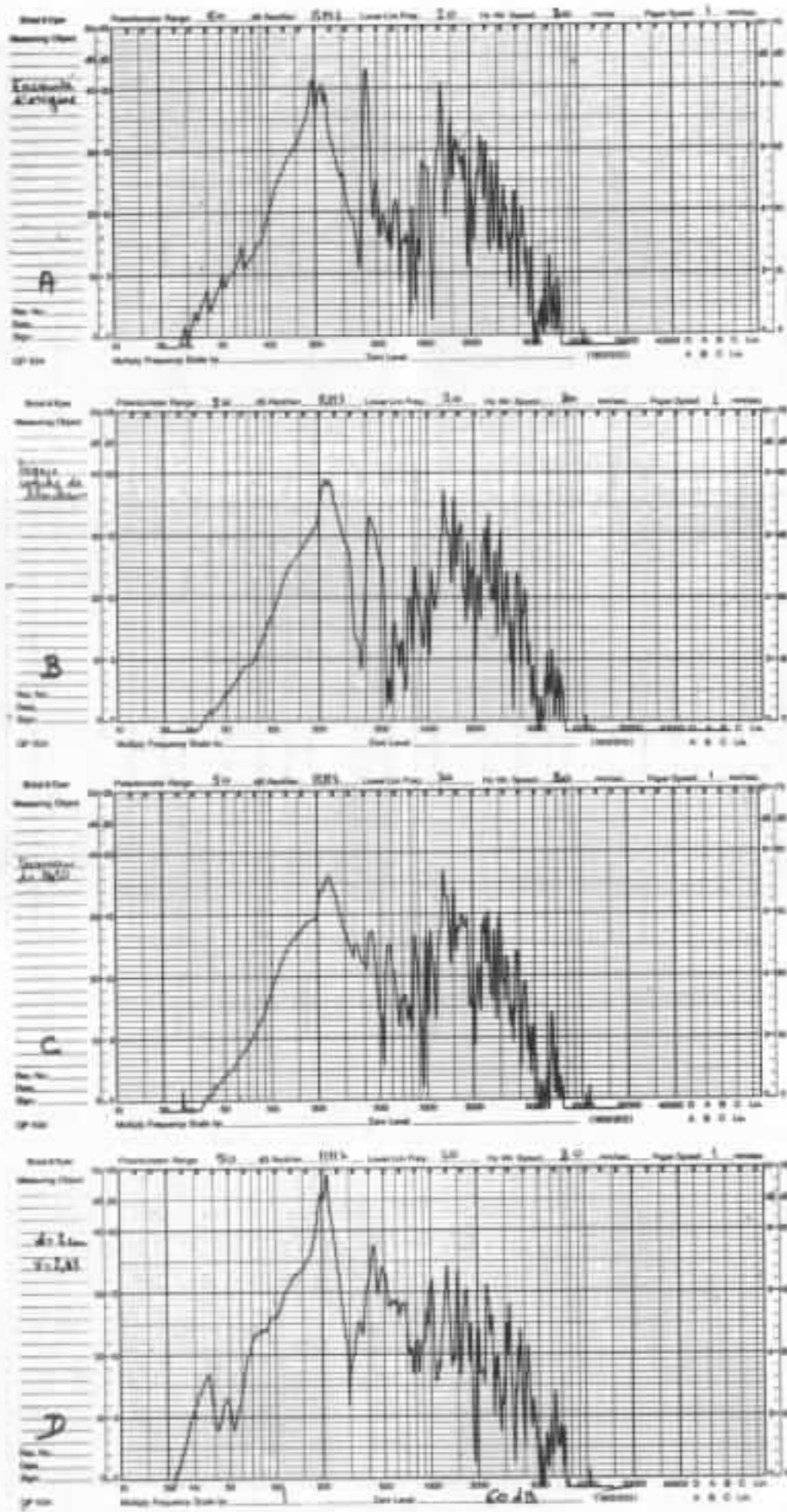


Fig 4 : Réponse recueillie par un accéléromètre placé sur la face arrière d'une enceinte acoustique.  
 En A : enceinte d'origine.  
 En B : couche légère de blackson sur le fond  
 En C : tasseau en tension entre la face avant et la face arrière.  
 En D : le micro est placé à 2 cm de la face arrière. L'émission avant étant complètement amortie, on ne recueille dans ce cas que l'émission du coffret.

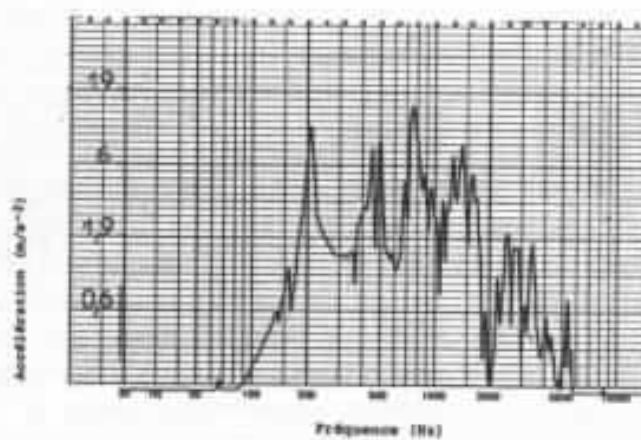
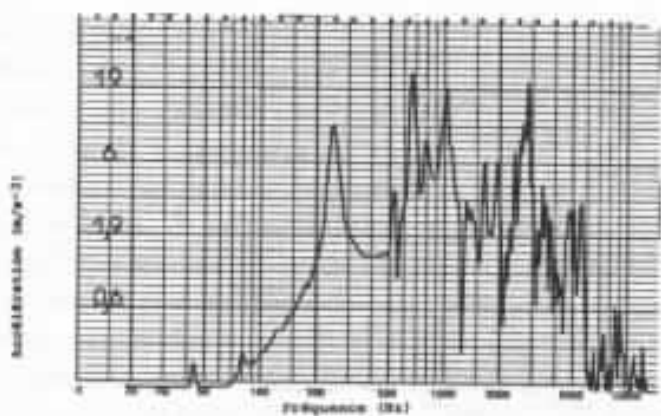
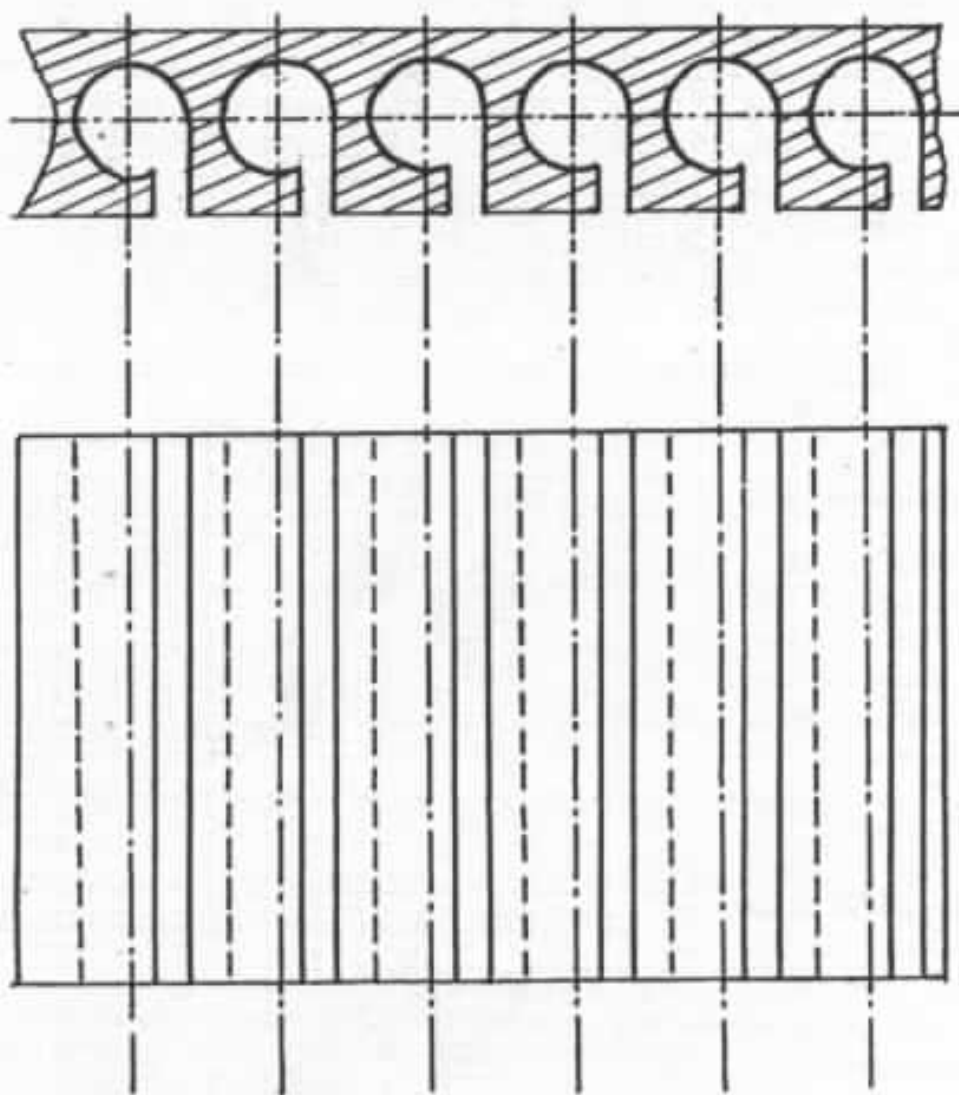


Fig 5 : Le développement de panneaux acoustiques aide à améliorer le comportement vibratoire de l'enceinte comme le révèlent les deux diagrammes.



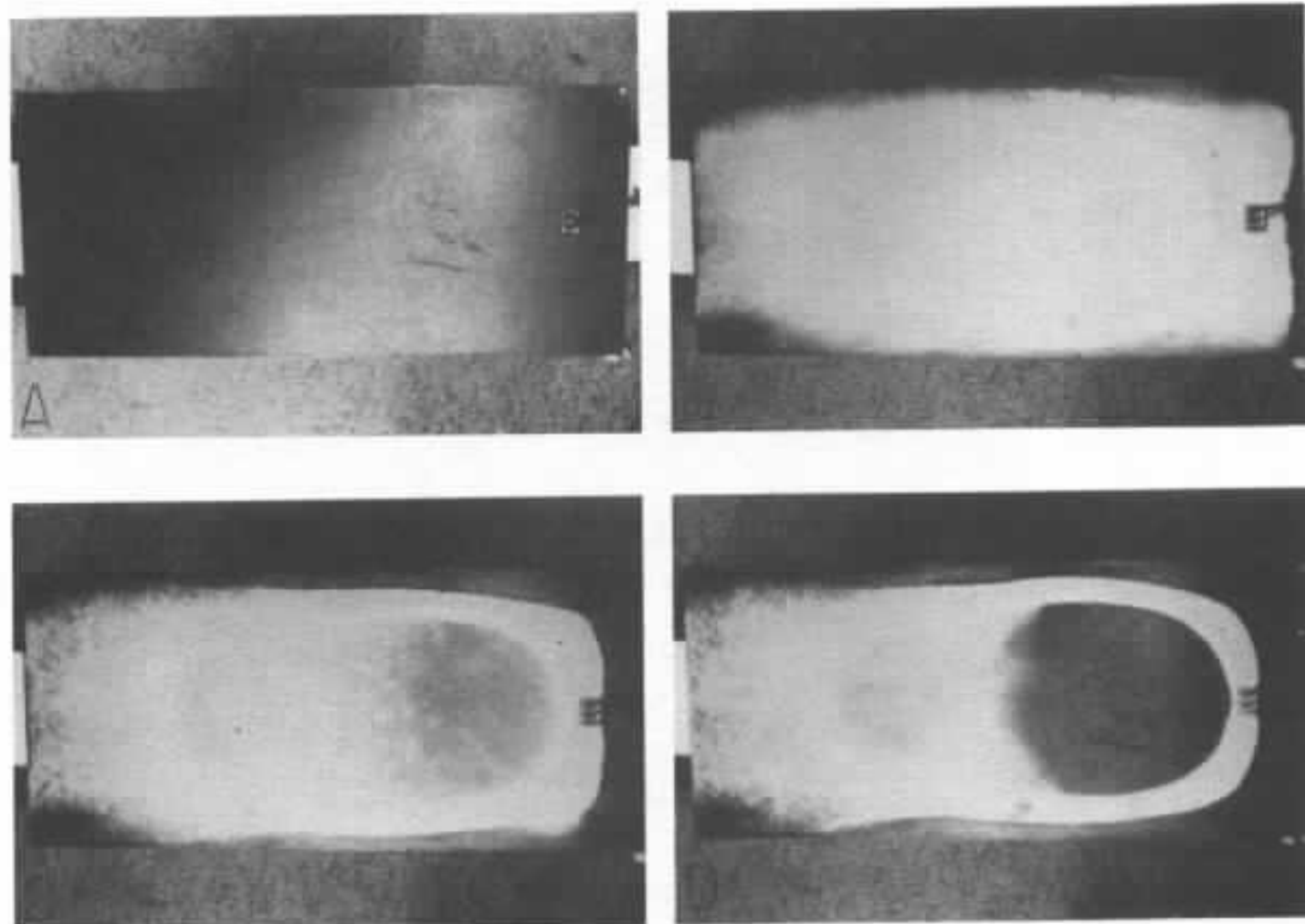


Fig 6 : Analyse du comportement vibratoire du dos d'une enceinte acoustique compartimentée.

En A : face arrière.

En B : dos saupoudré de sable.

En C : le sable commence à se répartir.

En D : la zone de vibration est parfaitement délimitée par le sable.

La fréquence injectée au haut-parleur, dans ce cas, correspond au maximum d'amplitude de vibration.

Dans le cas des enceintes acoustiques achetées dans le commerce, deux interventions sont possibles. Dans un premier temps, on peut mettre en tension la face arrière avec la face avant, puis les deux côtés par des tasseaux. Les faces pourront être ensuite enduites d'une couche de blackson chargée avec des petites particules de plomb ou d'une feuille de bithume de 5 mm d'épaisseur.

La position des tasseaux de mise en tension peut s'avérer délicate dans certains cas

(enceintes de formes complexes, ébénisterie compartimentée). La meilleure solution consiste à saupoudrer les faces, à traiter de sable fin sec et à injecter à l'enceinte une fréquence glissante. On remarquera que vers 200 Hz les centres de vibrations apparaissent, voir figure 6. Le tasseau devra alors être fixé au ventre du maximum de vibration.

Comme dans le cas des modifications des cellules, des bras et des tourne-disques, il faudra faire preuve d'un maximum

d'attention, mais toute réalisation bien faite sera alors couronnée d'une amélioration très sensible de l'appareil modifié.

Les premières informations recueillies par l'Audiophile prouvent que de nombreuses personnes se sont déjà lancées dans la modification de leur système de lecture. Espérons qu'il en sera de même pour les enceintes. Dans un prochain article, nous donnerons les informations nécessaires à la réalisation d'une enceinte acoustique utilisant des matériaux amortissants.

**Page non  
disponible**

# L'influence des circuits d'alimentation

## 4- Préamplificateur Kanéda : le contrôle de l'extrême grave

Guy Marec

*Il était difficile de terminer l'étude de l'alimentation du préamplificateur Kanéda sans proposer aux inconditionnels de ce circuit un moyen complémentaire pour améliorer la réponse du préamplificateur dans les registres grave et extrême grave. Cette amélioration s'adresse bien entendu à ceux qui ont réalisé une alimentation non régulée et qui veulent retrouver une tenue du grave identique à celle d'une alimentation régulée sans faire appel à des batteries d'accumulateurs. Cette solution est, en effet, chère, peu pratique et difficile à mettre en œuvre si on veut assurer une longévité maximum à ces batteries.*

*Bien que faisant appel à un circuit de régulation entièrement nouveau, l'amélioration proposée ici doit être considérée plus comme un complément pour l'alimentation non régulée améliorée (ou tout autre alimentation non régulée d'ailleurs), que comme un nouveau circuit. L'étude a été faite de façon à pouvoir utiliser à nouveau tous les composants figurant dans les deux alimentations proposées jusqu'ici.*

### **Une dernière amélioration, pourquoi ?**

Deux raisons ont motivé ce complément d'étude :

— la première raison est « subjective » : c'est le désir de disposer d'un circuit d'alimentation qui donne au préamplificateur un maximum de tenue dans le grave.

— la deuxième raison est « tech-

nique » : le préamplificateur Kanéda est un amplificateur à courant continu, la stabilité de l'alimentation a une incidence sur la stabilité du point de fonctionnement. Il est donc intéressant de s'affranchir des fluctuations lentes du secteur.

Nous avons retenu le principe d'une alimentation mixte régulée/non régulée, l'alimenta-

tion régulée n'agissant que dans la partie inférieure du spectre.

### **Choix d'un circuit de régulation :**

Les critères de choix du circuit de régulation ont été les suivants :

— permettre la charge des condensateurs de sortie, quelle que soit leur capacité, sans risque de

détérioration, même si transformateurs et redresseurs sont largement surdimensionnés.

— devenir inopérant en cas de chute trop prononcée de la tension du secteur.

— avoir une impédance de sortie inférieure au millième d'ohm dans le bas du spectre.

— être stable (au sens stabilité haute-fréquence), quelle que soit la charge capacitive et les conditions d'emploi.

Ceci pour pouvoir utiliser un grand éventail de charges capacitatives et positionner le circuit sans trop de difficulté (pas d'effet de proximité).

Les régulateurs de tension employés en électronique se divisent en deux catégories principales :

— les régulateurs « série » très connus et très couramment employés en électronique professionnelle ; les circuits régulateurs employés jusqu'ici sur le préamplificateur Kanéda sont de ce type.

— les régulateurs « shunt », peu utilisés, dont on ne connaît généralement que le modèle le plus simple : le stabilisateur de tension à diode Zéner, version moderne des stabilisateurs à tubes à gaz de l'époque héroïque.

Les principes de fonctionnement des deux circuits sont voisins, mais les mises en œuvre sont fondamentalement différentes : se référer aux fig. 1a et 1b.

— Dans le régulateur « série » la chute de tension (entre alimentation non régulée et charge) est faite dans un transistor « en série » avec la charge, d'où le nom du circuit. Le courant débité par l'alimentation passe intégralement dans ce transistor, en particulier le courant de

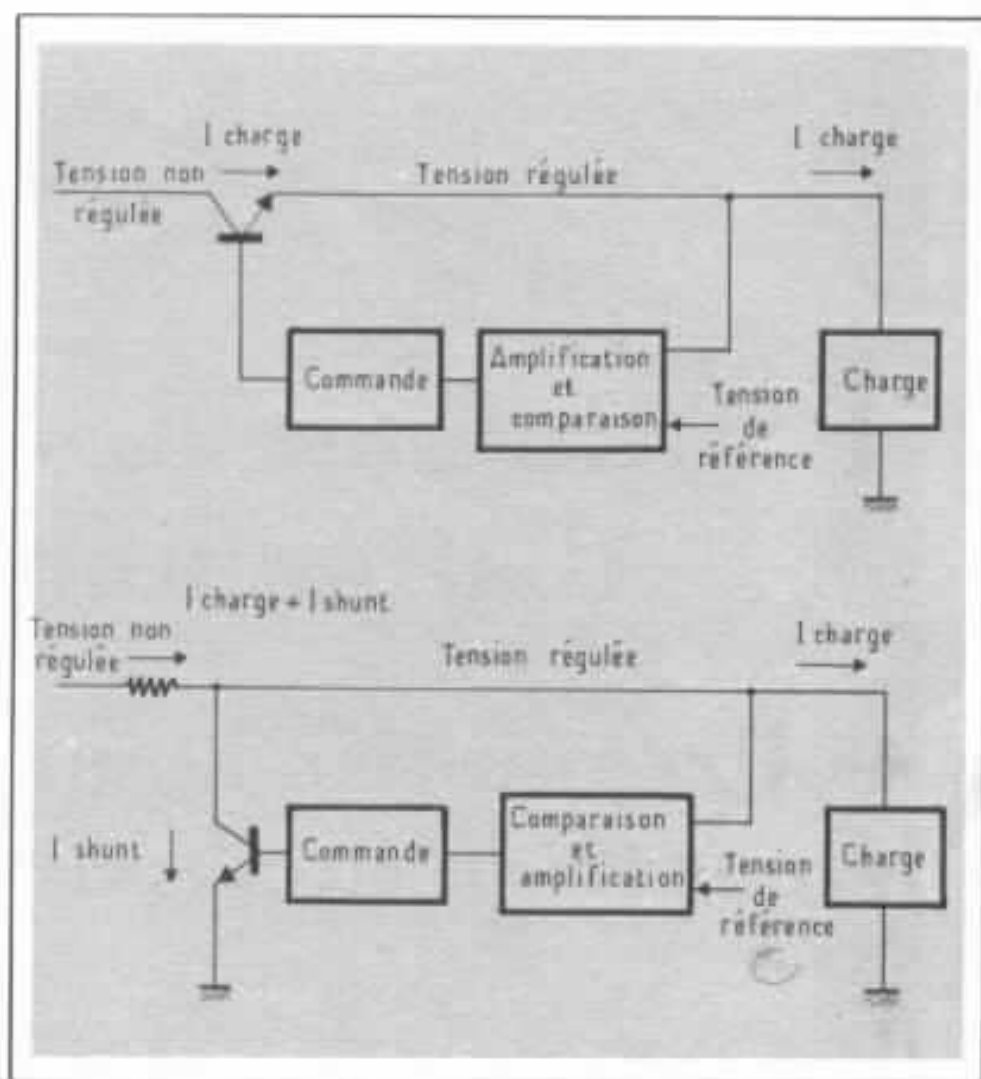


Fig 1 : Les deux grandes classes de circuit régulateur employé en électronique.

charge des condensateurs de sortie s'il y en a.

