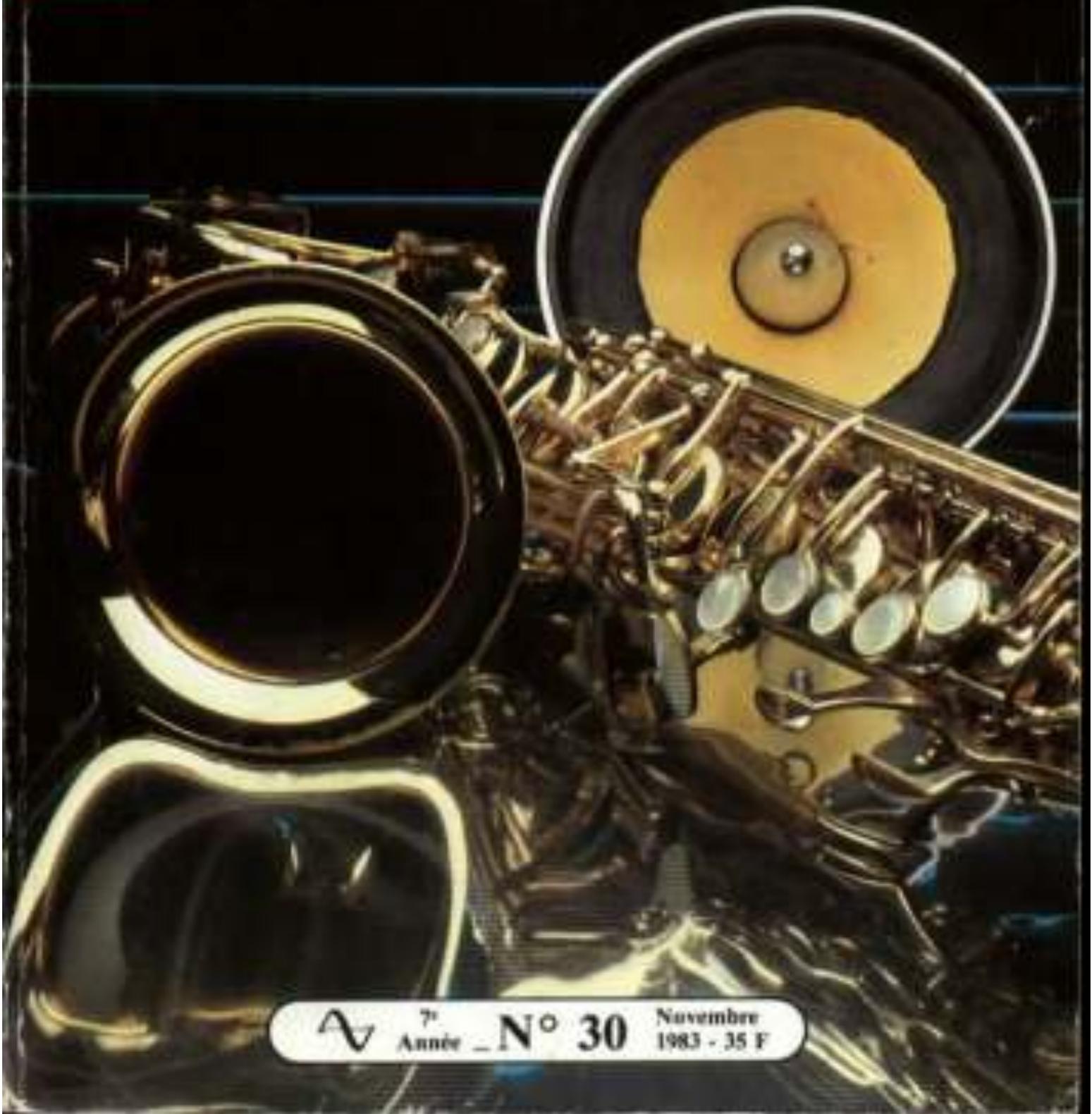


L'AUDIOPHILE



 7^e Année - N° 30 Novembre 1983 - 35 F

**Page non
disponible**

L'Audiophile 6 ans après

Evolution et influences

Jean Hiraga

C'est en Octobre 1977 que naissait en France la revue de L'Audiophile, une publication de bibliothèque destinée aux amateurs épris de perfection sonore, de techniques nouvelles et réservée aux audiophiles passionnés de musique. Cette revue débutait avec des articles relatant de travaux, de résultats obtenus sur des systèmes de reproduction à haute définition, de rendement élevé. Une partie des articles, de caractère tout à fait nouveau, concernait l'incidence sur la qualité sonore de plusieurs points restés jusqu'ici dans une obscurité complète. En, effet, aucune revue antérieure à 1977 n'en parlait encore, de façon concrète, en France, en Europe ou aux U.S.A. Il y avait, bien sûr, quelques articles antérieurs signés Jean Hiraga qui relataient de travaux, de résultats d'expériences effectués principalement au Japon : analyse de la distorsion harmonique sur les amplificateurs, influence du spectre de distorsion sur le résultat subjectif, réponse transitoire des phonolecteurs. D'ores et déjà, il était possible de démystifier certains phénomènes incompréhensibles tels que les taux de distorsion extrêmement bas liés à de mauvais résultats d'écoute ou bien l'inverse, de prouver qu'un certain phonolecteur, dont la bande passante s'étendait jusqu'à 60 kHz pouvait néanmoins n'apporter que des résultats d'écoute médiocres.

Dans les premiers numéros de la Nouvelle Revue du Son les articles sur les câbles, sur les couvre-plateaux, sur la qualité des connexions, dont les résultats subjectifs allaient parfois à l'encontre des performances mesurées ont suscité de vives réactions, y compris des critiques. Avec la lancée de L'Audiophile, il se formait en France, à partir de 1977, des audiophiles avertis dont l'influence remonta très vite jusqu'aux constructeurs, y compris ceux qui n'y comprenaient pas grand chose, sauf peut-être le bénéfice com-

mercial qu'ils pouvaient tirer de cette situation.

En réalité, les vrais audiophiles existaient un peu partout dans le monde comme en France. Mais il y avait ce problème de communication, de langue, d'information et surtout de manque de support pour lequel la revue de L'Audiophile servit de tremplin, de creuset. Raison pour laquelle son succès fut immédiat et constant. En six ans d'existence, L'Audiophile, grâce à ses collaborateurs, lecteurs et aides extérieures, réussissait à agrandir cette nouvelle

école, à instituer en France, d'une façon définitive et non passagère, cette passion pour cet art, cette science.

Câbles et qualité des contacts

L'influence de la qualité des contacts sur le son fut rapidement comprise par les utilisateurs. Une partie des composants et accessoires permettait déjà d'expérimenter facilement ce qui avait été dit à ce sujet. Cette question était, en fait, relativement facile à faire « avaler », à faire comprendre. Un préamplificateur à tubes comporte, en

moyenne une bonne centaine de contacts, les plus importants concernant les signaux audio de bas ou de très bas niveau. Déjà, on avait été vite compris qu'acheminer jusqu'à l'étage d'entrée du préamplificateur un signal de quelques millivolts dans une bande passante de 20 kHz était délicat.

Les contacts en bronze/béryllium, les contacts argentés ont une résistance rarement inférieure à 50 milliOhms. S'il s'agit d'une cellule à bobine mobile, il va s'agir alors de signaux d'amplitude moyenne comprise entre 0,1 et 0,4 mV, pour lesquels les effets de la résistance série vont se faire ressentir. Cette constatation se recoupe en partie avec celle qui avait été faite à propos des câbles de liaison, mais n'aurait pu concerner que des problèmes de résistance série, de capacité parasite ou de self série. Dans le numéro 4 de L'Audiophile, l'article intitulé « Les contacts, un point d'importance » donne un nom-

bre important de précisions à ce sujet. On y indique les valeurs de résistance d'isolement et de contact des connecteurs, contacteurs, prises Cinch et autres. L'attention est portée sur certains matériels grand public munis de composants à présentation « provocco-professionnelle ». C'est l'exemple du potentiomètre à plots, à déclics qui « font bien » et qui donnent une impression de haute précision au toucher alors qu'il s'agit en fait d'un système purement mécanique. Qualité, fiabilité des contacts n'ayant rien à voir avec cet effet trompeur. La plus grande majorité des appareils laissés débranchés un ou deux ans dans un endroit légèrement humide ou même dans un appartement présentent souvent des anomalies de faux contacts, crachements parasites ou même des pertes de contact. C'est surtout le cas des porte-cellules qui ne sont pas utilisés plusieurs mois de suite. Un contact, même doré, d'aspect visuel « propre » peut se trouver en état de non continuité électrique ou de mauvaise continuité. L'exemple très courant concerne la surprise de n'entendre qu'un seul canal alors que la cellule et ses connexions paraissent en bon état. Le second cas, très courant aussi, est la surprise de constater un gain sensible dans l'aigu, une réduction de la distorsion subjective suite à un nettoyage des contacts. Dans l'article cité plus haut, il était question d'expériences et de circuits, d'appareils de mesure permettant de mesurer avec précision la résistance série ou même la bande passante des contacts.

Mais d'autres expériences méritaient de retenir l'attention. Il s'agissait du « son des contacts », mis en évidence en plaçant en série une dizaine de potentiomètres (en bout de course, la résistance étant réduite aux contacts internes), ou bien encore en reliant une dizaine de contacteurs, une dizaine de pri-

ses Cinch mâle et femelle montées en série. Les résultats obtenus étaient flagrants dans la plupart des cas. Encore fallait-il être en possession d'enceintes capables de restituer ces différences et non de petites enceintes « bookshelf » donnant l'impression d'entendre l'orchestre enveloppé d'une bonne dizaine de couvertures. Il en ressortait que des contacts réalisés en dorure chimique, d'aspect pourtant rassurant et « haut de gamme » ne se comportaient pas autrement que comme des micro-piles reliées à des réseaux résistifs/capacitifs. Déjà, le résultat de ces expériences laissait entendre qu'il fallait rejeter la plus grande majorité des contacts dorés, sauf ceux réalisés en dorure sous vide ou en or massif, bien évidemment introuvables. On parlait de son franc, clair, mais assez dur pour l'or et pour l'argent massif, de son mou, peu détaillé pour le rhodium, d'une impression de distorsion pour certains contacts étamés ou nickelés, avec cependant des cas particuliers, des exceptions. Un choix, tout personnel à l'époque et qui est resté stable depuis concerne, pour les prises Cinch, la marque Switchcraft en version nickelée non dorée munie d'un isolant au téflon. L'absence de coloration constatée, liée à une douceur de reproduction, une absence de distorsion subjective, est restée remarquablement stable dans le temps. Dès lors, le prix abordable de ces prises et de bons câbles n'explique plus l'achat d'un câble de liaison de deux mille Francs. Une de ces expériences remontait à 1976. Il s'agissait d'un amplificateur américain sur lequel le remplacement des prises Cinch, du câble d'origine par des versions dorées et par des câbles de « qualité » avait produit des écarts audibles appréciables, négatifs pour les versions dorées d'origine japonaise. Les enceintes utilisées pour le test étaient les Tannoy d'encoignure,



Lubrifiant anti-corrosion améliorant la fiabilité des contacts. Les résultats subjectifs sont spectaculaires.

ancienne version, très populaires au Japon. Écoulées à faible distance, elles permettaient de déceler remarquablement bien les défauts de l'enceinte, mais aussi tous ces petits écarts subjectifs. Aussi petits, aussi nets qu'ils étaient, ces écarts restaient « palpables », facile à discerner car réels. Cette expérience n'a pas été sans étonner bien des sceptiques du « son des contacts ». Comment oser parler de « truquage », de différence « nulle », devant de telles évidences ? C'est ce genre d'occasion qu'ont manqué bien des sceptiques en France, il y a quelques années, qui n'a pas empêché certains d'entre eux de revenir plus tard sur ce qu'ils avaient dit. Citons le cas d'un grand constructeur d'enceintes qui, tout en se moquant de ces propos, se mettait à vendre, cinq ans plus tard, un câble du genre « haute définition - audiophile - ésotérique » en se vantant d'avoir fait des découvertes extraordinaires dues à « plusieurs années de recherches ». été très grands dans ce domaine. Les quelques composants professionnels parfois utilisés aujourd'hui existaient déjà il y a quinze ans et certains, pourtant onéreux, ont jusqu'à été poser des problèmes de fiabilité imparadonnables.

Du côté des câbles les mêmes constatations sont à faire. A propos des fils de Litz, nombreux ont été ceux qui ont déclaré ridicule et absolument inefficace l'emploi de ceux-ci en basse fréquence. A présent, les avis ont bien changé. Comment pourrait on nier des améliorations aussi évidentes qu'un gain en détails sonores, perceptibles par n'importe qui ?

Plusieurs transformateurs pour cellules à bobine mobile utilisent aujourd'hui des primaires ou secondaires bobinés en fils de Litz et les écarts objectifs, subjectifs prouvent qu'en 1977, il y a six ans, les audiophiles ne

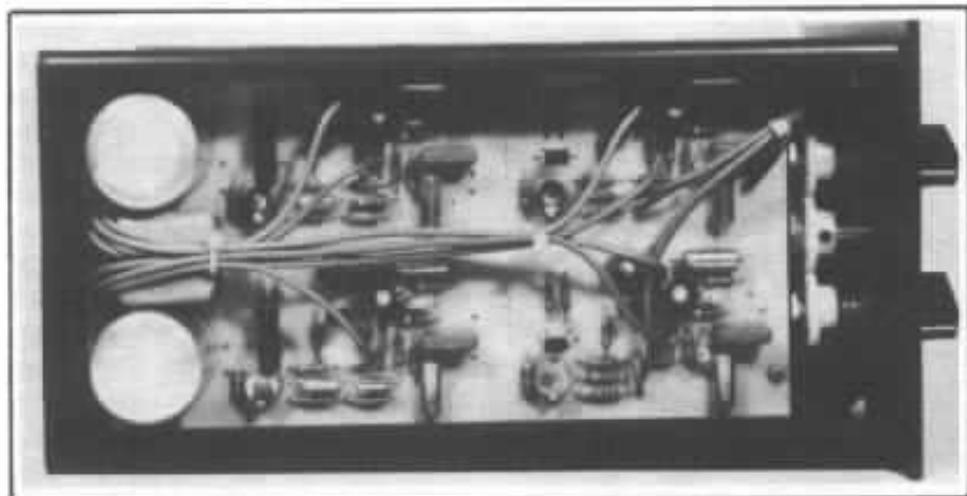
s'étaient pas trompés. Ils ne s'étaient pas trompés non plus en prédisant, à une époque où ce genre d'accessoire n'était pas encore disponible, que le marché risquait d'être envahi rapidement par des accessoires « audiophiles » dont l'efficacité ne serait pas toujours vérifiée, le plus gros écart constaté étant surtout le prix de vente. Pour l'utilisateur moyen ou désirant améliorer son système, le choix devient un problème ardu. Il devient difficile de se fier délibérément aux critiques d'une revue ou aux conseils « éclairés » du revendeur du coin.

Le plus gros inconvénient dans la prolifération de ces accessoires est, outre le prix parfois totalement injustifié, le risque de laisser dans l'ombre des fabrications artisanales fort intéressantes, de prix modeste qui vont malheureusement passer inaperçues. Ou bien qui vont être littéralement « démolies » par des concurrents aux moyens financiers puissants.

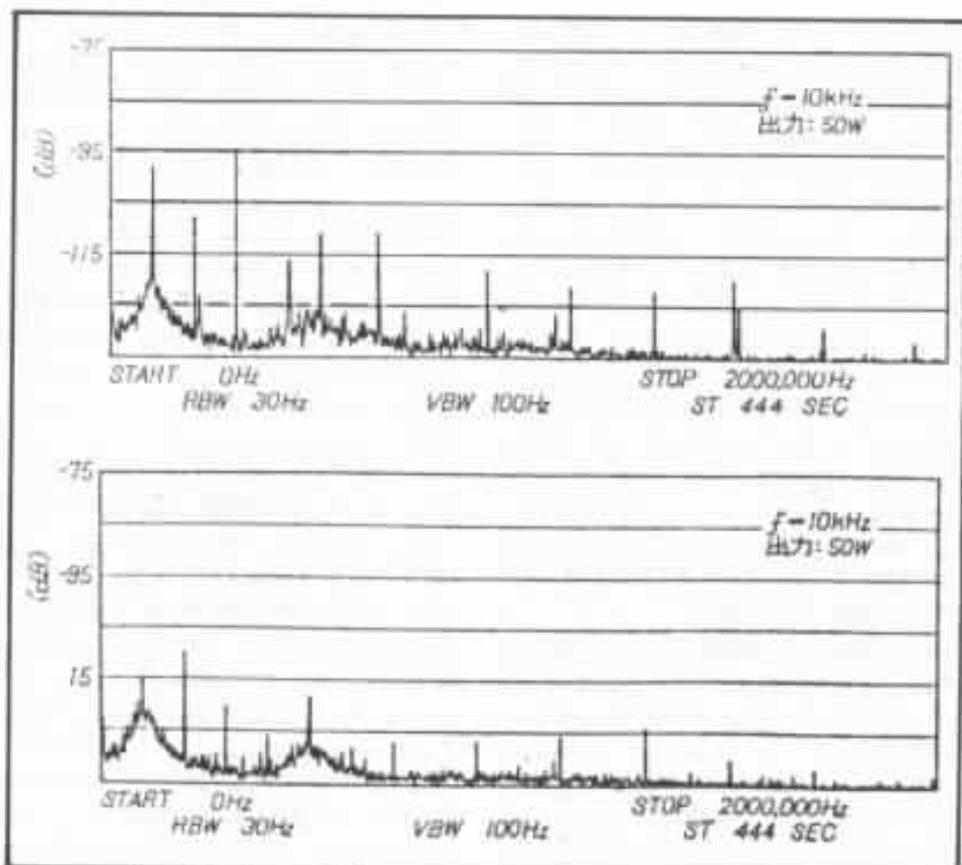
Il s'agit de pièges qu'il faut apprendre à connaître. Le principal est de savoir qu'il existe un progrès lent mais constant, que l'association de certains composants, de certains maillons permet d'améliorer sans cesse le degré de fidélité de la reproduction sonore.