— Dans le régulateur « shunt », cette chute de tension est faite dans une résistance en série avec la charge, parcourue par un courant supérieur au courant maximum dans cette charge. Le régulateur contrôle la différence entre ces deux courants au moyen d'un courant en « shunt », entre la sortie de l'alimentation et la masse. Quand le régulateur ne débite pas, tout le courant passe dans le shunt. Il est évident que ce courant maximum dans le shunt est la limite absolue au débit possible du régulateur en fonctionnement régulé. Si ce débit est dépassé, le courant de shunt s'annule, la régulation devient inopérante,

l'alimentation se comporte comme une alimentation non régulée. Ces régulateurs ont évidemment l'inconvénient d'un mauvais rendement (d'où leur emploi limité à certains circuits très performants), mais l'avantage d'un meilleur isolement entre secteur et charge. Une fluctuation de courant dans la charge n'est pas répercutée jusqu'au transformateur et au redresseur qui travaillent à débit constant. On peut presque dire que le débit nécessaire à la charge est en permanence disponible dans le circuit régulateur. Les organes constituant les deux circuits sont par ailleurs très comparables : une référence de tension, un circuit de comparaison, un circuit de commande et



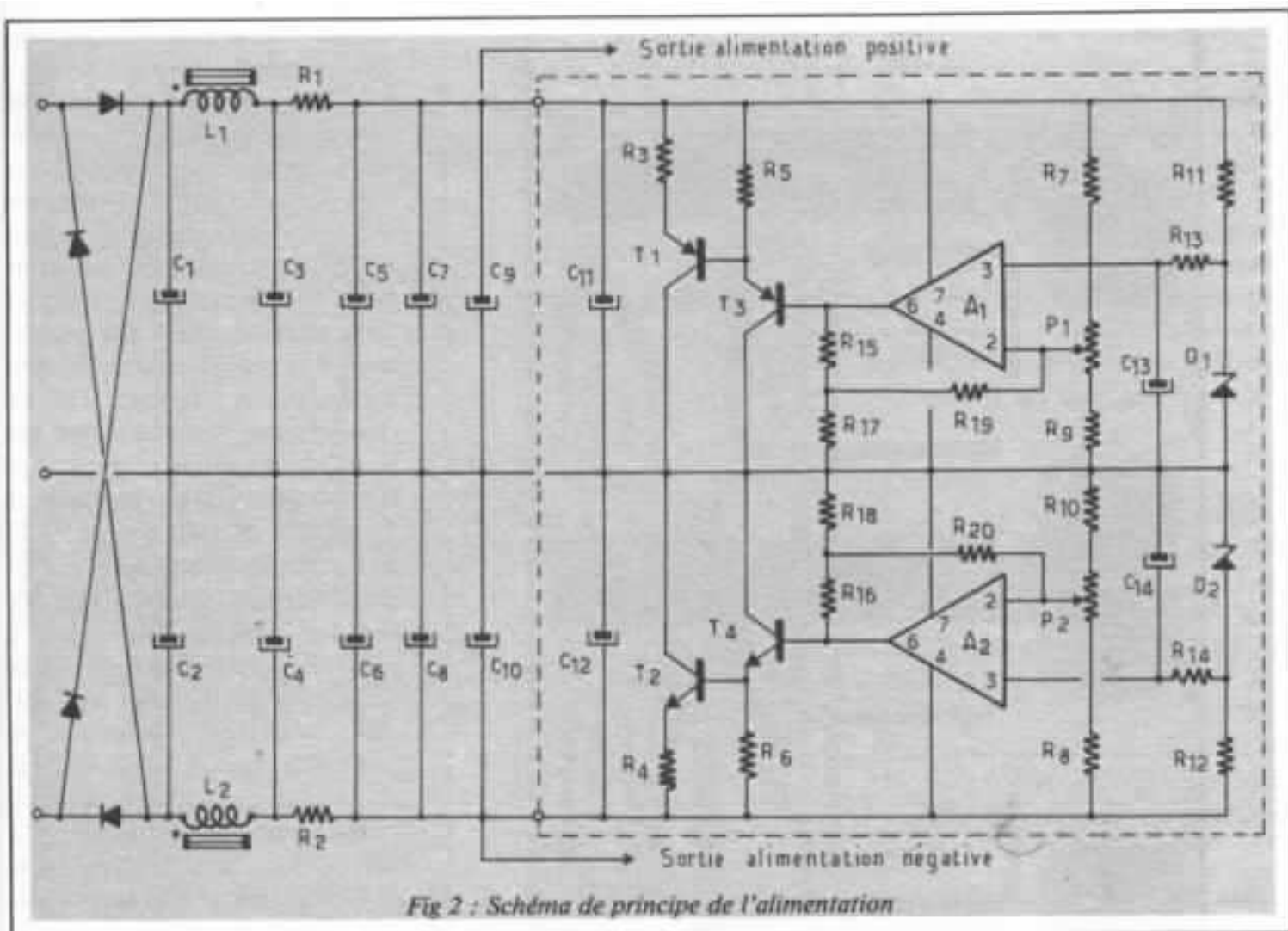


Tableau des composants

Transformateur d'alimentation : Millerioux B1350 B ou STB12 moulé en  $2 \times 35$  V

Pont redresseur : Silicium 8 Ampères

Double self : Milleroux EB 810 E

$A_1, A_2$  : SFC 2101A ou SFC 2201A

$D_1, D_2$  : Diodes zener BZX 55 C18

$T_1$  : BD 314 sur radiateur

$T_2$  : BD 313 sur radiateur

$T_3$  : BC 313 A

$T_4$  : BC 211 A

$P_1, P_2$  : Trimmer  $2K\Omega$ , 50 ppm, TRW 910-20 ou équivalents

$C_1, C_2$  : Condensateurs Felsic 038,  $4700 \mu F$ , 63 volts

$C_3, C_4$  : Condensateurs Felsic 038,  $4700 \mu F$ , 63 volts

$C_5, C_6$  : Condensateurs Felsic 038,  $47\ 000 \mu F$ , 40 volts

$C_7, C_8$  : Condensateurs Felsic 038 ou 039 FRS,  $47\ 000 \mu F$ , 40 volts

$C_9, C_{10}$  : Condensateurs Felsic TFRS,  $15\ 000 \mu F$ , 40 volts

$C_{11}, C_{12}$  : Condensateurs Tantale  $47 \mu F$ , 40 volts

$R_1, R_2$  : Résistances RWM  $6 \times 34$ ,  $33 \Omega$ , 8 watts (Sfernice ou MCB),

$R_3, R_4$  : Résistances RWM  $6 \times 34$ ,  $100 \Omega$ , 8 watts (Sfernice ou MCB),

$R_5, R_6$  : Résistances Couche de carbone  $2700 \Omega$ , 1/2 watt, 5 %

$R_7, R_8$  : Résistances couche métallique  $6,19 k\Omega$ , 1 %, 1/2 watt

$R_9, R_{10}$  : Résistances couche métallique  $6,19 k\Omega$ , 1 %, 1/2 watt

$R_{11}, R_{12}$  : Résistances couche de carbone  $5,6 k\Omega$ , 5 %, 1/2 watt

$R_{13}, R_{14}$  : Résistances couche de carbone  $4,7 k\Omega$ , 5 %, 1/2 watt

Pour l'utilisation et les valeurs des résistances de  $R_{13}$  à  $R_{20}$  voir l'étude particulière donnée plus loin et se référer à la figure 6

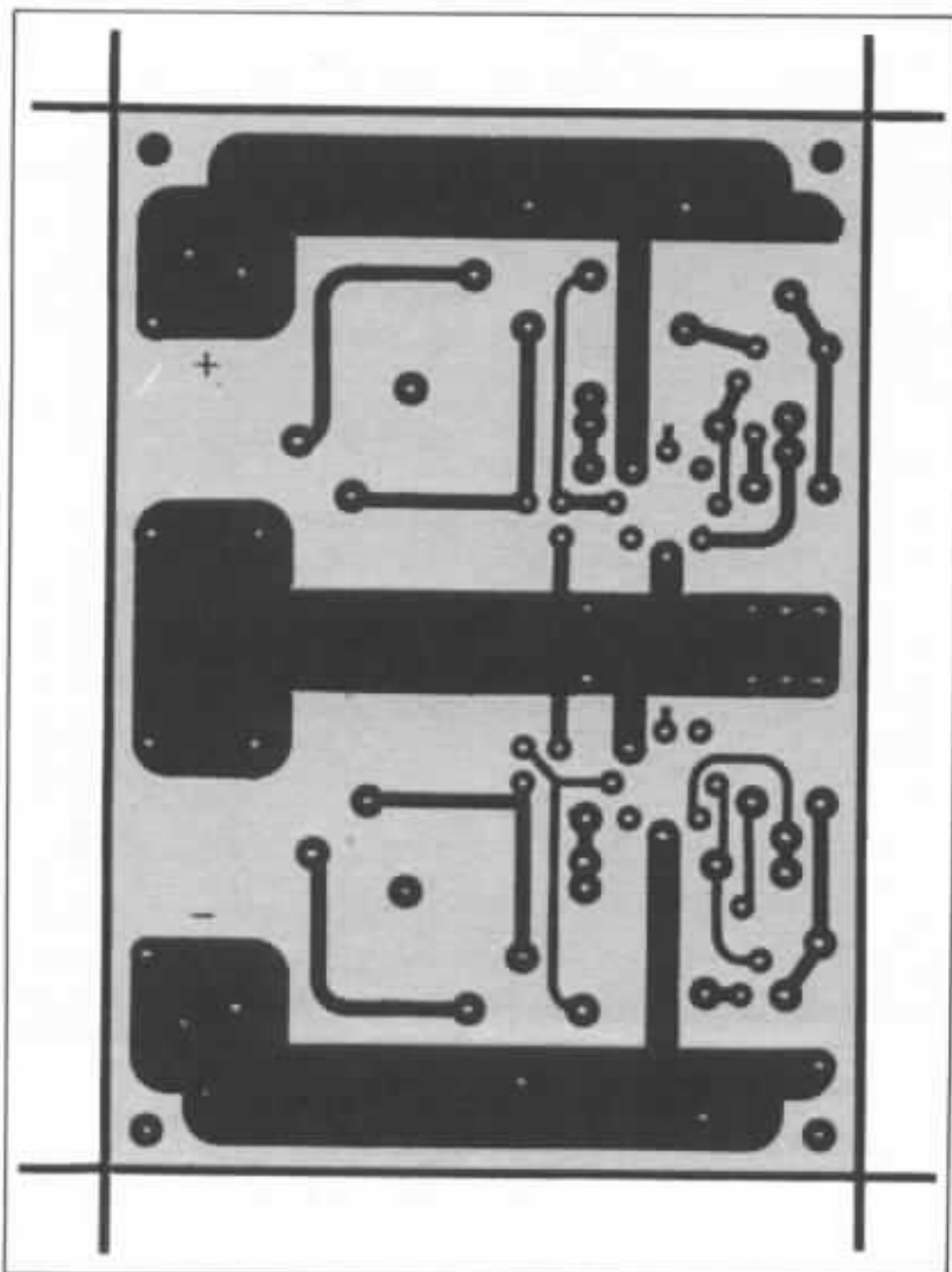


Fig 3a : Circuit imprimé.

un élément de puissance.

Nous avons retenu une régulation shunt, qui, malgré son faible rendement (sans importance dans notre cas), a beaucoup d'avantages, une meilleure sécurité de fonctionnement entre autre.

**Le schéma :**  
(se référer à la figure 2)

Le circuit utilise les mêmes composants que les alimentations régulées et non régulées améliorées. Le transformateur

d'alimentation est connecté en  $2 \times 35$  Volts, de façon à disposer du décalage de tension nécessaire au fonctionnement des régulateurs.

Le préfiltrage est constitué d'une double cellule (condensateur  $C_1$  à  $C_2$ ) et de la double self. A défaut de double self il est possible d'utiliser provisoirement deux résistances identiques de valeur équivalente 22 ou 27  $\Omega$  pour 25  $\Omega$  mesurés sur la self d'origine européenne ; ces résistances devront être des modèles de puissance. La connexion à la

charge capacitive proprement dite (condensateurs  $C_5$  à  $C_{10}$ ) est faite par l'intermédiaire des résistances  $R_1$  et  $R_2$ . Les résistances séries des deux régulateurs sont donc constituées de ces deux résistances auxquelles s'ajoutent les résistances des enroulements de la double self, ce qui fait au total environ 58  $\Omega$  par régulateur. Les régulateurs shunt sont connectés en parallèle sur les charges capacitives de sortie. Les courants de shunt passent dans les transistors de puissance  $T_1$  et  $T_2$  montés en darlington avec  $T_3$  et  $T_4$  pilotés directement par les amplificateurs. Ceux-ci sont des circuits intégrés identiques à ceux de l'alimentation régulée améliorée. Petit détail extrêmement important : le circuit ne comporte pas de dispositif de correction en haute fréquence, l'explication sera donnée plus loin. Les circuits de référence et de comparaison sont identiques.

Les résistances  $R_{15}$  et  $R_{20}$  permettent par contre-réaction de réduire légèrement le gain des amplificateurs et simultanément de déplacer les constantes de temps vers le haut. Ceci est destiné à optimiser la réponse du circuit (voir plus loin).

**Implantation du régulateur :**  
(se référer aux fig 3a et 3b).

Sur la figure 2, le régulateur shunt proprement dit est entouré d'un encadrement pointillé. Cette partie du circuit est réalisée sur circuit imprimé. Une implantation possible est proposée en figures 3a et 3b à ceux qui voudraient essayer ce circuit. Les plans de masse et d'alimentation seront de préférence, et avant mise en place des composants, doublés par un fil argenté ou

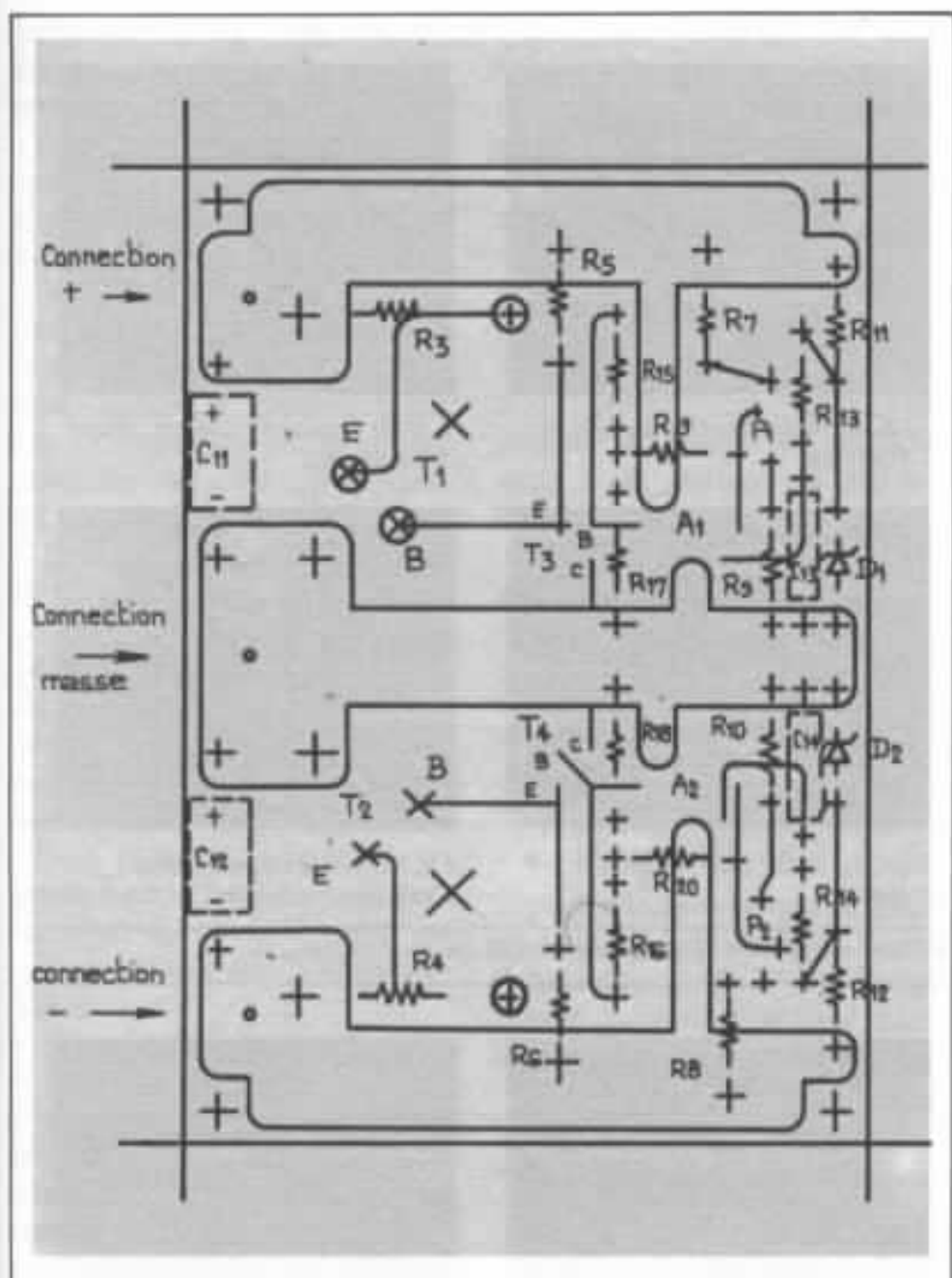


Fig 3b : Implantation des composants

étamé de 1,6 à 2 millimètres de diamètre.

Les transistors  $T_1$  et  $T_2$ , équipés de petits radiateurs, seront montés sur des entretoises de 5 millimètres. Les résistances de puissances  $R_3$  et  $R_4$ , qui chauffent un peu, seront décollées du circuit imprimé.

#### Réalisation de l'ensemble : (se référer aux photos)

La disposition générale des éléments sera conforme à celle de l'alimentation non régulée améliorée. Les gros condensateurs

électrolytiques seront interconnectés par des plaques de cuivre argentées, les condensateurs TFRS placés côté préamplificateur.

La carte de régulation sera connectée aux plaques de cuivre au niveau des condensateurs TFRS. La liaison sera faite par du fil de cuivre de 1 mm<sup>2</sup> (le leonische « Lify » convient bien).

La connexion sera faite, comme pour le préamplificateur, soit par de très bonnes cosses directement sur les vis des condensa-

teurs TFRS, soit par soudure directe sur les plaques.

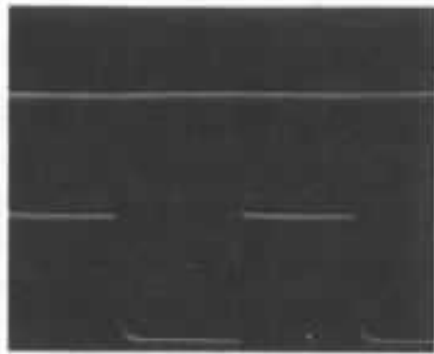
La carte de régulation sera placée horizontalement au-dessus des plaques de cuivre (attention à l'isolement) avec de petites entretoises sur une plaque isolante, ce qui est la meilleure solution, ou bien verticalement entre la carte préamplificateur et les condensateurs, ce qui est beaucoup moins pratique.

#### Oscillogrammes

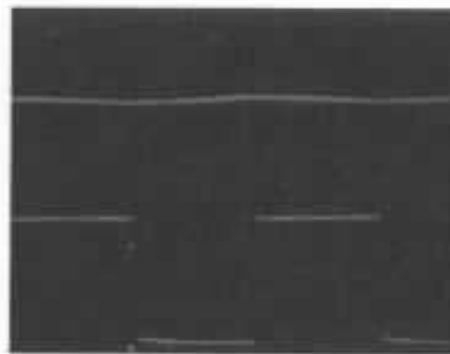
Se référer à l'étude publiée dans l'Audiophile N° 13 pour les conditions de mesures restées en tout point identiques. Les signaux présentés sont ceux de l'alimentation positive : les variations de la sortie de l'alimentation et les variations de la tension émettrice du transistor  $T_1$ , image exacte de la variation du courant de shunt.

La figure 4a présente les résultats obtenus dans le haut du spectre. A 10 kHz et 100 kHz, le courant de shunt varie très peu, la régulation n'agit pratiquement pas. Les oscillogrammes de sortie sont identiques à ceux de l'alimentation non régulée améliorée. A 1 kHz, la variation de « courant shunt » est déjà importante, mais il est très visible que les fronts raides de courant ne sont pas fournis par le shunt.

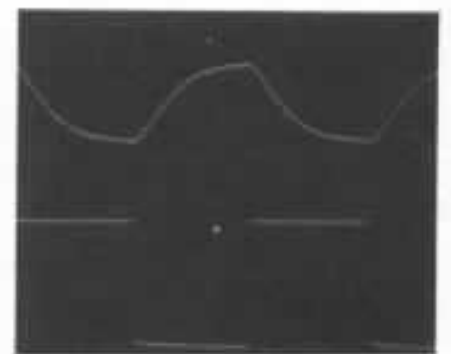
La figure 4b présente les résultats obtenus dans le bas du spectre. Le courant de shunt tend vers un signal rectangulaire quand la fréquence diminue. La variation de tension de sortie est constante en fonction de la fréquence. C'était le but recherché. Par rapport à l'alimentation non régulée améliorée, l'impédance de sortie a été divisée par environ 50 à 10 Hz.