A cette question concernant le « son des câbles », le « son des

connexions » se rattache un autre sujet non moins important : celui du son des soudures, du son des circuits imprimés. Un certain Uésugi, très connu au Japon pour ses études sur les amplificateurs à tubes s'était amusé à démonter complètement un préamplificateur d'origine américaine pour le remonter dans un autre boîtier, sur des circuits imprimés réalisés en verre époxy, tandis que ceux d'origine étaient en « vulgaire » bakélite. Or, il fut surpris de constater que, malgré des résultats de mesure identiques (les composants étant les mêmes) l'aigu perdait en douceur, devenant même agressif sur certains disques. Il passa alors une bonne journée à remonter l'appareil sur son circuit imprimé d'origine, dans son ancien châssis. Il retrouvait alors les mêmes résultats de mesure, mais aussi la qualité d'écoute d'origine. Au son des soudures, des câbles, il fallait encore ajouter celui des circuits imprimés, celui des châssis. Fort heureusement, les constructeurs japonais ne restaient pas indifférents à toutes ces constatations. C'était le cas notamment de Kenwood qui profitait immédiatement de la situation pour proposer des appareils montés sur des châssis non magnétisables. Contrairement aux amateurs, ces constructeurs disposaient, eux, de



Circuit imprimé en verre époxy de qualité (utilisé pour le DC 1, circuit Kanéda).



Influence des châssis magnétiques sur la distorsion. En haut, châssis en matériau ferreux, en bas châssis en matériau amagnétique. Document Kenwood, amplificateur L-01.

moyens de recherche puissants et pouvaient appliquer rapidement ces découvertes sur leurs productions. Du côté français, des articles comme ceux parus dans *L'Audiophile* s'accompagnaient eux aussi d'une application simultanée ou retardée de ces concepts. Ce qui permettait de renforcer la validité de ce qui avait été dit.

Beaucoup trop souvent, on oublie que la plus grande majorité de ces succès sont surtout dûs à des efforts soutenus. Contrairement à ce que l'on pourrait croire, il ne s'agit ni de prédispositions naturelles, ni de la chance d'avoir été entouré d'audiophiles passionnés. Il s'agit avant tout d'efforts permanents, d'initiative personnelle, de bon sens, d'intuition personnelle, de réceptivité permanente aux perceptions et aux différentiations délicates et surtout ce désir de vouloir toujours aller plus loin dans le domaine de la perfection

sonore. Il ne faut pas oublier que, s'il s'agit d'un territoire que l'on doit connaître parfaitement, c'est aussi un domaine qui est limité par les bornes des connaissances personnelles. C'est en assimilant des notions simples, en persistant dans les expériences que l'on peut gagner peu à peu la souplesse compréhensive nécessaire à l'assimilation de problèmes complexes. Copier, s'inspirer de la biographie de travaux illustres est bien plus facile d'accès que le travail de création, de découverte, de production d'idées nouvelles. A l'opposé, ceux qui visent les plus hauts sommets à l'aide de la connaissance des autres oublient toujours « quelque chose », ce fameux « know-how » et ne font que s'agiter sans profit. C'est le cas de certaines petites firmes qui, réunissant les meilleurs composants « audiophiles », les meilleurs idées de circuits ou de conception n'arrivent pas à donner

naissance à un produit de très haute qualité subjective. Bien souvent, on oublie que pour faire mieux, il faut déjà savoir faire aussi bien.

Le pouvoir de réceptivité, dont il a été question plus haut est très important. C'est en étant démesurément buté vis-à-vis de certaines opinions personnelles que l'on peut passer à côté d'une chance qui aurait justement permis de progresser dans la bonne voie. Rien d'évident, quant à essayer de persuader des créateurs de haut-parleurs ou d'amplificateurs qu'il existe des produits de qualité subjective supérieure. Pour le vrai puriste, la référence en la matière ne doit être ni ce que l'on a conçu, ni ses idées théoriques personnelles ni son propre système d'écoute. Ce dernier n'est qu'un outil de travail avec ses qualités, ses défauts et ses limites.

Si la perfection n'existe pas, il y a cependant des moyens, des méthodes qui, tout en étant purement subjectives, permettent de progresser. Le gain en quantité d'informations perçues en est une des preuves. Encore faut-il que l'oreille apprenne à distinguer l'écoute analytique de l'écoute « émotionnelle », les relations éventuelles avec les paramètres de mesures physiques ou acoustiques.

Dans ce domaine de la perception, de l'évaluation subjective de la qualité sonore, les risques sont grands et les précautions conséquentes doivent être prises. Sans celles-ci, on peut aboutir facilement à la situation ridicule de vanter, une vingtaine de fois de suite, des améliorations « extraordinaires », ce qui devrait produire un total dépassant très certainement la réalité, soit se trouver plusieurs fois de suite en présence d'appareils, de composants qui seront chaque fois « les meilleurs du monde ». C'est à la suite d'un tel état des choses que l'on voit disparaître peu à peu une bonne partie des

revues « underground », dûe très justement à une perte de confiance des lecteurs jusqu'ici « assidus ».

Les composants passifs

C'est ce qui se produit effectivement pour les composants passifs, au Japon comme pratiquement partout ailleurs. Sur une grande majorité d'appareils, les composants tels que les résistances à faible bruit n'étaient autrefois sélectionnés que sur des critères purement techniques : bruit résiduel, stabilité thermique, tolérances de fabrication, variations de leur valeur dans le temps. Grâce aux amateurs, aux articles et surtout grâce aux démonstrations publiques, les constructeurs, pour leur plus grande majorité finirent par reconnaître l'influence des composants passifs sur le son. Au Japon, Toshiba, Nikko, suivis par de gros constructeurs comme Sony, Onkyo, Toshiba, JVC, Technics appliquèrent rapidement ces idées sur leurs produits. A chaque Audio Fair se trouvait l'occasion de vanter l'avantage de la suppression des condensateurs de liaison, l'amélioration de la caractéristique d'impédance aux fréquences élevées ou les avantages d'un nouveau câble de liaison, ceci avec photos, appareils de mesures et tests d'écoute comparative à l'appui. En 1983, il suffit de démonter un appareil récent, préamplificateur, amplificateur ou lecteur « Compact Disc » pour y trouver des condensateurs de filtrage de type « Black gate, Série Audio Gold series », des condensateurs au mica, au polypropylène, des prises « dorées », des câbles de liaison de haute qualité (dont se moquent certains organismes comme la FNAC) pour comprendre qu'il s'agit d'une évolution générale et non réservée à certaines « élites » aux oreilles d'or. Améliorations qui ne sont d'ailleurs pas obligatoirement destinées à faire mon-



Exemple de condensateurs spécialement étudiés pour les applications haute fidélité.

ter les prix, ou ne pouvant concerner que des produits de très petite série, au prix anormalement élevé.

Il faut en effet savoir que les amplificateurs transistorisés sont passés de l'alimentation simple à l'alimentation symétrique, des montages à couplage RC aux montages à couplage direct dans le but d'éviter le passage du signal sonore à travers ces condensateurs électrochimiques. Ce qui se traduisait, quelques années plus tard par une amélioration notable des paramètres de fiabilité, de linéarité et de distorsion. En matière de performances objectives, subjectives, l'apport de ces composants de qualité est indéniable : remplacement des petits « céramiques » sur l'étage RIAA par des condensateurs de précision, de qualité, utilisation de résistances à faible bruit ou en métal non magnétique (notamment chez Sansui ou chez Kenwood)...Ce

sont en effet des améliorations qui ont été apportées sur la plus grande majorité des appareils, y compris ceux que l'on pourra trouver à la FNAC.

C'est pourquoi les industriels japonais représentent une grande menace vis-à-vis de l'artisanat haute-fidélité Européen. Si quelques petites marques détiennent encore un petit marché grâce à certaines qualités subjectives (certaines étant indéniables) celui-ci risque de disparaître progressivement. Pour les prix et en retournant le problème, ce sont peut-être les produits européens qui sont vendus à un prix normal et les produits japonais à un prix extrêmement bas, compte tenu des performances et de la finition. Mais il reste néanmoins curieux de voir les critiques s'apaiser, (surtout celles qui provenaient des commerçants), à partir du moment où quarante gros constructeurs se mettent à suivre la même « mode ».



Prise Cinch,
finition nickel



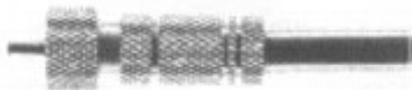
Prise Cinch,
isolant stéatite



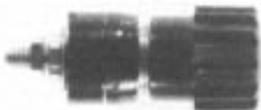
Prise Cinch de qualité,
dorée, à verrouillage



Prise Cinch mâle dorée,
à verrouillage



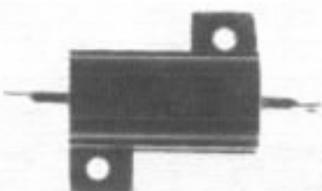
Prise Cinch dorée,
de qualité à verrouillage



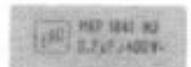
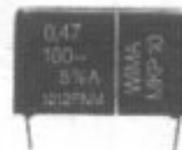
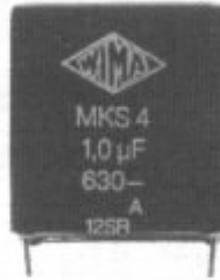
Borne de haut-parleur



Borne de haut-parleur,
gros modèle



Résistance de puissance
anti-selfique à radiateur



Condensateurs de qualité
au polyester, polycarbonate
et polypropylène

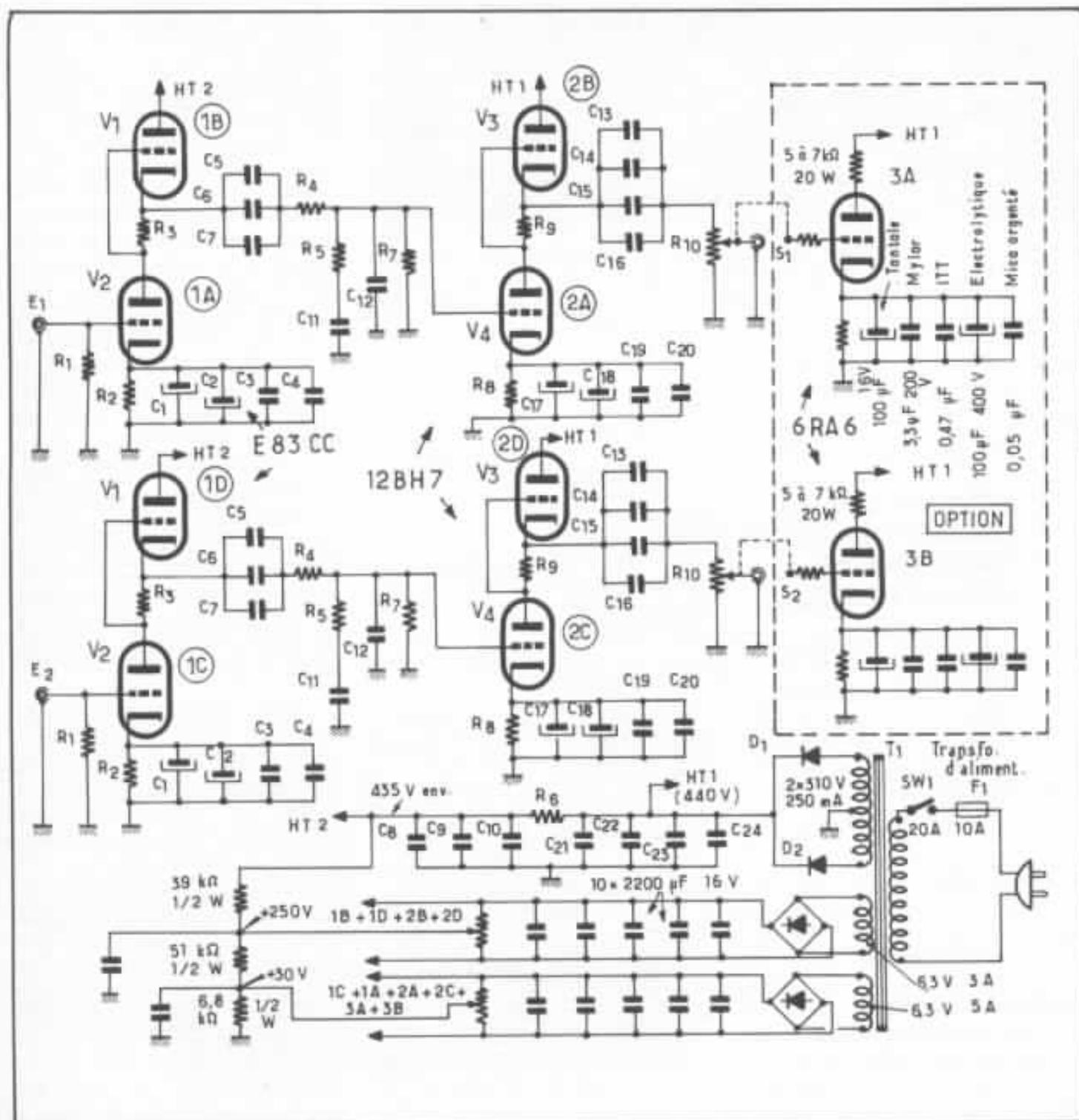


Condensateur au polypropylène
de haute qualité de forte valeur

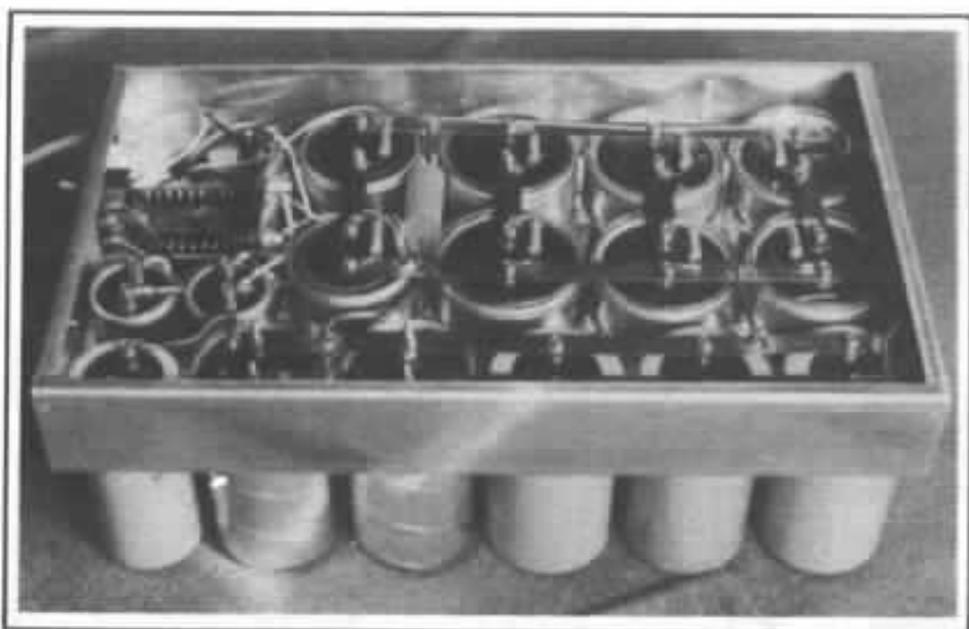
Quant au circuit SRPP, décrit dans le numéro 2 de L'Audiophile, il représente à propos des critères de sélection des composants passifs un gros travail, effectué à une époque où les revues, les industriels américains, anglais ou français n'en

parlaient pas encore. En quelques années, certains constructeurs américains ou anglais se sont convertis, changeant délibérément le fusil d'épaule : résistances à film métallique remplacées par d'autres qui « sonnaient mieux », condensateurs au mylar

remplacés par des modèles au polypropylène. On a même pu voir récemment des condensateurs électrochimiques remplacés par des montages parallèles de condensateurs à film métallisé. Mais n'oublions pas que le n° 1 de L'Audiophile en parlait déjà.



Préamplificateur S.R.P.P. de M. Tanaka, pour lequel le choix des composants passifs représente une recherche extrêmement poussée. Ce schéma a été publié dès 1977, dans le n° 2 de L'Audiophile. Ce sont des travaux d'amateur, tels que ceux-ci, qui ont révélé l'importance de la qualité, de la technologie, du choix des composants passifs et ainsi motivé de grands constructeurs à développer des produits spécifiques pour les applications audio.