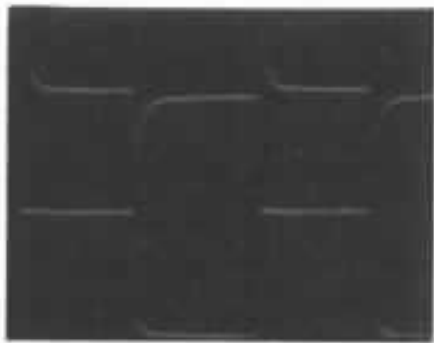
100 KHz variation courant shunt  
5 Volts/cm



10 KHz variation courant shunt  
5 Volts/cm



1 KHz variation courant shunt  
5 Volts/cm



100 KHz sortie alimentation  
1 mV/cm



10 KHz sortie alimentation  
1 mV/cm

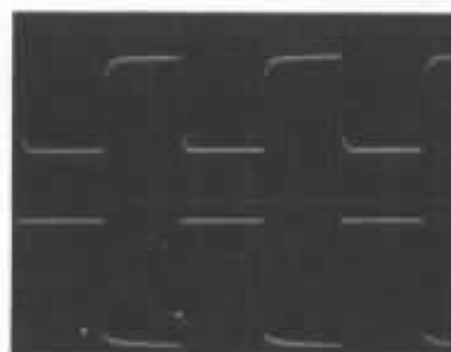


1 KHz sortie alimentation  
1 mV/cm

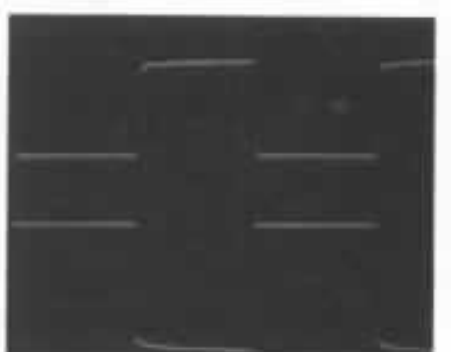
Fig 4a : Réponse de l'alimentation dans le haut du spectre. Charge capacitive totale 110.000  $\mu$ F



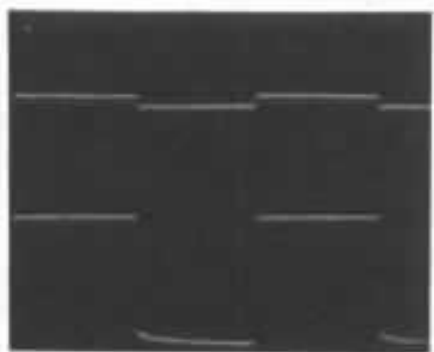
100 Hz variation de courant  
shunt. 5 V/cm



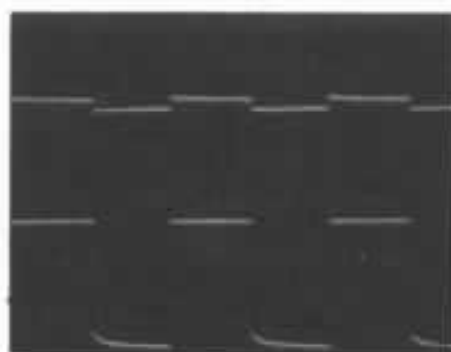
30 Hz variation de courant  
shunt. 5 V/cm



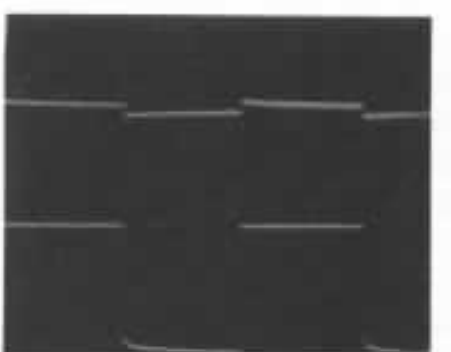
10 Hz variation de courant  
shunt. 5 V/cm



100 Hz sortie alimentation,  
1mV/cm



30 Hz sortie alimentation.  
1 mV/cm



10 Hz sortie alimentation,  
1 mV/cm

Fig 4b : Réponse de l'alimentation dans le bas du spectre. Charge capacitive totale 110 000  $\mu$ F.



## Adaptation du régulateur shunt à d'autres charges de sortie :

Il est possible, moyennant quelques précautions, d'utiliser ce régulateur avec d'autres charges capacitives :

— augmenter cette charge ne pose aucun problème. Au contraire, plus la charge est importante, mieux le système fonctionne. Rappelons que la charge présentée ici est d'environ 110 000  $\mu\text{F}$

— diminuer cette charge est possible, mais nécessite une légère adaptation. Pour effectuer correctement cette adaptation, il est important de bien comprendre comment s'effectue la répartition des courants débités entre condensateurs et shunt.

Deux paramètres limitent, en fonction de la fréquence, la participation du courant shunt au courant débité par l'alimentation :

— d'une part, la bande passante de l'amplificateur qui, à variation de tension égale en sortie de l'alimentation, provoque une diminution de la commande du shunt quand la fréquence augmente.

— d'autre part, la diminution de cette variation de tension de sortie de l'alimentation en fonction de la fréquence, due à la diminution d'impédance de sortie des condensateurs de charge.

Sans entrer dans l'analyse mathématique du système, ce qui nous entraînerait trop loin, il est facile de concevoir que la fonction de transfert :

$$T(p) = I(p) \text{ shunt} / I(p) \text{ charge}$$

qui donne la variation du courant shunt en fonction de la fréquence et du courant dans la charge, est une fonction passe-bas du second ordre. Le coeffi-

cient d'amortissement de cette fonction de transfert est fonction du gain de boucle ainsi que des constantes de temps de l'amplificateur et de la partie non régulée de l'alimentation. Ce coefficient augmente quand ces constantes s'écartent et quand le gain de boucle diminue. Idéalement, la bande passante de l'amplificateur devrait être infiniment grande, le système se réduirait alors à un système du premier ordre.

En pratique, il est difficile d'utiliser des amplificateurs à bande passante trop large qui posent trop de problèmes de stabilité en haute fréquence et de dérive thermique. On ne peut pas non plus trop diminuer le gain de boucle parce que le signal d'erreur augmente aussi.

Pour montrer ce qui se passe en pratique, nous avons réalisé l'alimentation avec une faible charge capacitive et une forte charge capacitive.

La figure 5a présente les oscillogrammes de l'alimentation après suppression des condensateurs de 47 000  $\mu\text{F}$ . La charge est donc de 15 000  $\mu\text{F}$ .

— A 10 kHz, peu de différence, ce qui est normal. Dans le haut du spectre l'action du condensateur est prépondérante. On note cependant une légère augmentation du courant shunt et de la fluctuation en sortie.

— A 1 kHz une forte suroscillation est visible bien que le système soit encore stable. Cette suroscillation entraîne une augmentation d'impédance dans le registre médium, qui peut devenir audible.

— A 100 Hz, cette suroscillation est bien visible dans son ensemble.

Si on observe bien les oscillogrammes à 100 Hz de la figure

4b, on voit que cette suroscillation est détectable sous la forme d'un léger « overshoot » résiduel qui n'a aucune influence.

La figure 5b présente les oscillogrammes obtenus en doublant la charge capacitive de sortie (200 000  $\mu\text{F}$ )

— A 100 Hz « l'overshoot » a pratiquement disparu, les fronts de montée du courant shunt sont moins raides.

— A 1 kHz la variation du courant shunt est beaucoup moins importante.

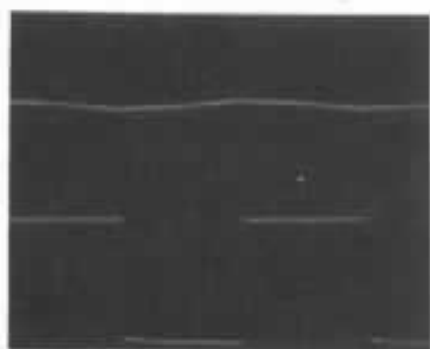
Si on veut donc diminuer la charge capacitive, il faut supprimer cette suroscillation en augmentant la bande passante de l'amplificateur, ou en diminuant le gain de boucle, ou bien en effectuant simultanément ces deux opérations. Ceci peut se faire très facilement en appliquant un léger taux de contre-réaction à l'amplificateur. Les réseaux de résistances  $R_{15}$  à  $R_{20}$  sont prévus à cet effet.

Le détail de ce circuit de contre-réaction est précisé figure 6. Un réseau diviseur a été utilisé pour éviter la mise en place de résistances de bouclage de valeurs trop importantes.

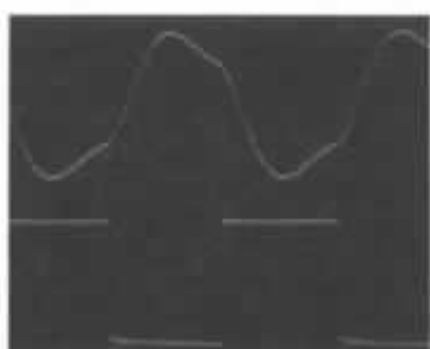
## Résultats subjectifs

Avec ce type d'alimentation, les résultats obtenus en médium-aigu sont surtout fonction de la charge capacitive employée. Le régulateur est destiné à compléter la charge dans le bas du spectre et non pas à la remplacer.

Cette alimentation a été comparée (lors d'essais à l'hôtel Victor Hugo) à une « super-alimentation » réalisée par M. Walter : batteries d'accumulateurs chargées par  $2 \times 600\,000 \mu\text{F}$  dont 4 condensateurs TFRS de 22 000  $\mu\text{F}$ , la solution idéale. En médium



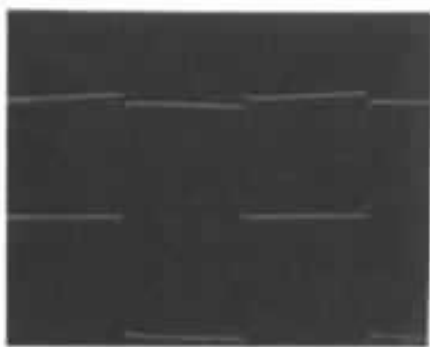
10 KHz variation courant shunt.  
5 V/cm



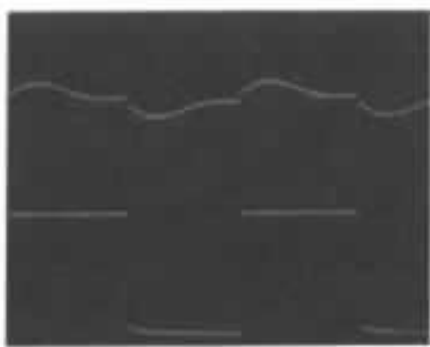
1 KHz variation courant shunt.  
5 V/cm



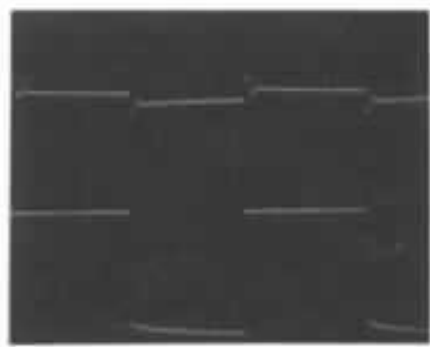
100 Hz variation courant shunt.  
5 V/cm



10 KHz sortie alimentation.  
1 mV/cm



1 KHz sortie alimentation.  
1 mV/cm

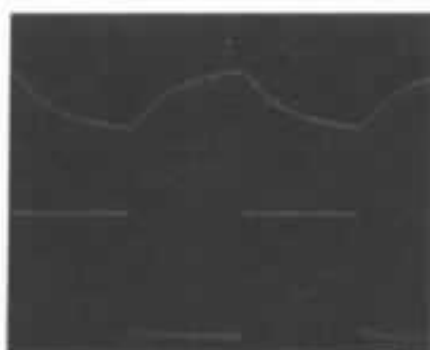


100 Hz sortie alimentation.  
1 mV/cm

Fig. 5a : Réponse de l'alimentation sur une charge capacitive réduite à 15 000  $\mu$ F Felsic TFRS, sans contre-réaction compensatrice.



10 KHz variation courant shunt  
5 V/cm



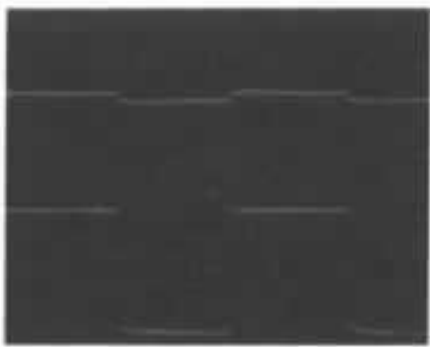
1 KHz variation courant shunt.  
5 V/cm



100 Hz variation courant shunt.  
5 V/cm



10 KHz sortie alimentation.  
1 mV/cm



1 KHz sortie alimentation.  
1 mV/cm



100 Hz sortie alimentation.  
1 mV/cm

Fig. 5b : Réponse de l'alimentation sur une charge capacitive de 220 000  $\mu$ F environ.

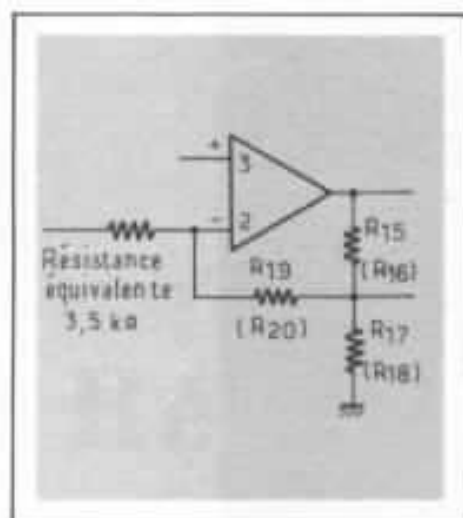


Fig 6 : Exemples types d'application d'une contre réaction pour optimiser le fonctionnement de l'alimentation.

aigu cette superalimentation est beaucoup plus dynamique et très supérieure, ce qui rend la comparaison des registres graves assez difficile. Il semble toutefois que dans le registre extrême-grave le régulateur shunt soit supérieur aux batteries.

Charge capacitive	R <sub>15</sub>	R <sub>17</sub>	R <sub>19</sub>	Observations
2 × 47 000 μF + 15 000 μF	10 kΩ	100 Ω	5,6 MΩ	Donné à titre indicatif
47 000 μF + 15 000 μF	10 kΩ	100 Ω	3,9 MΩ	Peut constituer une solution intermédiaire moins encombrante
15 000 μF	10 kΩ	100 Ω	1,5 MΩ	valeur limite au-dessous de laquelle le circuit perd beaucoup de son intérêt

### En conclusion

Cette étude termine nos recherches sur l'alimentation du préamplificateur kanéda. Nous pensons avoir exposé l'essentiel du problème et donné quelques solutions pratiques qui devraient satisfaire la majorité des audiophiles.

Le principe du régulateur shunt est à retenir. Il devrait donner d'excellents résultats

d'une façon plus générale en technique audio fréquence où le problème du rendement n'est que très secondaire.

Le dossier des alimentations n'est pas clos pour autant. Tout reste à dire et surtout beaucoup à faire sur ce sujet et son application à l'électroacoustique. Nous essaierons, dans la mesure du temps et des moyens disponibles, d'analyser les différents aspects de ce problème.

**Page non  
disponible**



# Réalisation d'une platine de très haute qualité

## 3- Evolution de la contre-platine

*Jean Constant Verdier*

*Voici le troisième et dernier volet de l'étude de J.C. Verdier. Après de nombreuses remises en question et modifications, la platine a trouvé sa forme définitive. L'aventure aura duré près de neuf mois, neuf mois pendant lesquels les divers membres de la rédaction intéressés n'ont pas toujours été d'accord. Les polémiques auront été bénéfiques, puisque la version actuelle fait désormais l'unanimité.*

*Nous ne saurions trop conseiller aux lecteurs ayant des facilités pour la fabrication, qui n'est pas aisé il faut le reconnaître, d'entreprendre cette réalisation. Les résultats sont à la hauteur des moyens mis en œuvre...*

La contre-platine réalisée pour le premier prototype est constituée d'une planche de dural de 300 x 400 mm et de 20 mm d'épaisseur d'un poids de 6,5 kg. Le montage supportant le bras utilise une planche d'épaisseur identique et de dimensions 70 x 300 mm. Les deux pièces sont reliées par des colonnettes de dural de 30 mm de diamètre. Le tout représentant une masse respectable de 8 kg. J'avais

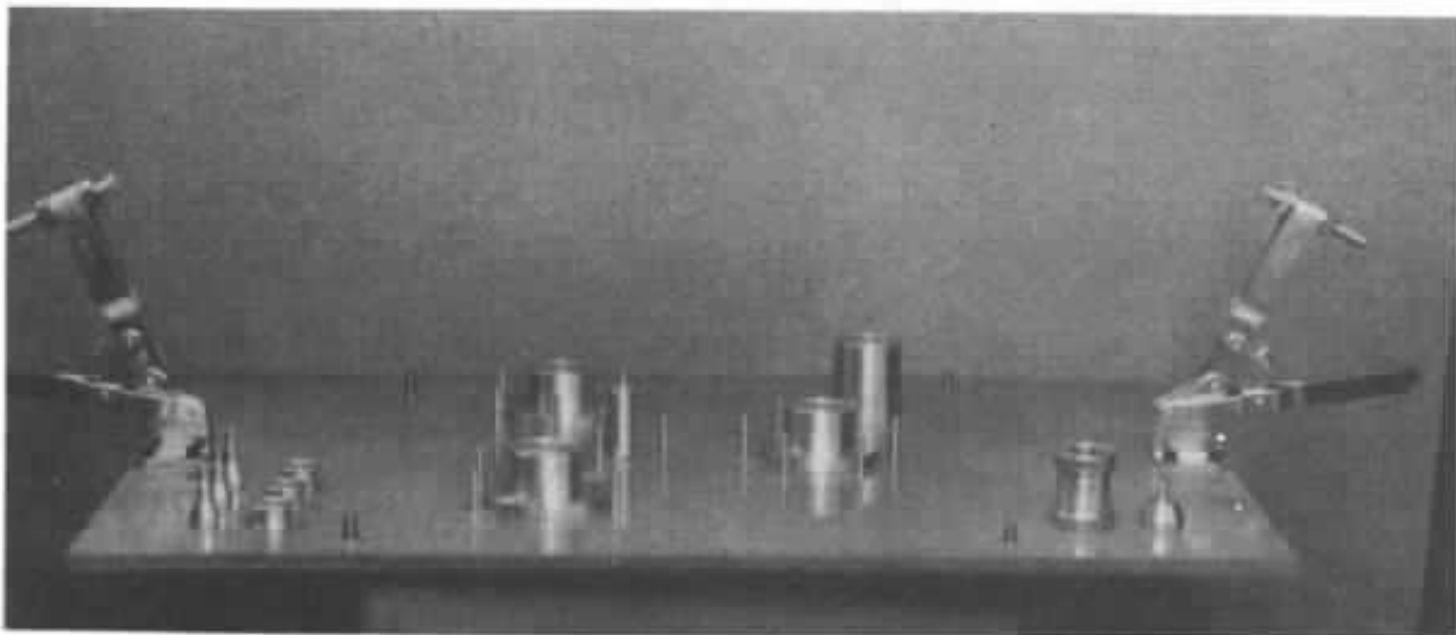
estimé qu'un tel assemblage devait assurer une liaison hautement rigide et inerte entre le plateau et le pivot du bras de lecture. Malheureusement, le résultat pratique est assez décevant en comparaison des moyens mis en œuvre. En effet, l'ensemble du montage rend un son à la percussion et cela plus particulièrement au niveau du pivot du bras.

Cet état de fait gâchait le beau résultat obtenu avec le plateau

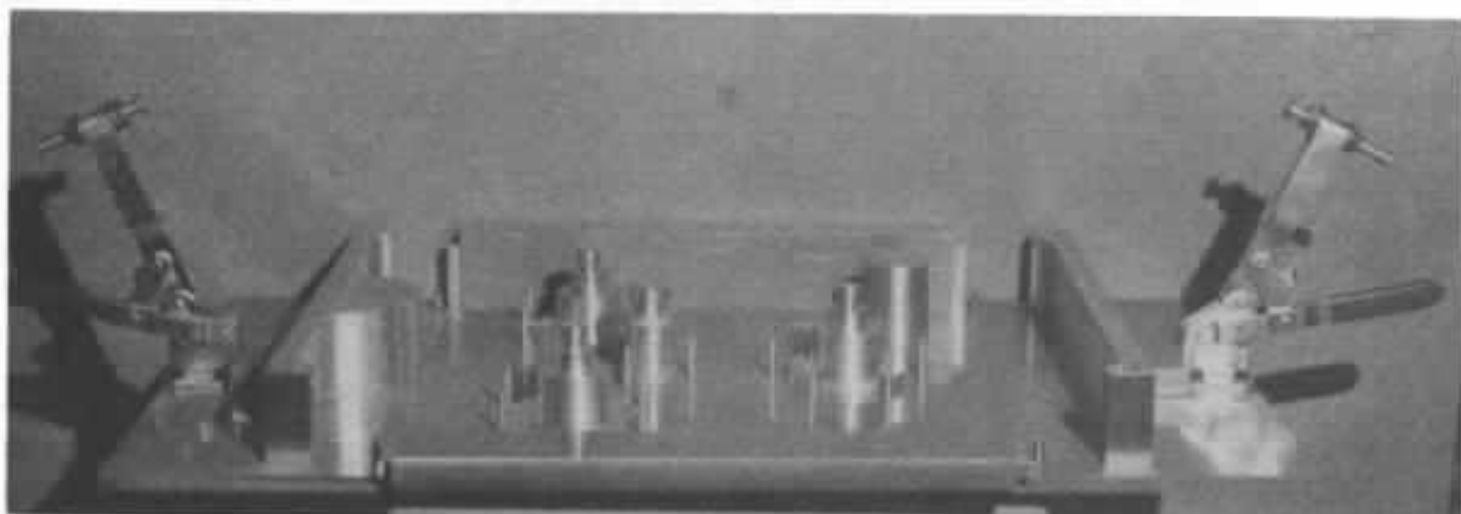
qui, fort de son épaisseur de 60 mm et de sa masse totale de 16 kg, est parfaitement inerte sans qu'il soit nécessaire de l'amortir par un couvre-plateau.

D'autre part, la suspension, bien que satisfaisante, ne pouvait que gagner en qualité en lui adjoignant un amortissement à air.

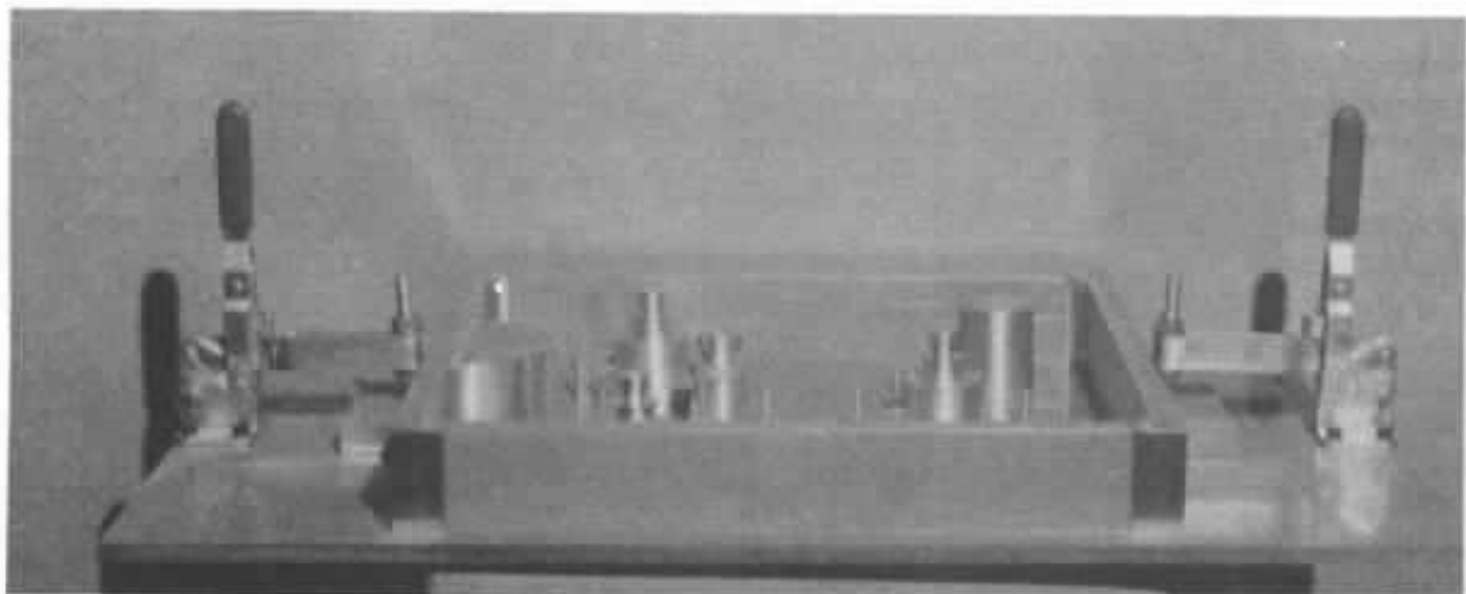
L'étude de la nouvelle contre-platine a donc pris en compte ce critère supplémentaire.



*Fig 1 : Moule métallique utilisé pour la réalisation de la contre-platine en granito. En A, fond du moule portant en relief les empreintes qui viendront en creux dans la pièce.*



*En B, montage des inserts qui resteront prisonniers du ciments après démoulage.*



*En C, moule complètement assemblé prêt pour la coulée.*

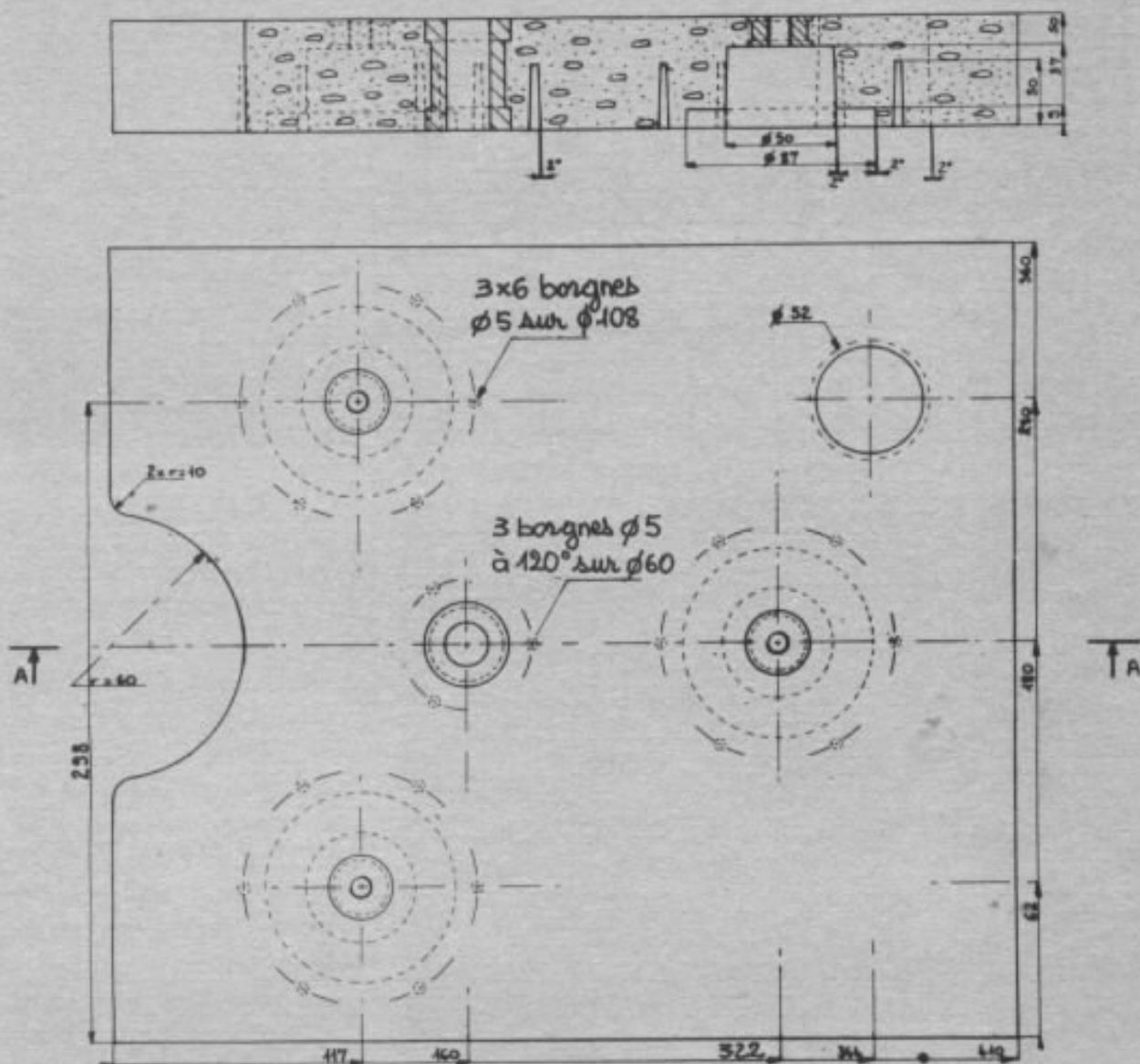


Fig 2 : Plan d'exécution de la contre-platine.

### Dimensions et choix du matériau

Comme pour le plateau, il s'avère que le choix des proportions entre l'épaisseur et les autres cotes (longueur, largeur) est la clé d'un comportement neutre. D'ailleurs, le projet d'insérer des amortisseurs à air dans la masse du socle conduit à adopter une épaisseur impor-

tante. C'est finalement une épaisseur de 50 mm qui sera retenue pour l'exécution de la maquette.

J'ai tout de suite renoncé à exécuter cette nouvelle contre-platine en dural usiné dans la masse et cela en raison de l'impossibilité matérielle de monter une pièce aussi importante sur ma trop modeste frai-

seuse. Par contre, et bien que cela puisse sembler un paradoxe, je n'ai pas hésité à me lancer dans la réalisation d'un moule métallique. En effet, j'ai eu un véritable coup de foudre envers un matériau généralement utilisé pour la décoration en bâtiment : le marbre reconstitué ou « grinito ». Ce matériau est constitué d'éclats de marbre liés entre eux

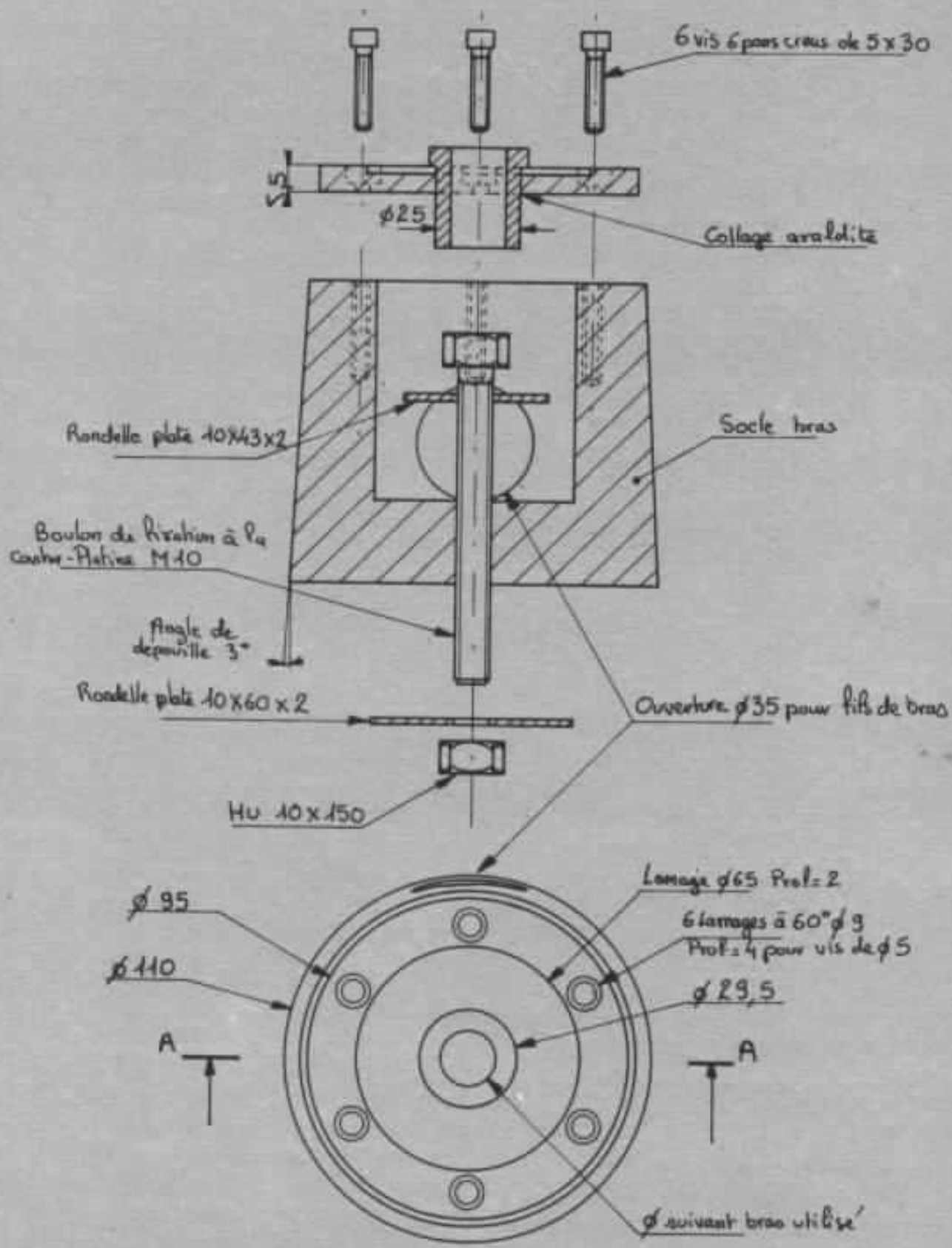


Fig 6 : Dessin d'exécution du support de bras.





Fig 4 : Détail d'un pied amortisseur. La partie filetée supérieure se visse dans l'insert de la contre-platine et permet le réglage en hauteur.

par du ciment. Pour obtenir une pièce, il suffit de couler le mélange dans un moule et d'attendre la prise. Eventuellement, une finition excellente peut être réalisée si l'on prévoit une surépaisseur de 2 mm et un meulage (les spécialistes disent grésage) destiné à éliminer la croûte et à faire apparaître les éclats de marbre polis (cette dernière opération ne peut être réalisée que dans un atelier spécialement équipé). Ce matériau est bien plus intéressant que du simple béton. En effet, la juxtaposition des éclats de marbre de qualité et d'orientation différentes crée un grand nombre de solutions de continuité qui s'opposent à la formation d'ondes stationnaires.

Le moule réalisé, véritable mécano, peut être modifié très facilement, notamment pour changer la répartition des masses en vue d'atteindre le meilleur équilibre (même pression sur chacun des ressorts de la suspension en trois points).

## L'amortissement

La suspension pose toujours un dilemme au concepteur. La meilleure isolation jusqu'aux fréquences les plus basses est obtenue par des ressorts non amortis et très souples. En contrepartie de cet avantage, l'ensemble suspendu est en perpétuelle instabilité et l'usage de l'appareil est mal commode. Pour remédier à ce défaut, il faut disposer un amortissement. Le plus souvent est utilisé à cette fin du caoutchouc mousse disposé à l'intérieur des ressorts. L'effet

Des évidements cylindriques obtenus par moulage dans l'épaisseur de la contre-platine servent de chambre à air. Des pistons, solidaires de la base des ressorts, peuvent se mouvoir librement aux extrémités inférieures de ces chambres auxquelles ils sont reliés par l'intermédiaire de joints toriques assurant l'étanchéité, (les pièces utilisées à cet effet sont des suspensions périphériques de haut-parleurs de 12 cm). Le centre de chaque piston est percé d'un trou taraudé de 6 mm dans lequel on

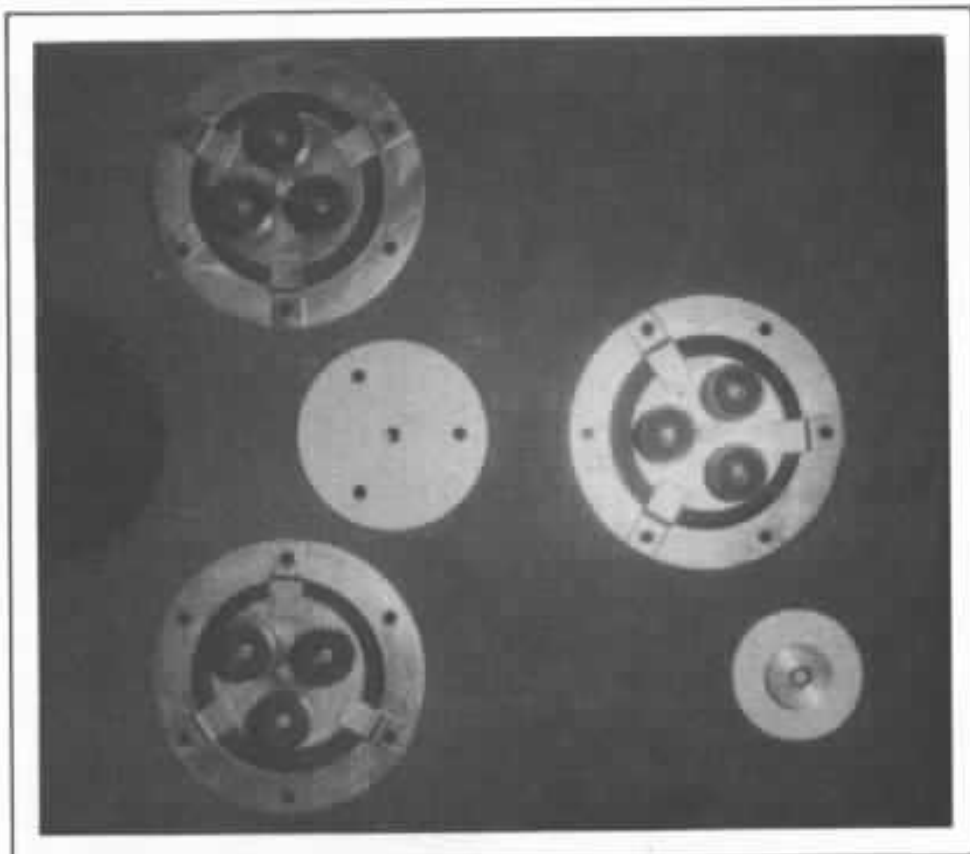


Fig 5 : Vue de dessous de la contre-platine assemblée, montrant les trois pieds de suspension disposés à 180° autour du centre de gravité.

amortissant est facilement atteint, mais au détriment du découplage, la pièce d'amortissement agissant comme un court-circuit vis-à-vis du ressort. La solution que je propose ici n'est pas marquée par cet inconvénient, puisqu'elle n'apporte aucune restriction à la liberté de mouvement de la suspension.

visse un gicleur. Il est ensuite facile de parvenir à l'amortissement critique en faisant varier le diamètre du gicleur.

## Le support de bras

Instruit par mon expérience précédente, le nouveau support de bras a d'emblée été conçu en

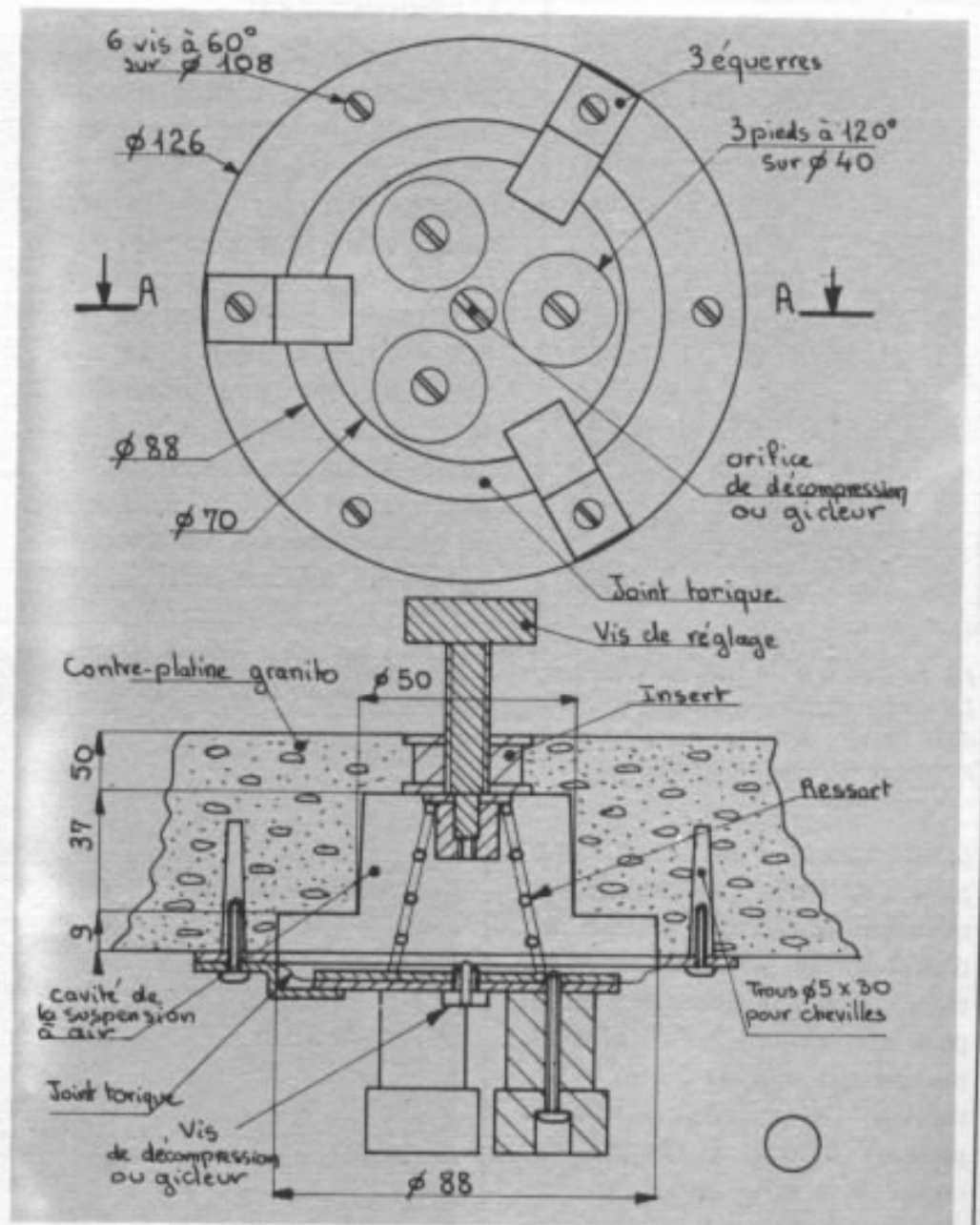


Fig 3 : Vue d'ensemble d'un élément de suspension.