Dès 1977, nous insistions sur l'importance des alimentations. Ainsi cette réalisation de 12 000 $\mu\text{F}/450\text{ V}$ destinée à un préamplificateur à tubes. Depuis, toutes les études qui ont été effectuées sur le sujet n'ont fait que confirmer les résultats qui avaient été obtenus à l'époque à l'écoute.

LES MYSTÈRES DE LA HIFI

La Nouvelle Revue du Son
n° 11 - octobre 77

LORSQUE LES COUVRE-PLATEAUX PRENNENT DE L'IMPORTANCE

Un article de 1977 de la Nouvelle Revue du Son, n° 11, octobre 1977, intitulé « Lorsque les couvre-plateaux prennent de l'importance ». L'article discute de l'impact des couvre-plateaux sur la qualité du son et mentionne des réalisations techniques.

En 1977 également, l'auteur révélait l'importance qu'il fallait attacher aux couvre-plateaux. A l'époque, beaucoup de gens ont sourit lors de publication de cet article. Depuis, une bonne centaine de couvre-plateaux ont été proposés sur le marché mondial.

Les couvre-plateaux

Le son des couvre-plateaux est devenu un phénomène reconnu car très facilement vérifiable. Dès 1977, la Nouvelle Revue du Son en parle dans un article encore inédit en Europe. Depuis cette date, plusieurs dizaines de couvre-plateaux « ésotériques »

(dont certains mériteraient plutôt l'appellation « zozotérique ») ont été commercialisés dans le but d'améliorer la qualité de reproduction. C'est à partir de cette époque que l'on a abordé en France, en Europe, le phénomène de « son des tables de lecture », pour lequel il était impos-

sible de séparer le bon du mauvais à l'aide des mesures. Au Japon, tandis que certains passionnés construisaient, dès 1965, des tables de lecture entraînées par fil et munies de plateaux pesant 20 kg, le système d'entraînement direct, proposé en 1970 par Sony et Matsushita révolutionnait la conception de la table de lecture. En 1968, il existait au Japon une bonne douzaine de fabricants de tables de lecture : Yokohama, Jupiter, Goto, KS Musikmaster, Supex, CEC, Pioneer, Teic, Teac et quelques autres. Avec l'avènement de l'entraînement direct, breveté et appliqué sur des constructions en grande série, cette révolution faisait disparaître du même coup plus des trois quarts d'entre-eux.

Au Japon et dans ce domaine c'est grâce à quelques fanatiques comme Onken, comme le chercheur S. Egawa, comme la firme Stax qui, dès 1973, commençaient à s'opposer sérieusement aux premières tables de lecture à entraînement direct. C'est en 1975 que la firme Stax osait, devant le public, effectuer des comparaisons entre des tables de lecture à entraînement direct et des réalisations artisanales mises au point par S. Egawa.

Cette expérience était d'autant plus intéressante que ni Stax, ni le chercheur et critique S. Egawa (très connu au Japon) ne proposaient la commercialisation d'une table de lecture. Tandis que Stax optait pour des plateaux lourds, S. Egawa avait choisi les très grands plateaux (plus de 80 cm de diamètre) dont le pourtour était alourdi par une couronne, afin d'augmenter l'effet de volant. Sur cette table de lecture, les écarts de dynamique, de toucher du piano étaient impressionnants par rapport à ce qui était entendu sur les tables de lecture à entraînement direct, ceci au point que lors de chaque changement de table de lecture le public partait soit en grands



L'ultime perfectionnement en matière de couvre-plateaux, le système à vide, n'a fait que confirmer l'influence de cet accessoire sur la qualité de restitution.

éclats de rires, soit poussait des exclamations d'étonnement. La démonstration était d'autant plus convaincante qu'elle était également commentée par un pianiste, celui qui était enregistré sur le disque. C'est avec peine que les constructeurs purent persuader le public des « avantages » décisifs des tables de lecture à entraînement direct servo-régulé. Cependant, grâce aux audiophiles, naissait une seconde, puis une troisième génération de tables de lecture à entraînement direct, qui se trou-

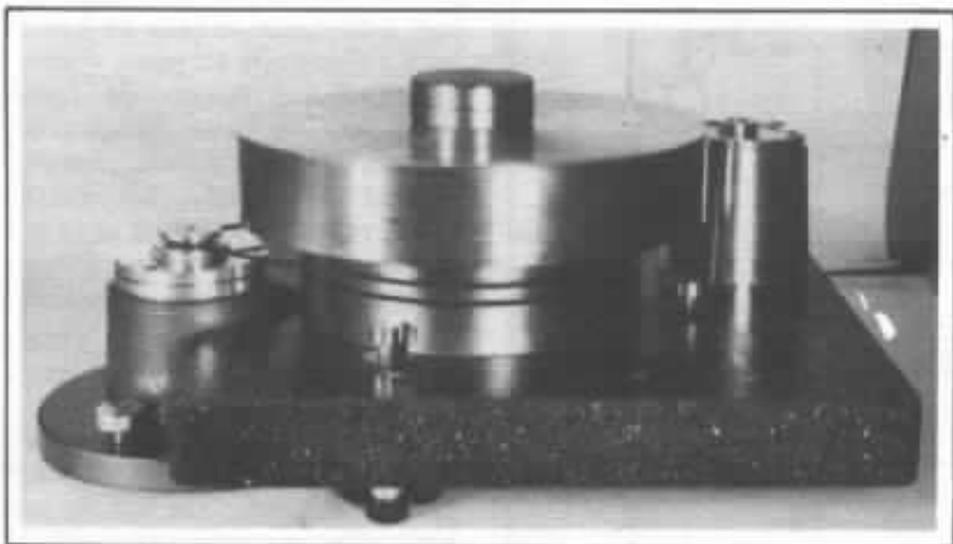
vèrent ainsi notablement améliorées : couple moteur, vitesse de régulation, socle, couvre plateau, bras de lecture. Parallèlement à cette évolution on voyait aussi naître, en raison d'une certaine nostalgie des vieilles et bonnes tables de lecture (Thorens TD 124, Garrard 301, 401 etc), plusieurs tables de lecture à entraînement par courroie équipées cette fois de puissant moteur servo-régulés, de plateaux lourds et massifs ou encore de suspensions très élaborées.

L'électronique

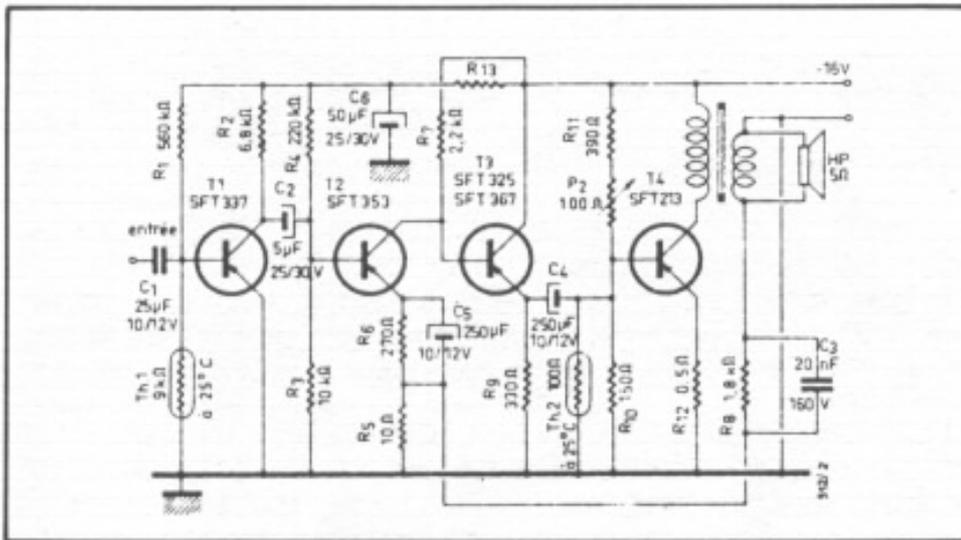
A partir des années 65 on voyait renaître au Japon un grand enthousiasme pour l'amplification à tubes. On a même pu voir des sociétés japonaises se créer à cette époque pour construire des amplificateurs à tubes. Il y avait, certes, une certaine nostalgie des appareils de haut de gamme à tubes qui disparaissaient peu à peu du marché. Quant aux premiers appareils transistorisés, ils étaient encore loin de donner satisfaction au mélomane averti. Les montages à tubes eux, se perfectionnaient très vite et les fabricants de composants, de transformateurs adaptés aux

tubes et donc près de la faillite, concentraient leurs efforts en vue d'obtenir une qualité de reproduction de plus en plus satisfaisante. Quelques marques, qui avaient presque abandonné la fabrication des transformateurs de sortie renaissaient. C'est entre 1965 et 1976 qu'eut lieu au Japon cette grande vogue des montages à tubes : montages O.T.L., montages simple étages à vieilles triodes, montages nouveaux, et le n° 1 de L'Audiophile en donne quelques aspects. L'essentiel est de savoir que cette époque des tubes fut très bénéfique pour l'industrie japonaise de la haute fidélité. On avait compris que l'amateur était exigeant, qu'il fallait trouver de nouvelles solutions pour améliorer la qualité de reproduction sonore.