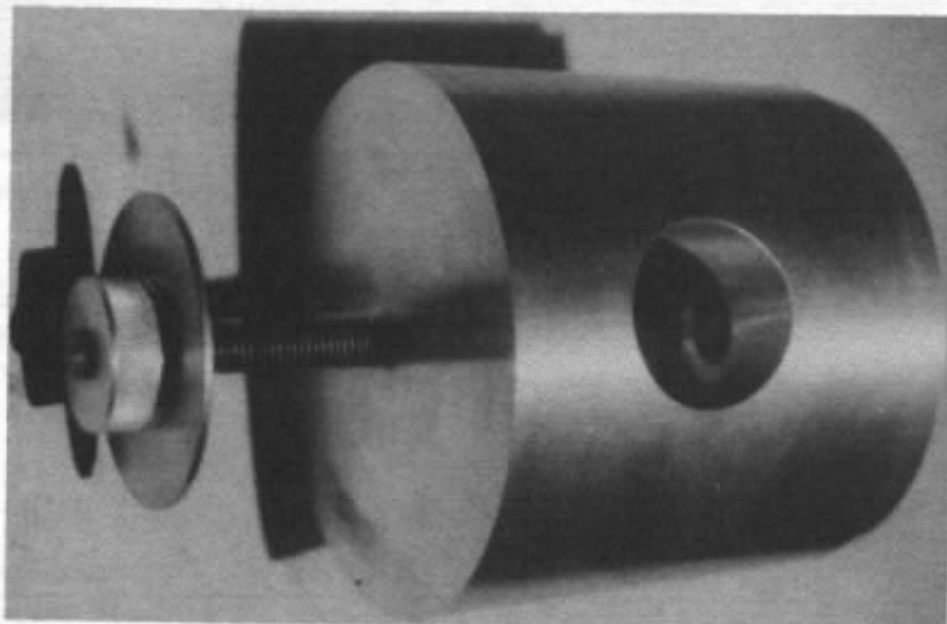
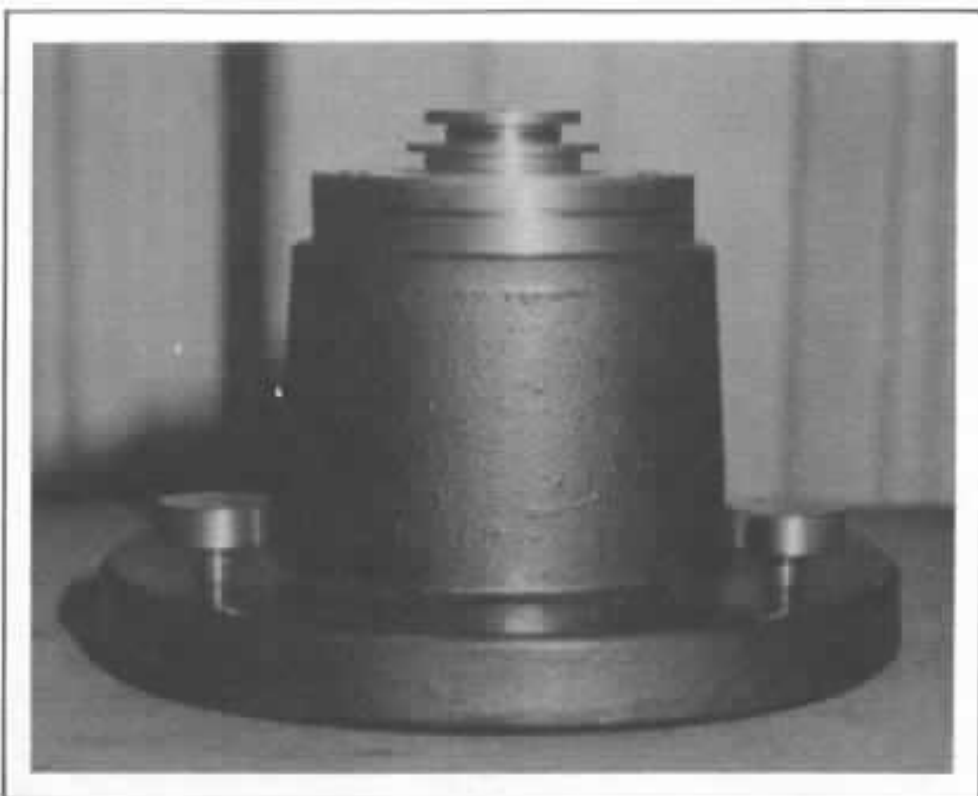


Fig 7 : Le support de bras et sa vis de blocage. Le trou sert au passage des fils de modulation.

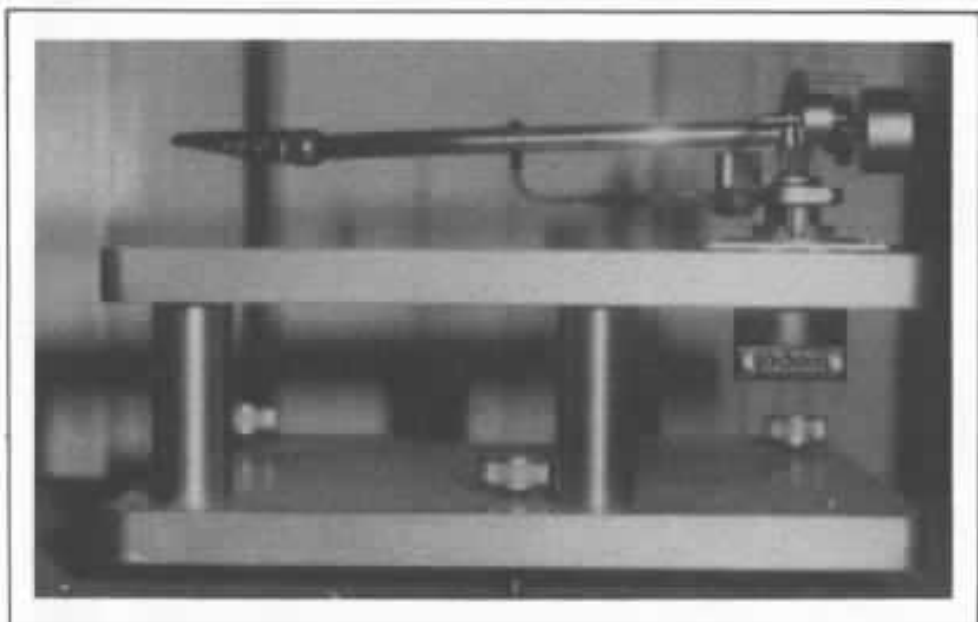
vue d'atteindre le maximum de rigidité. Il est constitué d'un tronc de cône usiné dans la masse d'un jet de dural. La fixation à la contre-platine est obtenue par une vis de gros diamètre traversant complètement cette dernière. Le jeu important entre la vis et le trou de la contre-platine permet d'ajuster la position du bras pour le réglage du dépassement.

### Résultats

Par rapport à l'ancienne contre-platine, le gain de rigidité est énorme et répond entièrement aux espérances. L'amortissement de la suspension accroît le confort d'utilisation et plus que jamais, l'effet Larsen est



*Fig 8 : Modification du moteur et de son support dont la platine a été rehaussée de 10 mm.*



*Fig 9 : Vue de côté de l'ancienne contre-platine. Le porte-à-faux au niveau du montage du bras explique le relatif mauvais fonctionnement.*

minimisé. Ne pouvant être juge et partie, je laisse le soin aux critiques professionnels de rapporter leurs impressions d'écoute. Je remercie les lecteurs de l'Audio-ophile qui ont suivi la série d'articles que j'ai consacrée au délicat problème de la table de lecture.

Je souhaite que ma modeste contribution profite au plus grand nombre possible d'amateurs passionnés d'authentique perfection.

Bien entendu, le débat reste ouvert et c'est avec le plus grand plaisir que j'accueillerai critiques et suggestions.





# Acoustique et conditionnement de la salle d'écoute

## Présentation des problèmes et exemples pratiques

*Gustavo Altieri*

*Le résultat audible d'une chaîne haute-fidélité est fonction du comportement individuel de chaque élément constitutif et de la qualité des rapports entre ces composants. A partir de la pointe de lecture (ou, pourquoi pas, du disque) jusqu'aux enceintes, l'audiophile s'attache à perfectionner les maillons responsables des multiples fonctions de l'ensemble électroacoustique. Cependant, dans la composition d'une chaîne, on ne parle pas très souvent du dernier maillon (sans doute, le plus cher) : la salle d'écoute.*

*Nous envisageons, donc, l'étude des problèmes propres à l'écoute dans une salle de séjour, sur la base des critères fondamentaux de l'acoustique appliquée et des exemples pratiques tirés directement de l'expérience professionnelle.*

### **Introduction au problème pratique de la salle de séjour**

L'audition musicale dans les pièces qui font partie des résidences normales nous confronte à des problèmes de deux types différents qui doivent être traités simultanément, à savoir :

- a) l'obtention des conditions acoustiques nécessaires à une bonne reproduction des signaux enregistrés.
- b) les contraintes extérieures à l'acoustique, dérivées de l'utili-

saion quotidienne de la salle, du mode de vie des occupants et de la relative possibilité d'effectuer des modifications au décor de la pièce.

Bien que notre tendance sera toujours de tenter l'optimisation acoustique du lieu d'écoute, il est très important de bien étudier le deuxième point mentionné, si l'on veut réussir pleinement une installation haute-fidélité. Normalement, l'audiophile cherche des conditions « agréables » pour écouter la musique. Celles-

ci sont obtenues à partir du bon choix des éléments électroacoustiques mais aussi à travers l'établissement d'un environnement en accord avec le plaisir de l'écoute musicale. Quel serait l'avantage obtenu si pour optimiser, du point de vue physique, un signal acoustique, on supprimait le fauteuil préféré du propriétaire de la chaîne ?

Ces contraintes extra-acoustiques nous permettent de classer les salles, que nous trouvons habituellement en trois

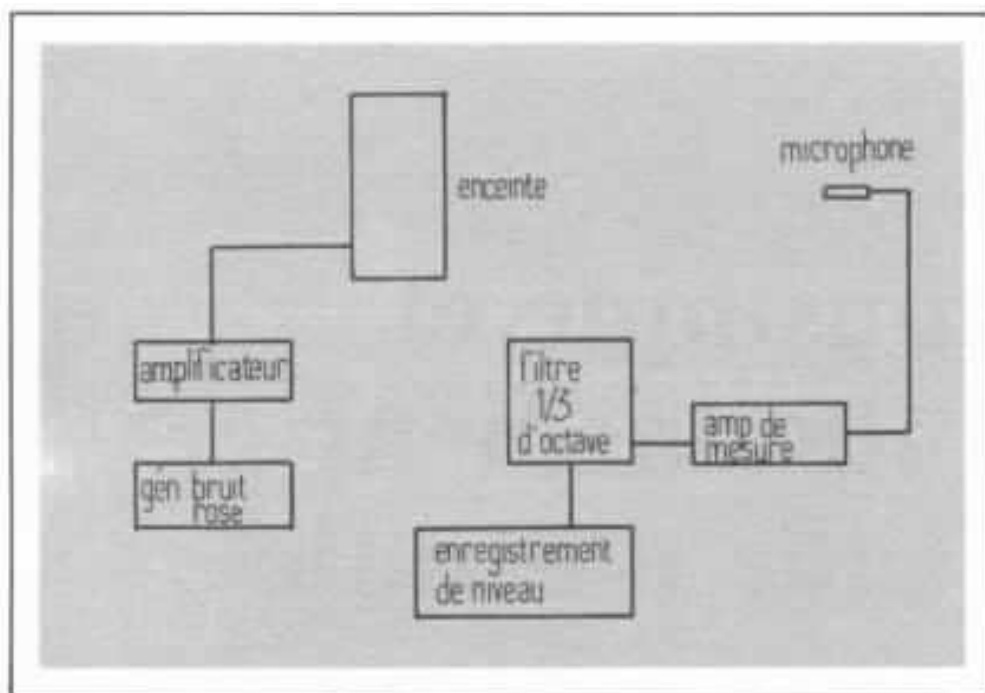


Fig 1 : Dispositif expérimental qui a permis d'obtenir les courbes de réponse de l'enceinte dans une salle normale.

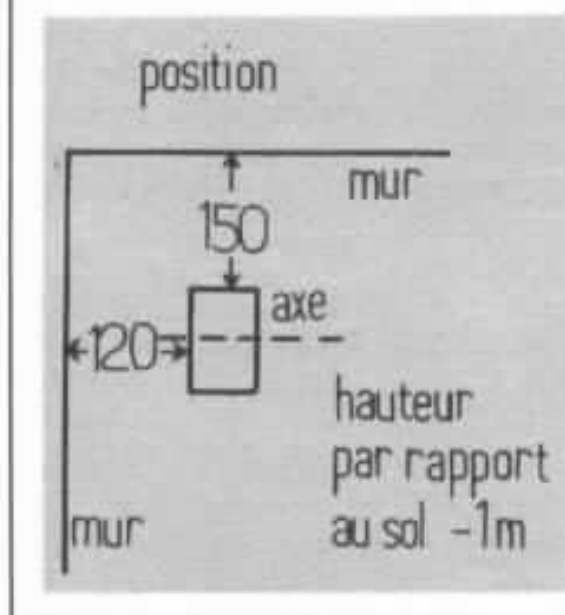
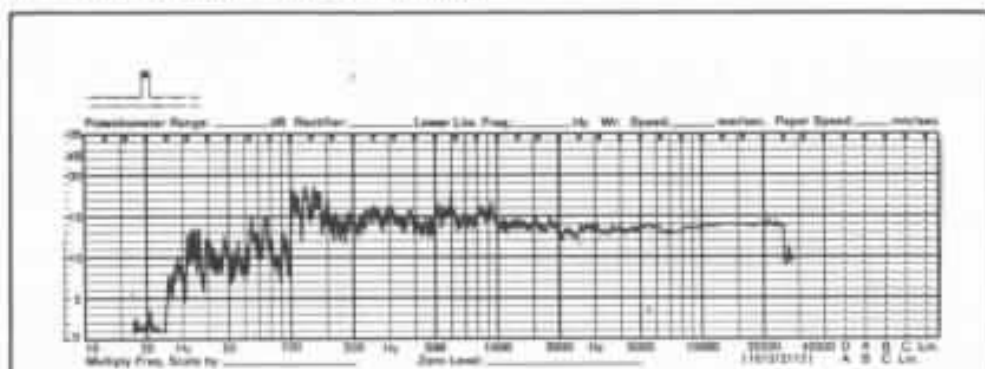


Fig 2 : L'enceinte est surélevée et écartée du mur latéral et du mur du fond. Une dépression apparaît dans la région des basses fréquences, conséquence de la distance établie entre le haut-parleur et le mur du fond.

activités ayant une importance au moins équivalente à l'écoute de la musique. C'est le cas le plus courant, et, généralement, il se traduit par la possibilité de faire des modifications partielles en respectant la présentation globale de la salle.

Le cas qui se situe entre les deux déjà cités est celui qui correspond très souvent aux conditions trouvées chez l'amateur sérieux (peut-être l'audiophile type) : la salle est, sinon pratiquement réservée à l'écoute, du moins destinée à cette activité qui constitue une partie importante des loisirs du propriétaire.

Ici, la chaîne occupe une position privilégiée dans la maison. Cependant, pour des raisons diverses, la salle doit aussi abriter des éléments étrangers aux matériaux dits « acoustiques ».

C'est le cas des meubles, qu'on ne peut pas déplacer ni supprimer, des fenêtres que l'acousticien n'a pas le droit de cacher, ou des bibliothèques qui prennent leur place dans la même salle (cas très fréquent chez les audiophiles, ce qui démontre qu'un type de voie de transmission culturelle apparaît souvent associée à une deuxième, dans une heureuse complémentarité).

c) la salle fait l'objet d'une décoration très rigide, et, malgré une sensibilité certaine pour la qualité musicale, de la part du propriétaire, aucune modification n'est envisageable. Dans ce cas, où généralement l'emplacement le plus judicieux des enceintes constitue un problème majeur, à partir (comme dans tous les cas) du choix du matériel le mieux adapté, seuls les moyens électroniques de correction de salles peuvent venir au secours de l'amateur.

catégories correspondant aux possibilités et à la personnalité des propriétaires :

a) la salle est construite autour de la chaîne. La seule limitation

pratique est d'ordre budgétaire et elle détermine le type et l'ampleur des travaux de conditionnement acoustique.

b) la salle est destinée à d'autres

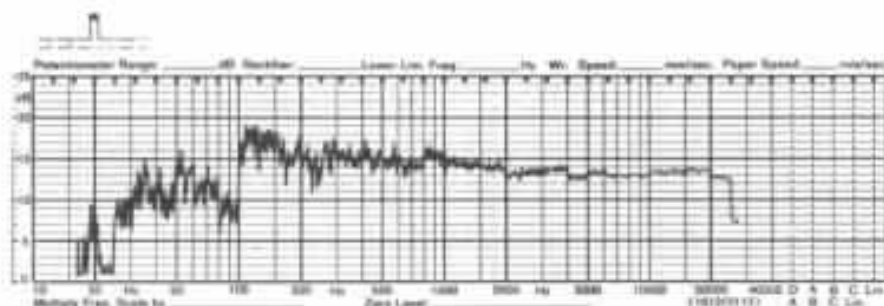


Fig 3 : L'enceinte est surélevée par rapport au sol, écartée du mur latéral et légèrement séparée du mur du fond. La dépression observée dans le cas antérieur est compensée.

ablement la réponse d'une enceinte et, par conséquent, la qualité de l'image sonore globale.

### Les enceintes dans la salle d'écoute

La courbe de réponse d'une enceinte placée dans une ambiance fermée dépend de l'enceinte et des propriétés physiques de l'espace clos. C'est ainsi que la courbe obtenue dans une chambre sourde correspond aux seules propriétés de l'enceinte, puisque, **dans les conditions optimales**, la chambre sourde présente une analogie avec le champ libre. La courbe ainsi obtenue ne « parle » pas du comportement du transducteur électroacoustique dans des conditions d'utilisation normales, où la salle et la position de la source dans celle-ci ont une influence prépondérante. A des

Fixons notre but : l'optimisation d'une salle pour les besoins de l'écoute musicale en différé, avec les contraintes rencontrées sur le chemin acoustique. Notre démarche sera la suivante :

- description d'exemples pratiques de solutions trouvées dans les cas signalés.

- révision des principes fondamentaux qui orientent le conditionnement acoustique des salles ordinaires.
- utilisation de ces principes dans la résolution de problèmes trouvés dans la réalité.
- considérations pratiques pour améliorer les salles à l'aide de matériaux et de faciles méthodes d'application faciles.

Cependant, avant d'aborder le traitement systématique de notre étude, il nous semble intéressant de regarder comment une salle normale peut modifier considé-

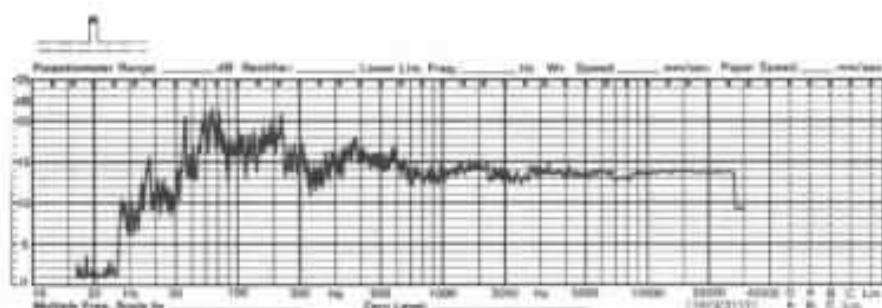


Fig 4 : Dans les nouvelles conditions, le renforcement au niveau des basses fréquences est très considérable.