Cette solution fut, en grande partie apportée par l'évolution des circuits transistorisés, par les nouveautés technologiques dans ce domaine. Américains, Anglais, Français, Allemands, Norvégiens ou Australiens proposaient de nouvelles idées. Locanthi, par exemple, avait proposé en 1967, un schéma d'amplificateur couplé en continu et à très faible taux de distorsion. En Grande Bretagne, on connaissait les premiers amplificateurs Sugden travaillant en classe A, dont la puissance atteignait une quinzaine de watts par canal. Déjà, il existait chez certains, cette notion de « watt classe A », qui venait au secours des circuits amplificateurs transistorisés souvent reconnus comme moins puissants à l'écoute, à puissance mesurée égale, que les amplificateurs à tubes. Ce n'est qu'à partir d'environ 1968 que l'on commença à trouver sur le marché des amplificateurs, des préamplificateurs réalisés entièrement à partir de transistors au silicium. En France, la petite firme Audiotec était la première à proposer ces types de maillons dont les performances de distorsion,



En 1978, l'équipe de la revue se penchait sur les problèmes posés par la lecture. Elle développait avec la collaboration de M. Verdier la platine qui porte son nom. Cette platine démontrait l'importance qu'il fallait attacher au moment d'inertie, aux vibrations parasites, aux tolérances de fabrication et aux suspensions.

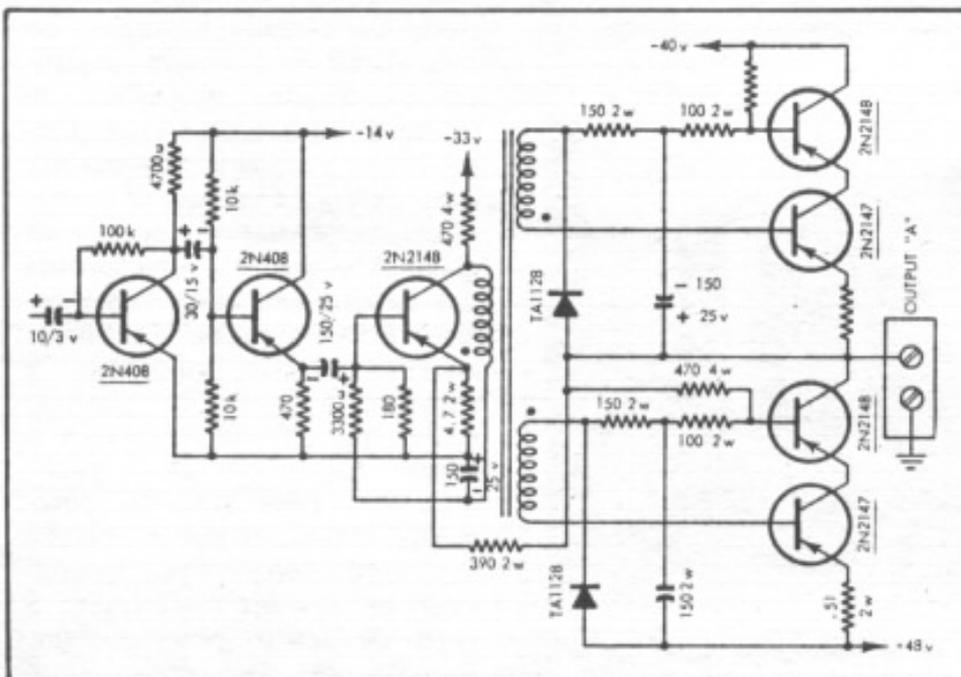


Les débuts de la classe A transistorisée. Amplificateur 3 watts, proposé en 1964 (Revue du Son, Juillet 1964).

de bruit résiduel égalait ou dépassaient celles que l'on obtenait sur les appareils à tubes.

Au cours de cette mutation tube/transistor germanium/transistor silicium les amateurs de hi-fi avaient tout de même remarqué plusieurs choses. Tout d'abord, il y avait la baisse de qualité générale, aussi bien subjective qu'objective, constatée sur les premiers appareils transistorisés. Ensuite, il fut constaté des différences de personnalité sonore entre la technologie

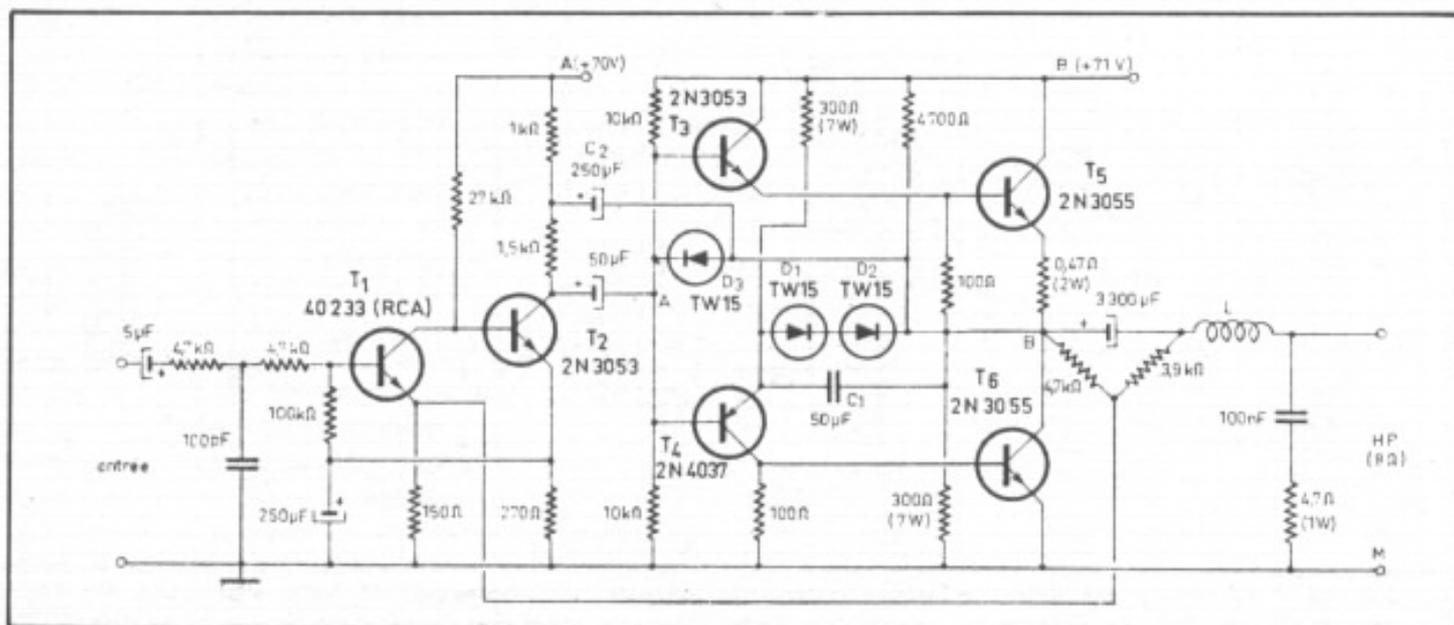
« solide » germanium et silicium. Mis à part ce bruit résiduel, les instabilités de travail dues aux variations de température, on avait remarqué quelque chose de plus « froid » de moins agréable à l'écoute sur les transistors au silicium. Sur les vieux montages munis de transformateurs driver tels que le Knight Kit KN 450, les transistors de sortie au germanium ne valaient certes pas les 2N 3055. Actuellement, des connaisseurs en viennent à regretter le bon vieux temps, vu



Ancienne configuration d'amplificateur transistorisé utilisant un transformateur driver pour les étages de sortie. (montage Knight-kit KN 450, Revue Audio, Mai 1962).

que les bons tubes tout comme la presque totalité des transistors au germanium de puissance ont disparu de la circulation.

Les premiers montages B.F. à transistors introduisaient peu d'avantages pour un certain nombre de défauts. Il fallait s'adapter aux conditions de basse impédance, aux problèmes de non linéarité de transfert tension/courant. Il fallait aussi introduire dans les montages des condensateurs électrochimiques, de tension de service assez basse mais de forte valeur que l'on utilisait non pas pour les découplages ou pour les filtrages d'alimentation mais aussi pour les liaisons audio inter-étages. Il en résultait des problèmes de fiabilité, d'ailleurs fréquents sur les premiers appareils : claquage des condensateurs (et des transistors), dûs à la fiabilité dans le temps et surtout à la température. Pour réduire celle-ci, on décida de passer à la classe B. Dans les vieilles publicités, on n'hésitait pas à mettre au premier plan le rendement et qu'un amplificateur de 2 x 40 watts ne consommait à vide que 2 watts, au lieu de 150 watts pour un montage à tubes. Vinrent ensuite les différents montages destinés soit à augmenter la puissance, soit à diminuer le taux de distorsion : montages en pont, montages O.T.L., étages de sortie push-pull. A cette époque, on pensait déjà aux montages symétriques ou quasi-complémentaires et on attendait la mise sur le marché de transistors complémentaires de grande puissance. La lenteur de la mise sur le marché de ceux-ci, les problèmes d'appariage retardèrent cette évolution. A partir des années 65 plusieurs circuits intéressants furent proposés. On se souvient peut-être des premiers amplificateurs J.B.L, du Quad 50E ou de ce fameux « Stéréo 120 » élaboré par David Hafler en 1966. C'était l'un des premiers appa-

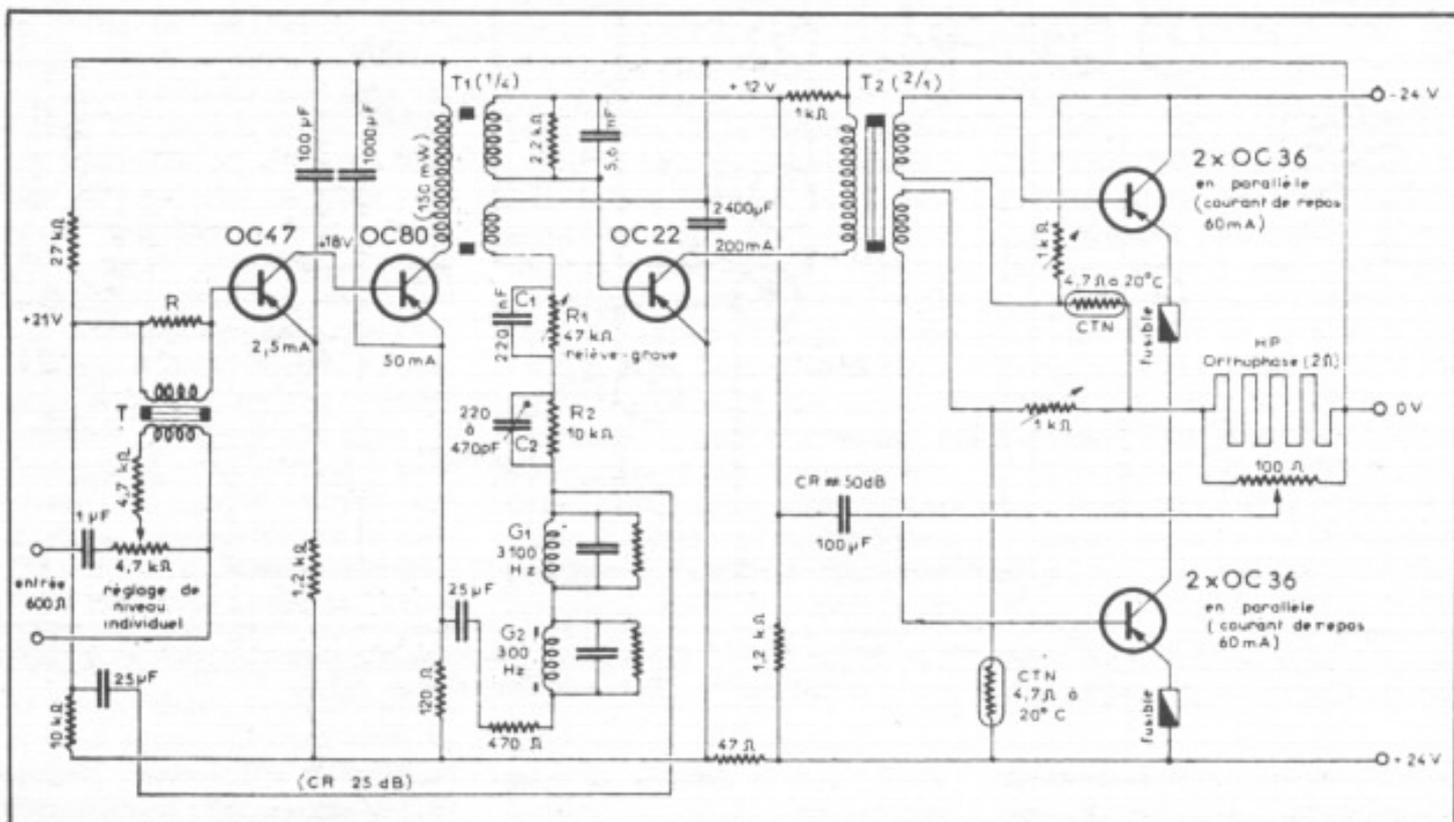


Un montage dont les performances attirèrent beaucoup d'amateurs, le Dynaco Stéréo 120, de 2 x 60 watts.

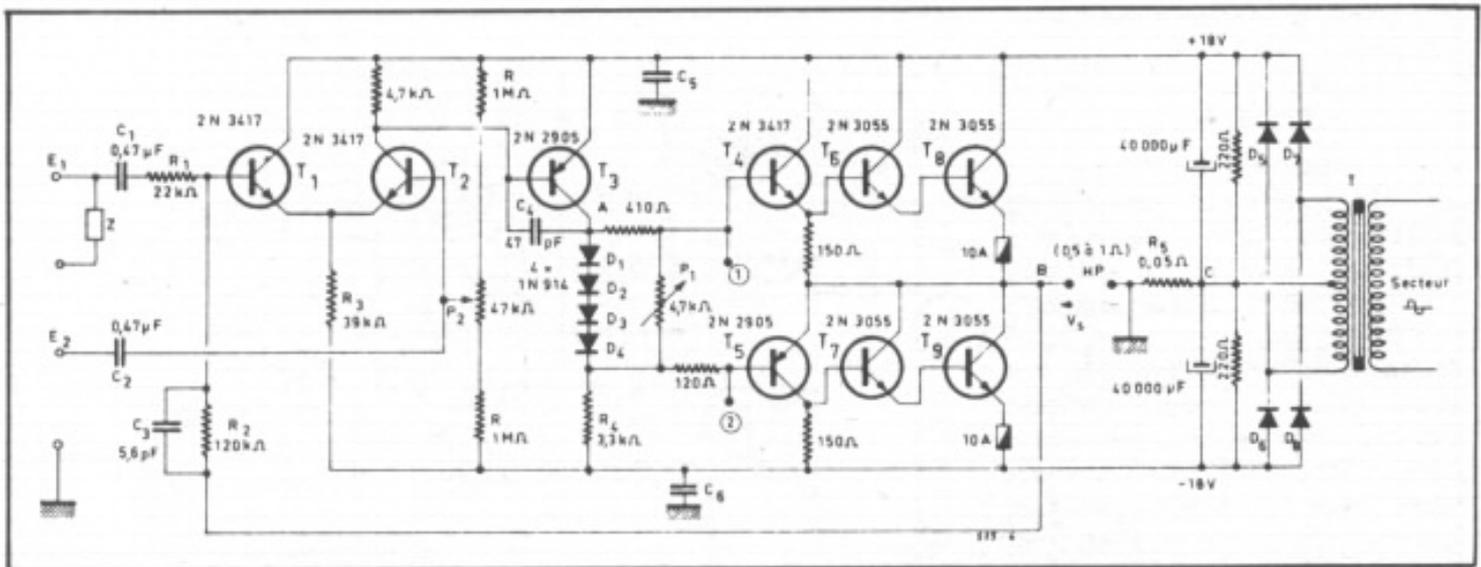
reils qui, à cette époque, pouvait fournir plus de 60 watts par canal avec un taux de distorsion inférieur à 0,5 % entre 30 et 20 000 Hz. C'est à partir de ces années que le transistor de puissance 2N 3055 fut utilisé dans la plus grande majorité des montages. En France, amateurs et professionnels ne restèrent pas inac-

tifs, surtout à partir du moment où furent introduits en France les transistors américains R.C.A. ou Motorola. La Revue du Son a souvent proposé, entre 1960 et 1975, des circuits parfois forts attrayants tels que ceux décrits par Rabeyrolles, Ch. Klein, Cerf, Dehay, Loyez, Fraisse et bien d'autres. Certains de ces cir-