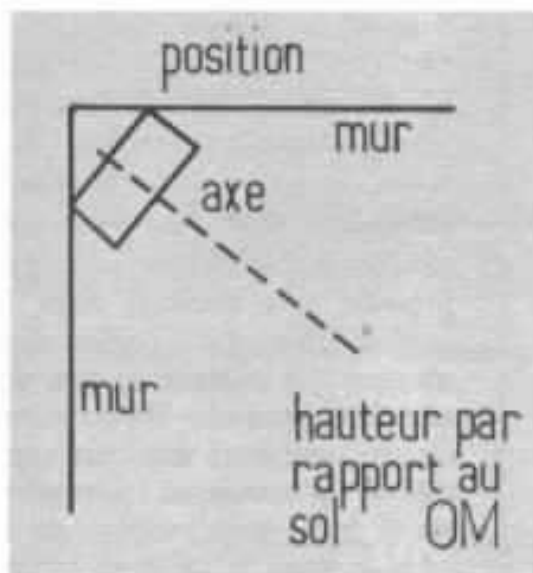
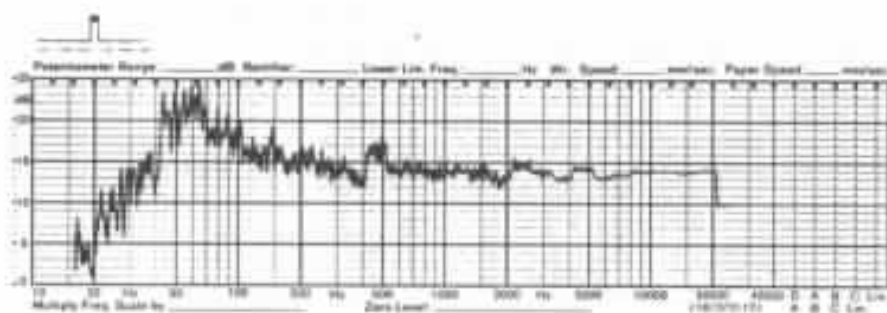


Fig 5 : Enceinte en encoignure . La plage de 50 à 100 Hz se montre exceptionnellement relevée. La coloration obtenue est plus évidente.

fréquences très basses, l'importance de ces phénomènes d'interaction sont facilement détectables, mais, à des fréquences plus élevées, les modifications apportées par la pièce sont aussi dignes d'attention. Nous savons qu'au-dessus d'une fréquence :

$$f_c = 2000 \sqrt{\frac{T}{V}}$$

On peut considérer le champ acoustique comme étant relativement homogène dans une salle possédant un temps de réverbération T et un volume V. Dans ces conditions, la réponse en pression correspond à l'expression suivante :

$$L_p = L_w + 10 \log \left( \frac{Q}{4 \eta r^2} + \frac{4}{R} \right)$$

$$\text{où } R = \frac{S \bar{\alpha}}{1 - \bar{\alpha}}$$

$\alpha$  = coefficient d'absorption moyen  
 $S$  = surface totale des parois  
 $L_w$  = niveau de puissance acoustique de l'enceinte  
 $r$  = distance du microphone à la source

Q = facteur de directivité de l'enceinte dans la direction établie.

En chambre sourde, la courbe de pression dans l'axe suit l'expression :

$$L_{p0} = L_w + 10 \log \frac{Q}{4 \eta r^2}$$

Ici, le facteur de directivité Q est à l'origine des déséquilibres entre  $L_{p0}$  et  $L_w$ . Dans la salle normale on a vu que d'autres facteurs influencent le résultat.

Mais, aujourd'hui, nous nous limitons volontairement à rentrer en contact avec le problème, et, pour cette première approche, nous donnons la forme des courbes obtenues dans une même salle pour différentes positions d'une enceinte de dimensions moyennes, par rapport au mur de fond, au mur latéral et au sol. Les figures 2, 3, 4 et 5 montrent les résultats de nos expériences obtenus existant les haut-parleurs au moyen de bruit rose, selon le dispositif décrit dans la figure 1 (distance enceinte-microphone = 1 m). Pour sa part, la figure 6 représente un résumé des réponses à basse fréquence, où il est facile d'aperce-

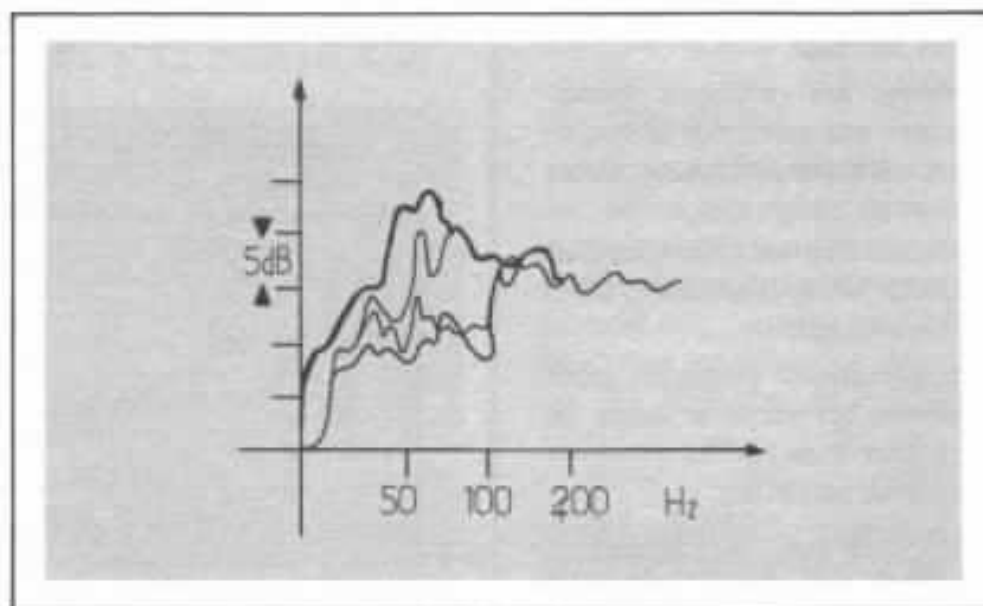


Fig 6 : Superposition schématique des courbes obtenues dans les conditions des figures 2, 3, 4, et 5.



voir les énormes différences de niveau dérivées de l'effet des murs environnants.

L'expérience a aussi été faite, en régime permanent. Dans ces conditions, les accidents de la courbe sont beaucoup plus marqués, à l'inverse de l'analyse en bruit rose qui permet d'apprécier les grandes variations en supprimant les accidents partiels qui posent des problèmes sérieux lorsqu'on veut établir un rapport entre la courbe et les particularités d'écoute. Nous avons donc conservé les analyses qui nous semblent les plus représentatives.

Cette étude met en évidence l'importance du placement des enceintes dans une salle possédant des caractéristiques qui sont indépendantes du transducteur. En effet, dans une pièce présentant des propriétés acoustiques bien connues, le résultat final peut être très variable en fonction de l'interaction physique avec les enceintes. Nous avons montré les modifications de la courbe de réponse avec les conséquences imaginables ; mais il ne faut pas oublier d'autres paramètres propres aux haut-parleurs, comme la directivité, qui débouchent sur des résultats audibles bien particuliers, en dépendance avec la géométrie, la nature et la distribution des matériaux qui constituent la salle.

### Trois exemples des trois critères d'adaptation d'une salle

#### • 1er exemple

Notre premier exemple porte sur une pièce destinée exclusivement à l'écoute musicale. Les revêtements, les matériaux et le mobilier sont choisis et placés selon les besoins de l'acoustique. La pièce existait avant l'installation de la chaîne en tant que salle

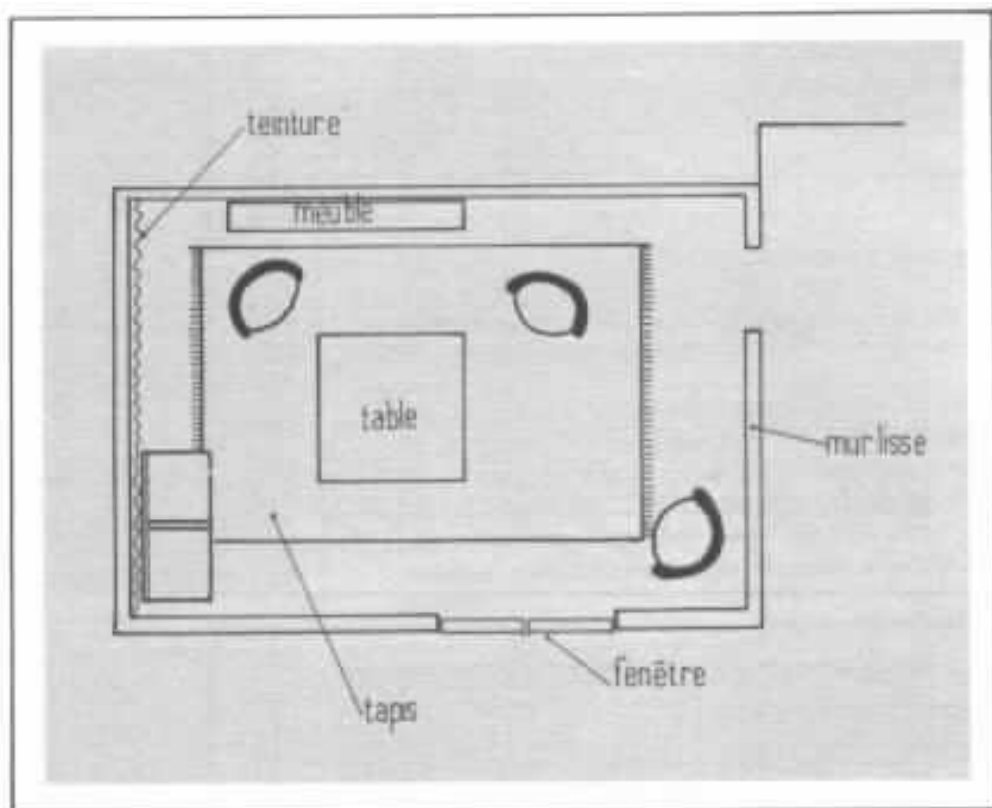


Fig 7 : Salle de séjour normale avant d'être convertie en salle d'écoute. De profonds travaux d'insonorisation et de conditionnement ont été effectués.

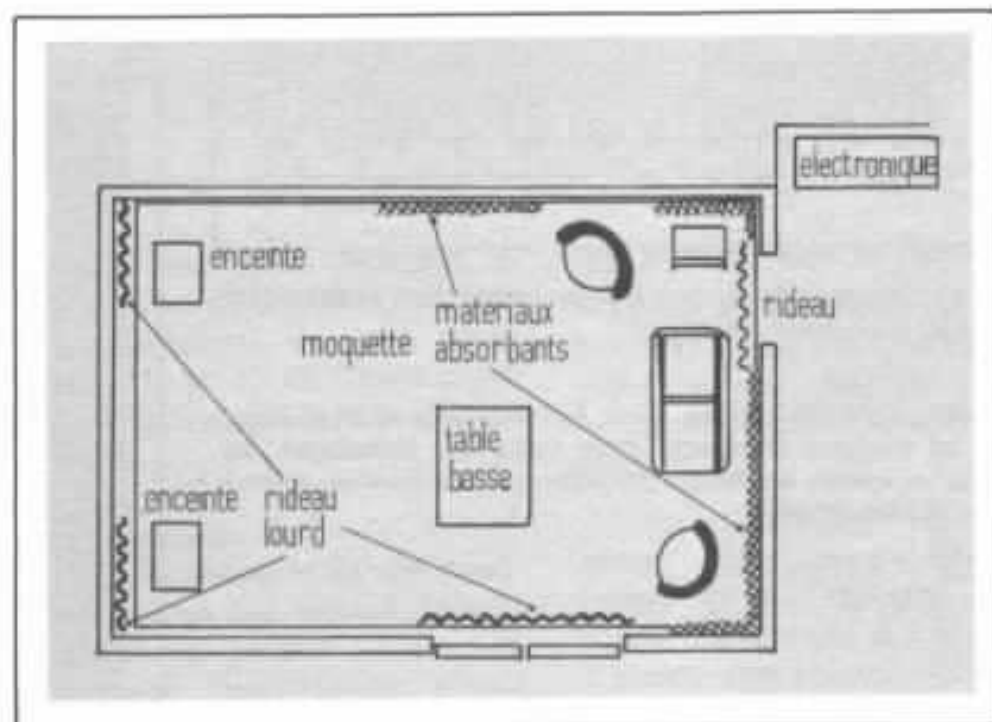


Fig 8 : La salle a été spécialement adaptée pour l'écoute de la musique. Complémentairement, un écran est placé entre les enceintes. Il permet la rapide conversion de la pièce en salle de projection.

de séjour traditionnelle. L'état primitif de la salle est montré en figure 7. Signalons qu'elle a été aussi l'objet d'un traitement adéquat d'insonorisation permet-

tant un niveau d'écoute important, sans crainte de gêne.

Les modifications apportées sont indiquées dans la figure 8. La pièce, originalement trop

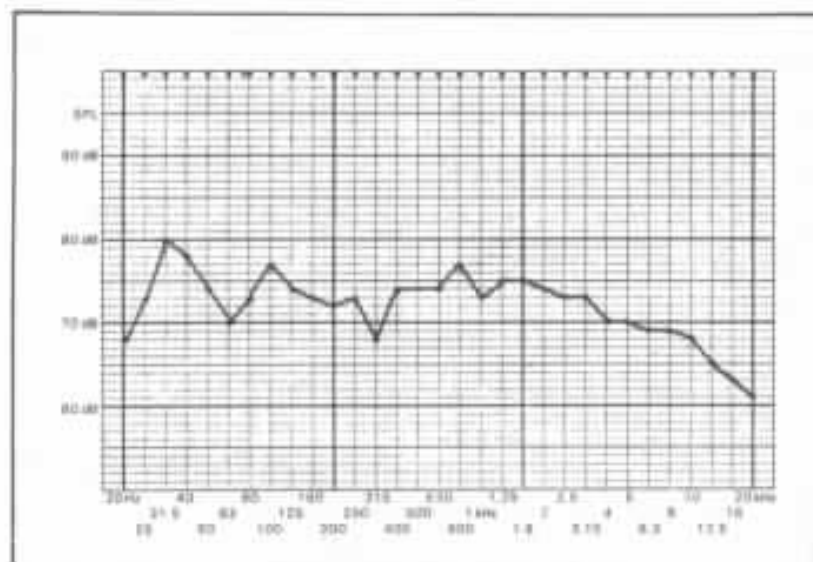


Fig 9

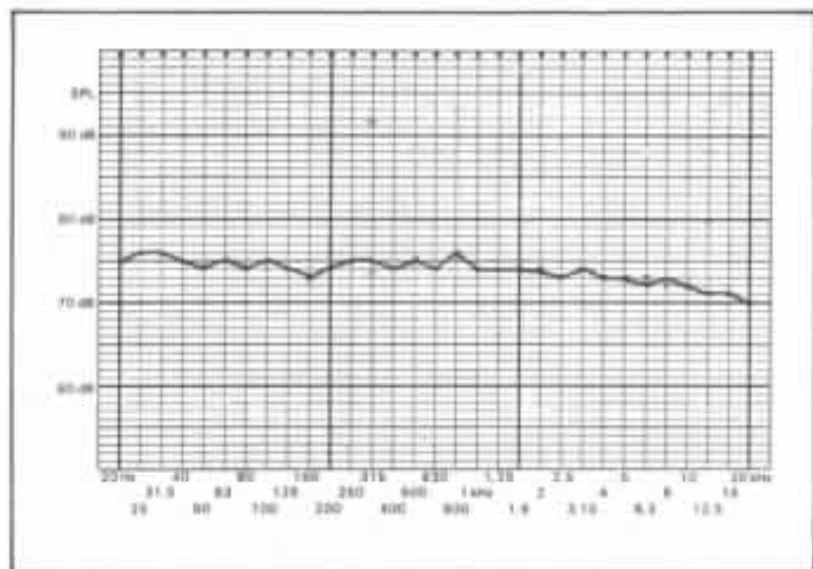


Fig 10

Fig 9 : Courbe obtenue dans le futur auditorium, avant les travaux de traitement acoustique.

Fig 10 : Après les travaux, nous avons obtenu ce résultat qui met en évidence la réussite d'un traitement acoustique. La pente, au niveau des hautes fréquences, s'est montrée comme étant la plus agréable.

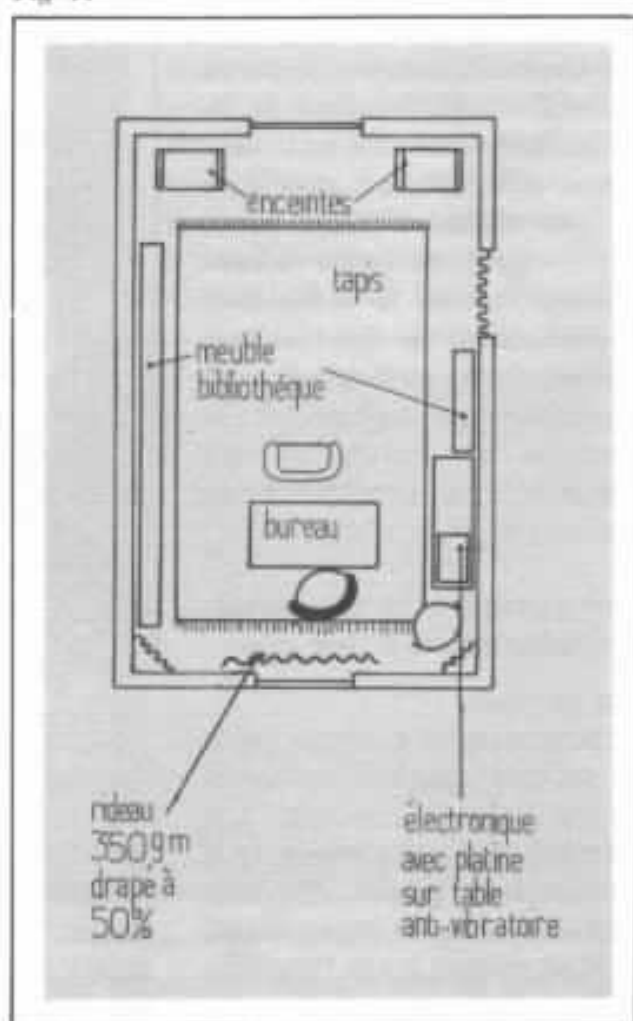
Fig 11 : Salle adaptée à l'écoute musicale, tout en conservant sa vocation de pièce de travail. Le nombre très important de livres a été distribué d'une manière adéquate, ces derniers fonctionnant comme éléments de conditionnement acoustique. La platine est associée à une table anti-vibratoire pour éviter les conséquences de l'effet Larsen.

amortie, présente maintenant un temps de réverbération de 0.7s et le champ sonore se montre homogène. Au niveau de l'auditeur, la courbe de réponse obtenue avec les deux enceintes en fonctionnement est celle de la figure 9. Après les travaux, l'équilibre est quasi parfait (figure 10). Toute l'électronique de la chaîne se trouve dans une pièce accessoire, à l'abri de l'effet Larsen qui devient inexistant dans cette installation.

#### • 2ème exemple

Le deuxième exemple correspond au cas d'un audiophile, habitant un appartement de faibles dimensions, qui a logé sa chaîne dans une salle de travail où se trouvait un nombre très important de livres placés dans des meubles de types différents. Le schéma final (figure 11) nous

Fig 11



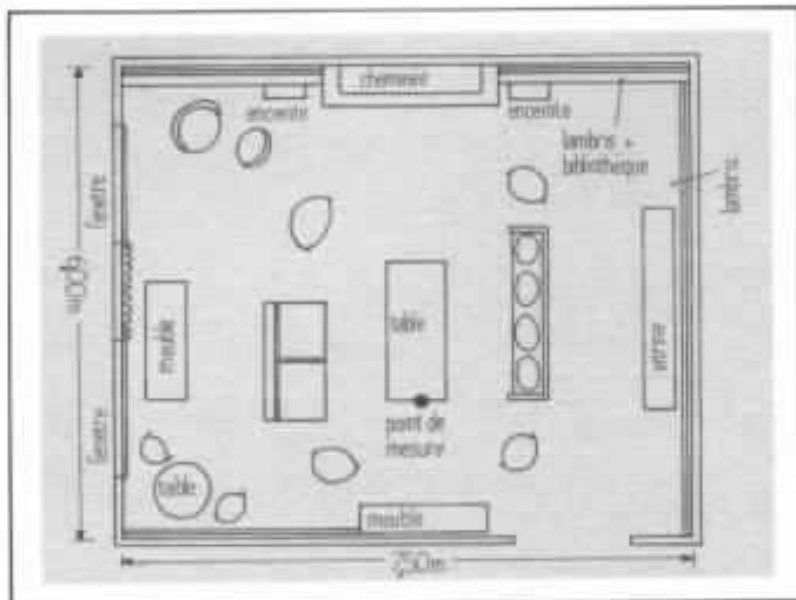


Fig 12 : Salle possédant une décoration rigide et luxueuse. Aucune modification n'est envisageable. On a fait appel à la correction électronique, après l'obtention des résultats montrés dans la figure suivante.

Fig 13 : Réponse de l'ensemble enceintes-salle, dans la salle montrée dans la figure 12. Les commentaires ne sont pas nécessaires au sujet de cette courbe catastrophique.

Fig 14 : Après correction électronique, la courbe de la figure 13 s'est transformée en ce résultat qui est à l'origine d'une qualité d'écoute très acceptable. Cependant, l'optimisation physique n'était pas coincidente avec le goût de l'amateur qui a modifié complètement les réglages dérivés de la mesure.

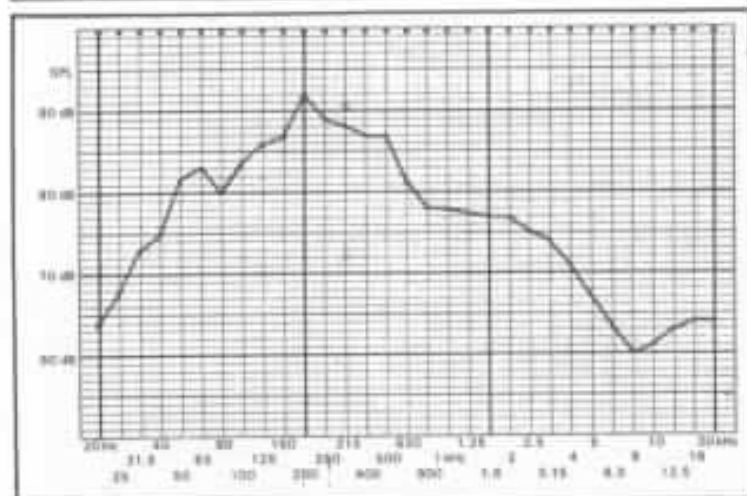


Fig 13

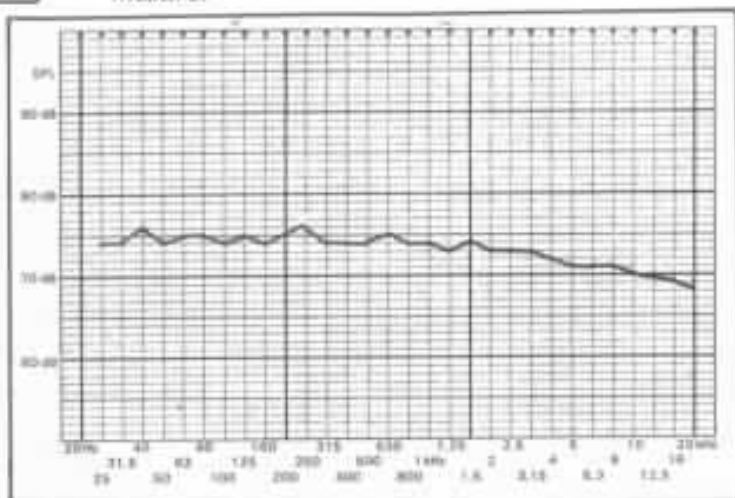


Fig 14

montre une salle qui a conservé sa vocation de lieu de travail. On a ajouté le rideau du fond de la pièce, et, ce qui constitue l'originalité de l'installation, les livres ont été rangés dans des meubles spéciaux et sont distribués de telle manière qu'ils travaillent comme surfaces diffusantes ou réfléchissantes, en accord avec des éléments absorbants. L'utilisation des livres comme « matériaux acoustiques », bien que constituant une solution intéressante au problème présenté, a eu un inconvénient inattendu pour le propriétaire de la chaîne : l'exigence d'une certaine discipline dans le rangement ! La platine s'est montrée sensible à l'effet Larsen et, devant l'impossibilité de modifier les emplace-

ments des divers éléments, la solution a été d'utiliser une table anti-vibratoire du type décrit dans le n° 12 de l'Audiophile. Les résultats ont été très satisfaisants.

### • 3<sup>e</sup> exemple

Le troisième et dernier exemple est un cas typique de salle richement décorée (figure 12). Aucune modification n'était possible. Cependant, la courbe de la figure 13 est un bon indice pour révéler des conditions d'écoute assez catastrophiques. Le temps de réverbération à 500 Hz est de 0.5s. Le volume de la pièce est de 120 m<sup>3</sup>.

Après correction électronique, à l'aide d'un égaliseur non paramétrique, on a obtenu les résul-

tats indiqués dans la figure 14. L'écoute est acceptable après le redressement d'une courbe qui présente une différence de niveau de 34 dB entre les points extrêmes.

Pour l'anecdote, quelque temps après avoir effectué l'étude et les réglages, nous avons rendu visite à l'heureux « auteur » qui écoutait, satisfait, sa chaîne avec un réglage de l'égaliseur qui ne correspondait en rien aux résultats d'analyse...

Comme nous vous l'annonçons plus haut, dans de prochains articles nous expliquerons le fonctionnement acoustique des salles d'écoute et les méthodes et critères qui permettent les corrections.

**Page non  
disponible**



# Notre installation au Victor Hugo

*Gérard Chrétien-Jacques Mahul*

*En mars dernier, suite à la demande grandissante de nos lecteurs, nous avons pris l'initiative de mettre en démonstration les diverses réalisations qui ont fait l'objet d'investigations et de descriptions dans nos colonnes. Aussi, nous avons pensé que le lecteur serait intéressé de connaître les problèmes que nous avons rencontrés à cette occasion, et, surtout, comment nous avons pu les résoudre pour obtenir une restitution de qualité.*

La décision d'organiser cette manifestation, fut prise au début de février par les divers membres de la rédaction. Il nous a semblé très important de concrétiser nos dires et nos articles par des écoutes, car c'est tout de même, ne l'oublions pas, la finalité.

Nous disposions, les uns et les autres, des divers maillons : préamplificateurs, amplificateurs, bras, cellules, enceintes. Cependant, chacun de ceux-ci était un prototype revu et corrigé à maintes reprises. Aussi, n'étaient-ils pas très présentables pour une manifestation publique... En outre, le système

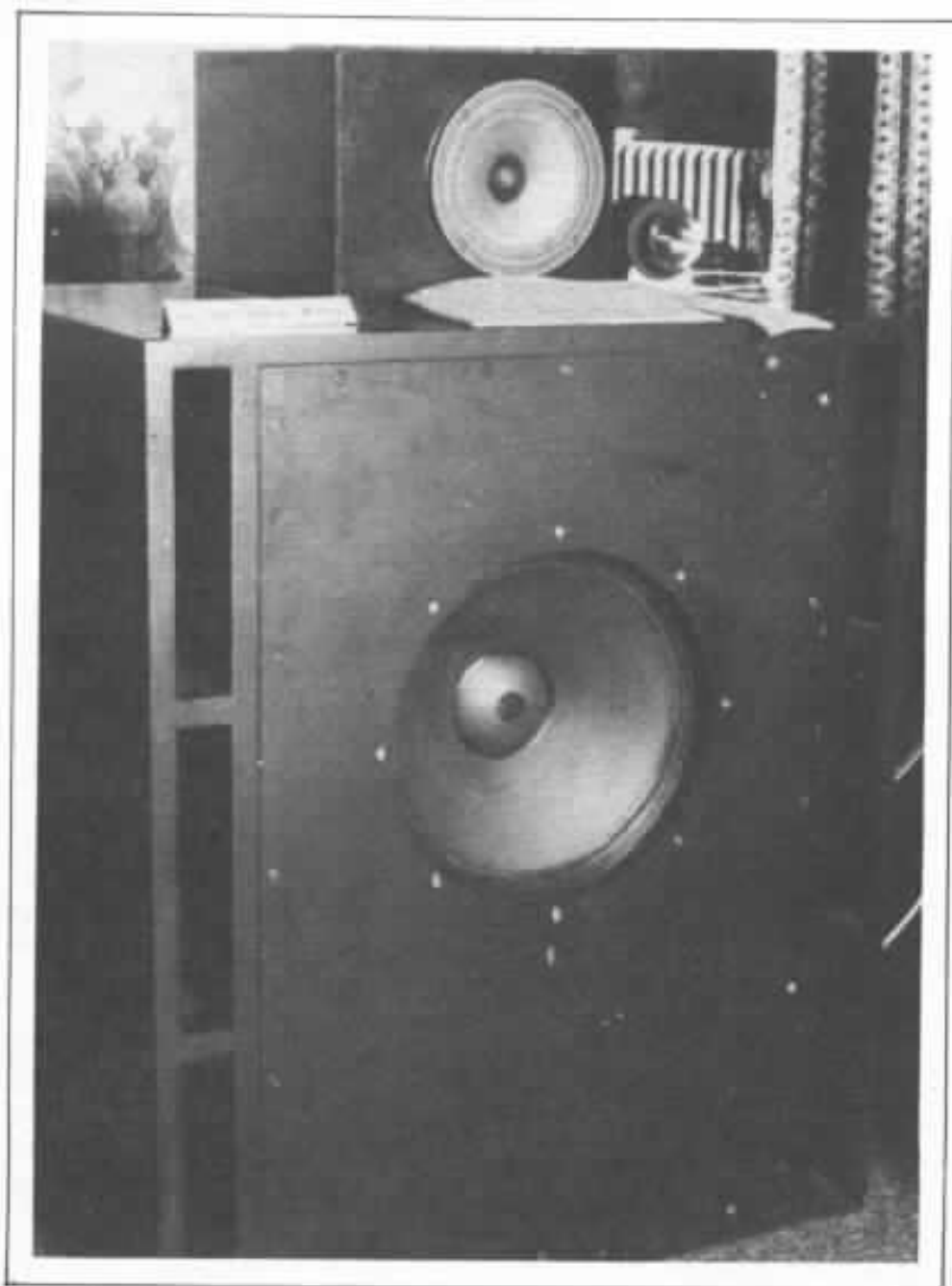
Onken dont nous disposons, est installé en étage et son transport n'est pas sans soulever quelques problèmes. Nous avons donc décidé de fabriquer pour la circonstance un système qui tienne compte des dernières améliorations, rendues nécessaires par les spécifications quelque peu différentes des haut-parleurs de médium en particulier, comme nous le mentionnons plus loin.

La platine, quant à elle, après maints perfectionnements, arrivait dans sa phase définitive. Toutefois, le nouveau moule de la contre-platine (cf article de J.C. Verdier dans ce numéro)

était en cours de fabrication. Les délais furent donc très serrés. Heureusement, les résultats furent à la hauteur de nos espérances et la platine fut prête une semaine avant la manifestation.

L'électronique pour le préamplificateur et l'amplificateur Hiraga n'a pas posé de problèmes majeurs, puisque nous disposions des châssis définitifs. Le châssis, dans une réalisation, est l'élément qui prend le plus de temps et qui est le moins intéressant à fabriquer, comme le sait sans doute le lecteur.

Par ailleurs, pour le préamplificateur Kanéda, nous tenions à



*Système Onken-Mahul tel qu'il se présentait le dernier jour d'écoute. Le tweeter a été placé latéralement dans ces conditions, ce n'est pas toutefois un cas général.*

mettre en démonstration plusieurs alimentations pour que les lecteurs puissent effectivement réaliser l'influence de celles-ci, sur le comportement global. Cela pour étayer les articles de Guy Marec.

Le local restait notre seul point d'interrogation. Sachant que celui-ci avait été loué pour la circonstance, les possibilités d'intervention étaient très limitées.

En fait, l'installation et le réglage du système Onken-Mahul se sont effectués en deux temps.

#### **Installation et réglage du système Onken-Mahul**

Tout d'abord, nous avons procédé à un premier réglage dans un local semi-réverbérant qui n'était pas celui du Victor Hugo.

Après avoir tapissé l'intérieur du caisson Onken de sa couche de feutre et avoir disposé le rideau, nous avons essayé successivement un 416A et un 416B. Ces essais ont été effectués de façon à faire la lumière sur ce sujet et à éclairer le lecteur qui désirerait réaliser un caisson Onken, mais qui bute malheureusement sur l'utilisation d'un haut-parleur en voie de disparition. Le 416B animé par un moteur ferrite se différencie de la version à moteur ticonal 416A essentiellement par un niveau en bas-médium 150 à 500 Hz légèrement supérieur (à peine 1 dB) et un extrême grave très légèrement plus amorti (1 dB de moins à 50 Hz). Ces constatations nous amènent à conclure que le remplacement de l'un par l'autre n'entraînera pas une perturbation notoire. Ceci est confirmé auditivement. En effet, le 416B fournit des graves un peu plus secs et définis et un bas-médium plus ample. Dans certaines conditions, le 416B sera même un meilleur choix, surtout dans des locaux d'écoute de petites dimensions et évitera parfois de devoir isoler cet énorme caisson du sol avec des rondelles de feutre ou de caoutchouc.

Ceci dit, nous avons conservé à la suite de notre écoute au Victor Hugo, la paire de 416A que nous avons eu beaucoup de mal à nous procurer.

Quand nous sommes passés au médium-aigu, les surprises n'ont pas manqué. En effet le médium Audax HD 17 HR 37 a évolué en 6 mois plus rapidement que le LE8T de Lansing en dix années. Si dans les premiers

échantillons la courbe de réponse était très légèrement plongeante dans les aigus, ce qui n'était pas sans poser quelques problèmes de définition en haut-médium, celle-ci est maintenant résolument ascendante. Le tout est accompagné d'une élévation

notoire du rendement. Par rapport aux premiers sortis en mars 79, le niveau est en augmentation de 1,5 dB à 1000 Hz et de pas moins de 4 dB à 5 000 Hz, et en minimum de 1 dB à 50 Hz. Le rendement global de ce haut-parleur en bruit rose est de l'ordre de 98-99 dB. La partie médium du système Onken-Mahul souffrant d'un petit manque en haut-médium, trouve là, a priori, une évolution favorable. Cependant, la réponse impulsionnelle est corrélativement modifiée et le temps de montée apparaît plus bref. Le tweeter Fostex T925 a, lui aussi, évolué dans ses caractéristiques. Son rendement est en augmentation de +1 à 1,5 dB en moyenne, et sa courbe de réponse diffère : la résonance a monté et la réponse en fréquence

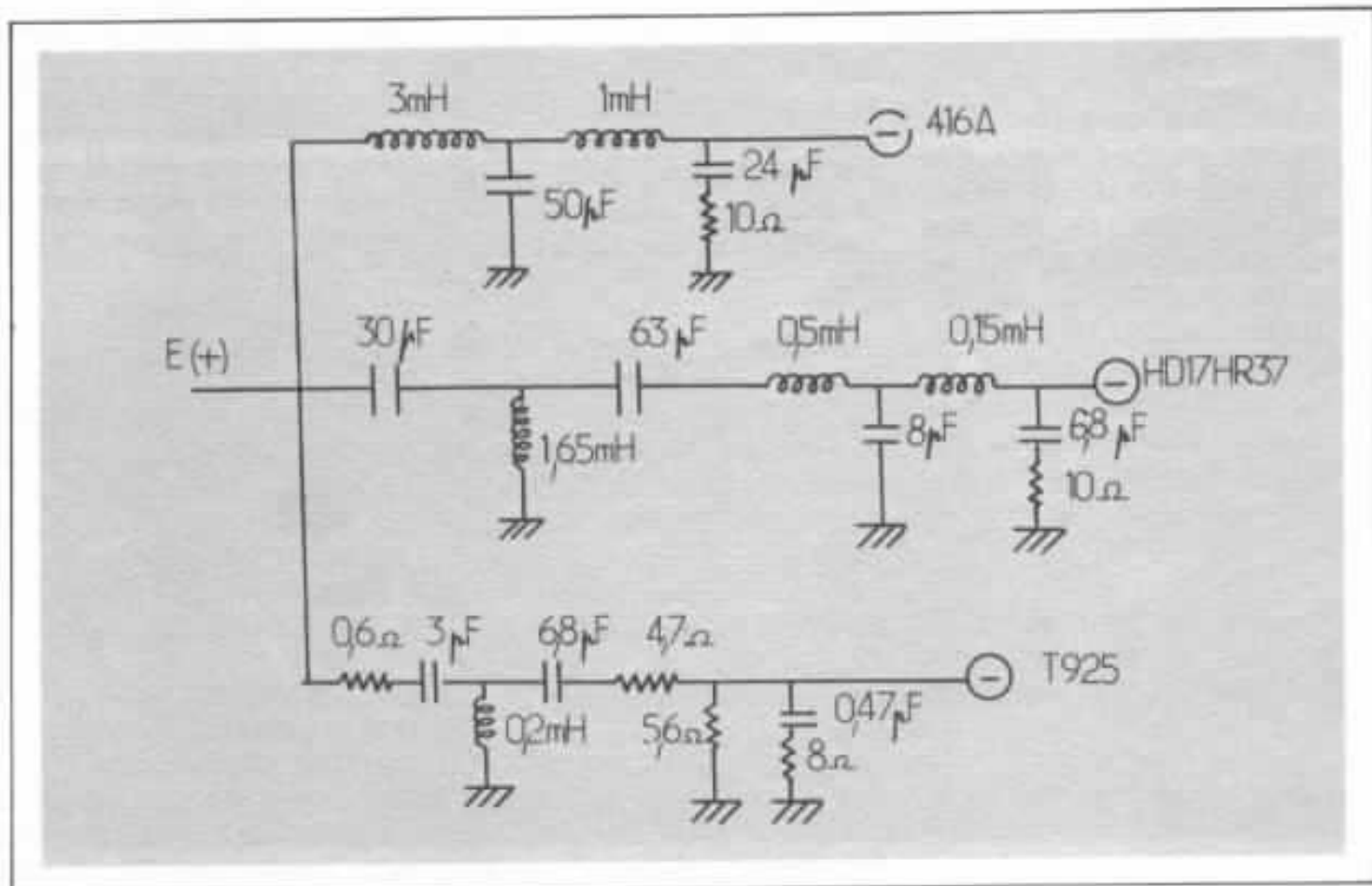
démontre 1 kHz plus haut (4 000 Hz au lieu de 3 000 Hz). La phase dans la zone de raccordement est là aussi modifiée.

Pour effectuer au mieux le raccordement en phase, en impulsions et en fréquences, des 3 haut-parleurs, il n'a pas été nécessaire de modifier considérablement le filtrage.

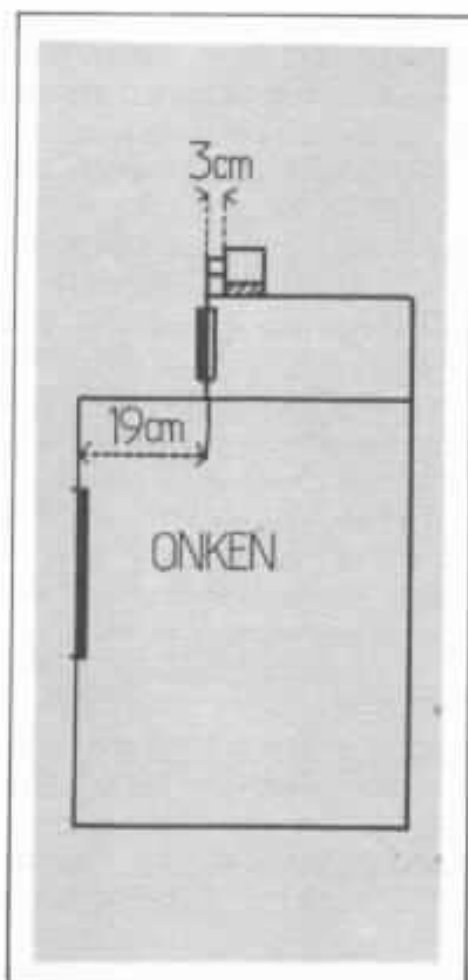
Il n'était pas question de faire monter le 17 cm médium plus haut qu'auparavant pour des questions de disposition spatiale. En effet, 4500 Hz semble être un maximum pour ce haut-parleur dont la chute en niveau est sensible à 30° au-delà de cette fréquence. La fréquence de coupure du filtre n'a donc pas été modifiée volontairement. La phase du tweeter ayant changé dans cette zone, il sera nécessaire de brancher le médium et aigu dans le

même sens, en rapprochant ce dernier de 2 cm. Nous avons ainsi, un calage parfait des deux haut-parleurs en fréquences et en impulsions. Nous avons une réponse en fréquence plus linéaire encore que sur la 1ère version avec la dépression en haut-médium entièrement comblée, garantissant du même coup une meilleure définition (+ 2 dB dans cette zone). Il s'avère nécessaire de chuter très légèrement le tweeter, en plaçant une résistance de 0,6 Ω devant le filtre qui, lui, est attaché pour pallier l'augmentation de niveau.

Le système précédent souffrait d'un léger manque de cohérence entre le grave d'une part, et le médium-aigu d'autre part, quand l'écoute était effectuée à une distance proche du système. Cela provenait d'un éloignement



Le filtre tel qu'il se présentait dans l'installation. Il tient compte les nouvelles caractéristiques des haut-parleurs.



*Disposition des divers transducteurs pour le calage en phase.*

certain entre le grave et le médium pour une fréquence de coupure de 630 Hz. Il n'avait pas été possible de descendre celle-ci, auparavant, car le 17 cm Audax remontait dangereusement dans la zone 500-1 000 Hz, à tel point qu'il fut même nécessaire de raboter cette zone à l'aide d'un condensateur de plus faible valeur que prévue. Ce problème ayant disparu avec la venue des derniers modèles (amortissement meilleur dans cette partie du spectre), il a été possible de couper un peu plus le boomer et de faire descendre plus bas le médium, la coupure s'effectuant à 500 Hz. Le filtre était celui indiqué par le schéma.

En fait, les meilleurs résultats en homogénéité ont été obtenus

en reculant le médium-aigu de 19 cm par rapport à la face avant du caisson Onken (le fond du caisson médium est exactement aligné avec le fond du caisson Onken).

Rappelons que cette disposition et ces modifications ne sont à effectuer qu'avec les derniers médiums et les derniers tweeters.

Ces modifications réalisées, le système complet a pris place dans la salle réservée à l'écoute, à l'hôtel Victor Hugo. De nouvelles mesures ont alors été effectuées pour vérifier qu'aucune erreur n'avait été commise.

Si tout allait pour le mieux du côté des enceintes, ce n'était pas tout à fait la même chose pour son environnement. La pièce laissait apparaître des résonances douteuses dans la zone 150-250 Hz.

Des mesures en champ proche et à une distance de 4 m ont révélé que les meilleures enceintes peuvent procurer de piètres résultats, si la pièce et son environnement ne sont pas à la hauteur.

Des plaques de mousse ont été disposées aux endroits stratégiques. Un rideau a été tendu sur le côté et a permis d'atténuer, sans toutefois l'éliminer complètement, cette mauvaise résonance à 200 Hz, génératrice de colorations. Les caissons Onken ont été désossés plusieurs fois pour vérifier que l'amortissement interne était suffisant (il ne l'était pas le premier jour d'écoute). Le vissage de la façade avant demande une attention toute particulière.

Un mauvais vissage d'une des deux enceintes a été la source d'un problème, le premier jour.

C'est alors qu'une expérience, presque accidentelle, a été tentée. Un tasseau horizontal, perpendiculaire au tasseau avant-arrière, avait été disposé au sein du caisson Onken. Nous espérons ainsi améliorer la rigidité de l'ensemble. Or il est apparu que ce tasseau, s'il atténuait certaines résonances des parois latérales, en faisait naître, en accentuait ou en étalait d'autres dans le haut-grave (80-100 Hz), plus critiques dans ce local. Il a été possible, en supprimant ce tasseau, d'éliminer certaines colorations insistantes dans ce secteur. La morale de cette petite anecdote est que la recherche systématique de la rigidité peut conduire à certaines erreurs qui produiront l'effet inverse.

Ces améliorations successives ont permis au système de retrouver ses vraies possibilités, et de procurer une écoute très satisfaisante. A ce niveau, les qualités de définition devenaient suffisantes pour s'attacher aux mailons précédents dont le réglage n'avait pas été encore optimisé, et pour cause.

### **Le système de lecture.**

La platine Verdier, une fois réglée en horizontalité, ne nous a posé aucun problème et n'a nécessité aucun réglage ultérieur. Les seules interventions se sont limitées au changement de vitesse, lequel est manuel...

Le bras que nous avons retenu, était une Mission 774, dont la conception simple et originale des articulations exemptes de jeu fait de ce bras, un modèle sans ennui, pour des démonstrations en public où les changements de disques sont très fré-



quents. L'unipivot dans de telles circonstances peut poser quelques problèmes.

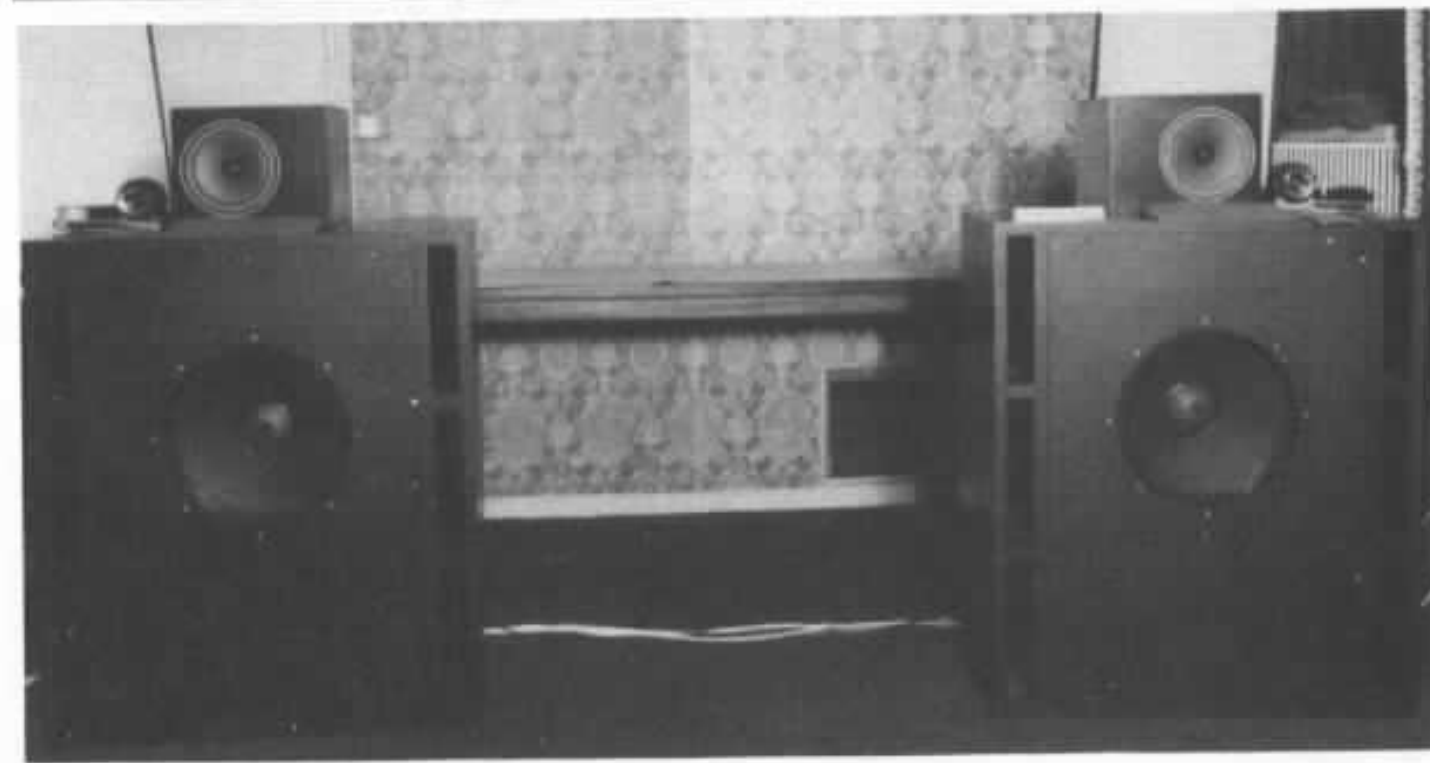
La cellule était une Supex 1000 associée à un transformateur Anzai.

Une fois le réglage du bras et de la cellule effectué : over hang, alignement, hauteur, nous nous sommes trouvés confrontés à un problème de vibrations, de résonances parasites, dans la zone qui nous causait, déjà bien des tracas dans ce local, entre 150 et

250 Hz en l'occurrence. L'amortissement visqueux du bras a permis de résoudre cet ennui.

Les péripéties n'étaient pas terminées pour autant. De mauvais contacts se sont alors manifestés dans la liaison cellule-transformateur. Les resserrages et nettoyages successifs sont demeurés inefficaces. Nous avons donc procédé au recâblage du bras avec du fil de Litz torsadé, comme nous avons l'habitude de le faire sur nos installa-

tions. La méthode est simple, chacun des canaux est relié par deux fils torsadés, placés de chaque côté du bras et maintenus par un ruban adhésif. Au niveau de l'articulation, il convient de faire une boucle suffisamment lâche pour ne pas imposer de couple de torsion, venant entraver le mouvement du bras. Bien sûr, il est toujours possible de faire passer ces fils à l'intérieur du bras, mais en l'occurrence nous ne disposions pas du temps suffisant.



*Le système de lecture, l'électronique et le système Onken-Mahul dans la salle d'écoute.*

Dernier détail, les fils de Litz ont été badigeonnés de « Super black », produit destiné à court-circuiter le champ électrostatique en périphérie des composants passifs et des câbles.

Le changement de câble a résolu les déficiences de contact et a largement contribué à améliorer la restitution par un gain sensible d'informations transmi-

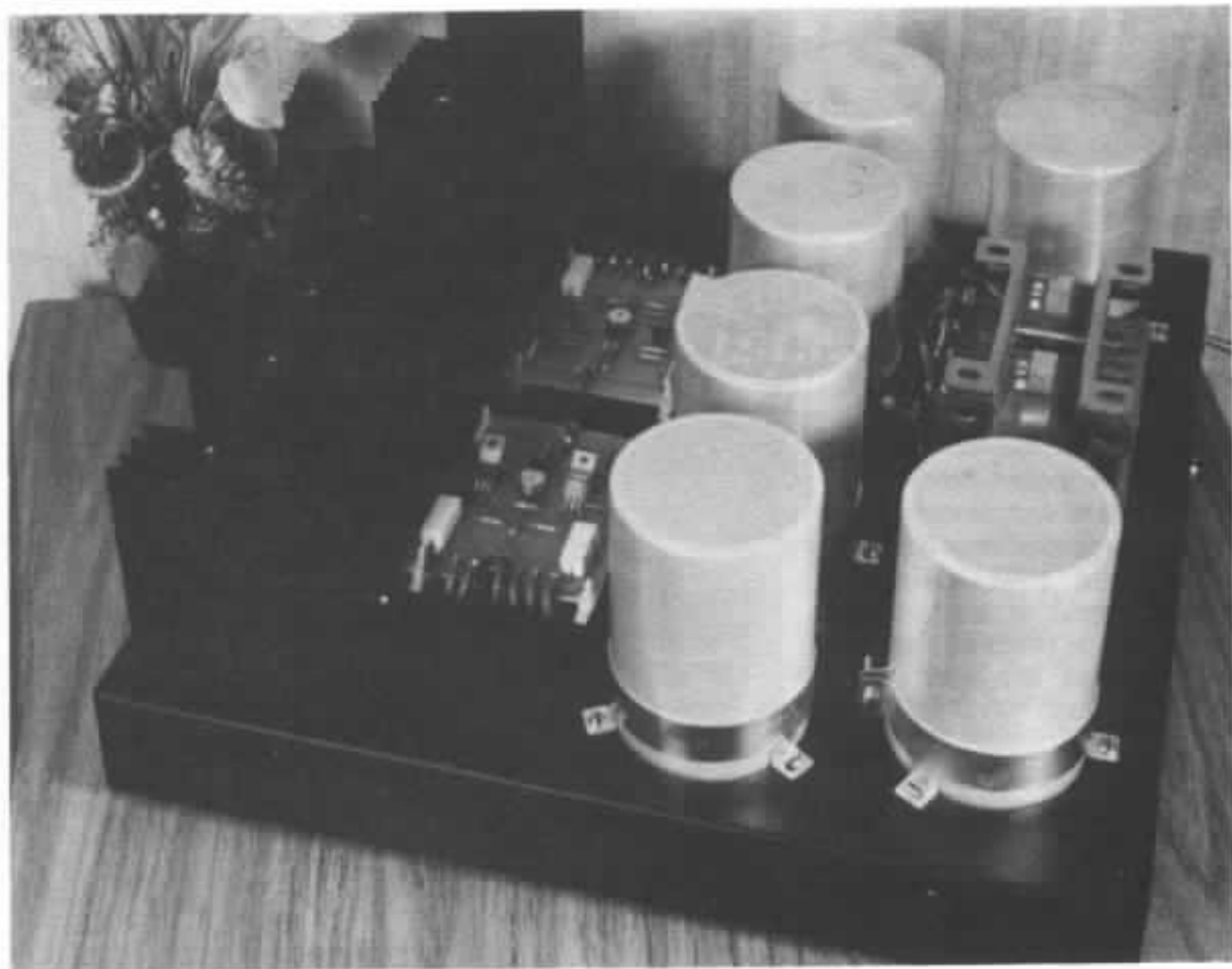
ses, principalement dans le haut du spectre.

D'autres aménagements furent faits pour peaufiner l'ensemble, liaison préampli ampli en Leonische torsadé, réglage du bras, positionnement des enceintes, couvre-plateau. A ce sujet, dans le cas d'une platine dont le plateau est inerte, le couvre-plateau n'a en fait

aucune utilité. Son influence est, en général, sensible car il limite la transmission des résonances intrinsèques du plateau au disque et à la pointe de lecture. Le découplage mécanique fonctionne aussi dans l'autre sens, et, une partie des informations contenue dans le sillon est absorbée par le couvre-plateau. Il faut donc s'orienter, pour limiter ces



*La platine en fonctionnement, on remarquera le câblage du bras.*



*Vue de l'intérieur de l'amplificateur Hiraga.*

perles, vers une substance suffisamment rigide et inerte, telle que le plomb, lorsque le plateau le permet. Nous avons fait plusieurs essais avec et sans couvre-plateau, formé d'un disque de plomb de 4 mm. La différence était très peu sensible. Toutefois, nous l'avons conservé pour des raisons de commodité et un meilleur équilibre sonore général.

### **L'électronique**

L'électronique ne nous a posé aucun problème, à l'exception d'un câblage de masse dans l'ampli non parfaitement symétrique, responsable d'un léger

« bzzz », résidu de pics de commutation (cf article sur l'amplificateur Hiraga dans ce numéro).

Deux soudures et tout rentra dans l'ordre.

Trois préamplificateurs fonctionnaient, le Minimum, le SRPP Anzai et le Kanéda.

Trois alimentations étaient prévues pour celui-ci : deux non régulées, secteur + 200 000  $\mu$ F et batteries + 1,2 F ! La troisième était mixte, régulée et énergiquement filtrée, 200 000  $\mu$ F (cf article de G. Marec dans ce numéro). Si le SRPP bien que

différent, tenait largement la comparaison avec le Kanéda et sa plus « petite » alimentation (200 000  $\mu$ F), il perdait par contre l'avantage avec l'alimentation mixte (meilleur grave) et était dépassé sur tous les paramètres avec la très grosse alimentation, ce qui, somme toute, était souhaitable vu les moyens mis en œuvre.

### **Le système Neveu**

Nous tenions à mettre en démonstration le système Neveu, car il constitue un système facile

à réaliser, pour un coût très modeste, environ 3 600 F l'ensemble. Ses qualités sont indéniables.

Le système a subi quelques retouches depuis sa description qui date déjà de près d'un an. Le caisson de grave gagne 1 cm de profondeur, et, la face avant est renforcée sur toute sa hauteur et non plus, seulement sur le pourtour du haut-parleur.

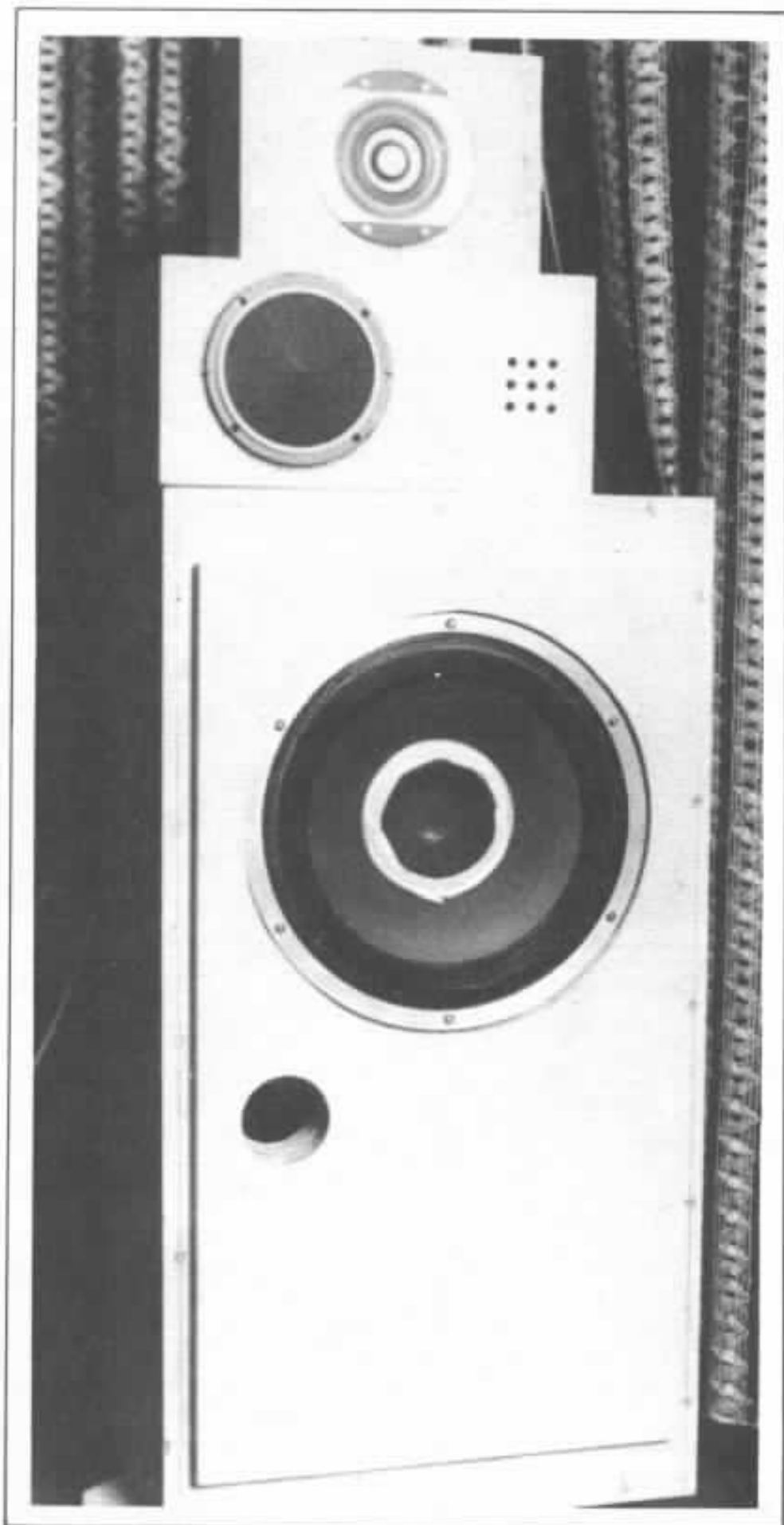
L'accord n'a pas été modifié. Le tweeter dans l'ensemble utilisé est monté dans un bloc constitué de plusieurs épaisseurs de contre-plaqué, cela pour accroître l'inertie, limiter le bafflage et donner plus de souplesse pour le positionnement des sources en fonction du local.

Le caisson de médium conserve le même volume interne, la masse a été également augmentée. Neuf trous de 8 mm de diamètre, sur la face avant, font office de décompression. Les filtres sont placés en sortie d'amplificateur et chaque haut-parleur est relié par un câble approprié, distinct pour chacun d'eux.

Un détail qui intéressera les amateurs désireux d'entreprendre cette réalisation, concerne le Medomex. Celui-ci, avant de donner de bons résultats, doit être « vieilli » préalablement dans le but de l'assouplir. Ainsi, il perd l'acidité qu'il a dans le haut-médium, lorsqu'il est neuf.

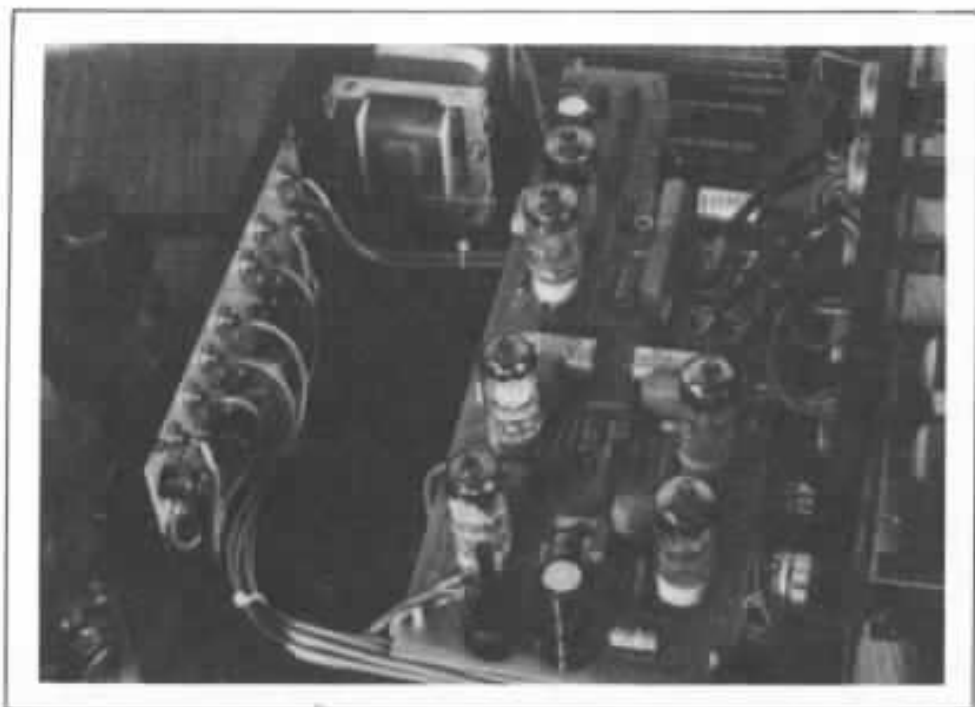
Nous pensons que tous ces détails seront utiles au lecteur. Il comprendra également que plus le système est bon, plus il est « pointu » et qu'il suffit d'un petit rien pour ruiner l'ensemble.

Il ne faudrait pas non plus que



*Le système Neveu.*





*Vue de l'intérieur du préamplificateur du SRPP.*

l'amateur désireux d'entreprendre la réalisation d'un tel système se décourage. Les résultats qu'il est en droit d'attendre, moyennant un peu de patience et de bon sens, le récompenseront

très largement de tous ses efforts. Les résultats peuvent d'ailleurs être très supérieurs à ceux obtenus au Victor Hugo, car les réglages et modifications ne se sent guère étalés que sur

deux nuits. Les personnes qui ont pu assister à l'écoute le premier et le dernier jour ont pu juger de la différence.

Dernier détail, auquel nous nous ne sommes heurtés, est l'hygrométrie et la température de l'air, ces facteurs varient dans des proportions considérables entre le matin et le soir dans une salle de dimension moyenne, mal ventilée et constamment remplie de plus d'une trentaine d'auditeurs. Ainsi, le matin, le son était un peu acide et manquait de consistance, alors que le soir il devenait légèrement mou et empâté !

Les variations provenaient en particulier des modifications de caractéristiques des transducteurs, cellule et haut-parleur avec l'hygrométrie et l'échauffement. Aussi, la meilleure écoute était-elle obtenue en fin de matinée.