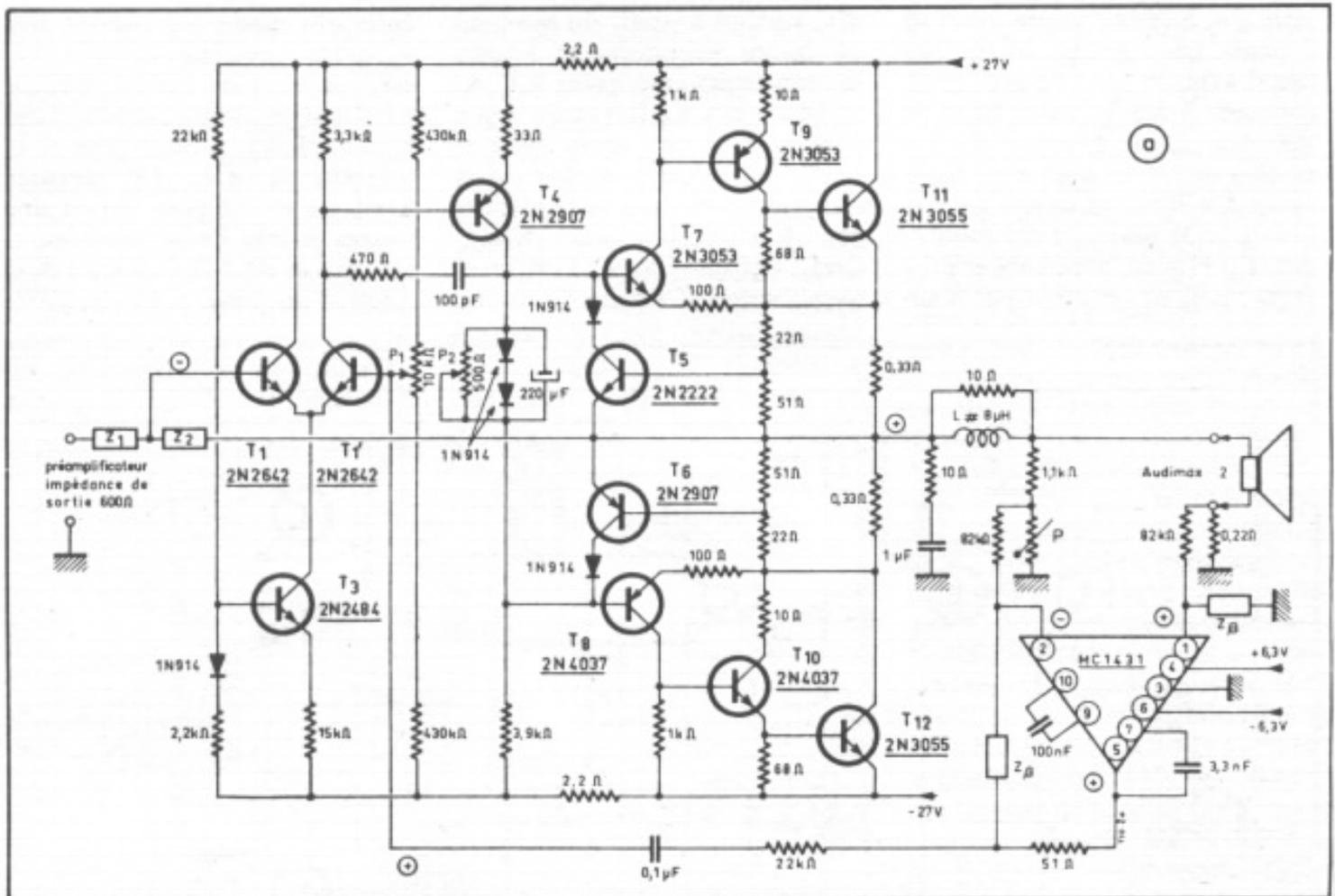
cuits ont même été parfois très en avance sur leur époque. Tel est l'exemple du circuit proposé par Georges Gogny, créateur des haut-parleurs « Soucoupe » et « Orthophase ». Ce dernier avait été étudié pour driver une charge à très basse impédance, soit moins de 1 Ω et il était déjà muni d'un étage d'entrée diffé-



Un des premiers montages transistorisés étudié pour s'adapter directement à des charges de très basse impédance (Orthophase OR6 T120, Revue du Son, Février 1962).



Version très en avance sur son temps : montage transistorisé adaptés à des charges de très basse impédance. Remarquer l'emploi de l'étage d'entrée différentiel, encore très rare à l'époque, ainsi que l'utilisation de condensateurs de forte valeur sur les circuits d'alimentation. (Amplificateur Géo, Revue du Son, Aout 1967).



Amplificateur sophistiqué des années 70, étudié par J. Cerf. Remarquer l'emploi de régulateurs de courant, la mise en oeuvre d'un circuit de contre-réaction actif à circuit intégré. (Revue du Son, Février 1971).

rentiel, devenu très à la mode actuellement. D'autres avaient déjà pensé à asservir soit la boucle de contre-réaction (circuit

actif), soit à asservir le haut-parleur.

Au Japon, ce n'est qu'à partir des années 70 que l'on com-

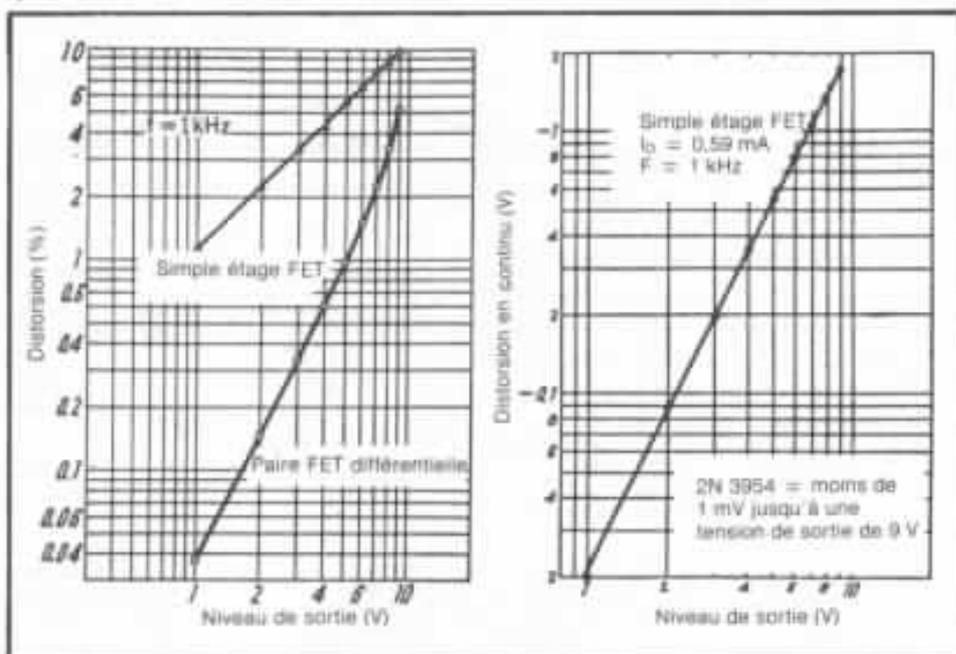
mença à s'intéresser sérieusement aux circuits transistorisés. Jusqu'à cette date, les schémas très originaux étaient encore

rares, mis à part quelques idées lancées par Sony (Kondo, circuit S.R.P.P. FET/bipolaire) ou par Sansui. On s'occupait surtout de question de fiabilité, de facilité de mise au point et de montages pouvant être construits en grande série sans problèmes.

Dans ce pays, c'est un spécialiste du transistor, Shigéru Téraeda, qui insista plusieurs années de suite sur les avantages de la classe A transistorisée. Parallèlement à cette idée, un autre japonais, M. Takégami (qui fonda plus tard la petite firme A & E) optait pour la solution du couplage direct d'un bout à l'autre des étages amplificateurs. Cela exigeait du même coup l'emploi de composants de haute qualité, de transistors complémentaires parfaitement appariés. Cette obligation relevait d'autant les qualités du montage, qui passait de la version push-pull O.T.L. (sans transformateur de sortie) à une version plus élaborée, nommée « D.C./O.T.L./O.C.L. », c'est-à-dire à couplage direct, sans transformateur ni condensateur de sortie ou de liaison inter-étages. On était alors en 1970.

C'est à partir de cette date que l'on pu lire dans la presse technique japonaise les premiers articles de Akihiko Kanéda qui devint rapidement très connu. On pourrait assimiler ses travaux, ses réalisations, ses articles aux moments de gloire que connut en France Pierre Loyez, grâce à ses réalisations baptisés « Grand Amateur », dans le contexte d'une époque où le niveau de qualité moyen des maillons disponibles sur le marché était très nettement inférieur.

En 1965 avec Loyez en France tout comme en 1971 avec Kanéda au Japon, les amateurs de haute fidélité sachant manier le fer à souder se trouvaient en face de ce qu'il attendaient depuis longtemps : la possibilité d'améliorer d'une façon très sensible les circuits amplificateurs

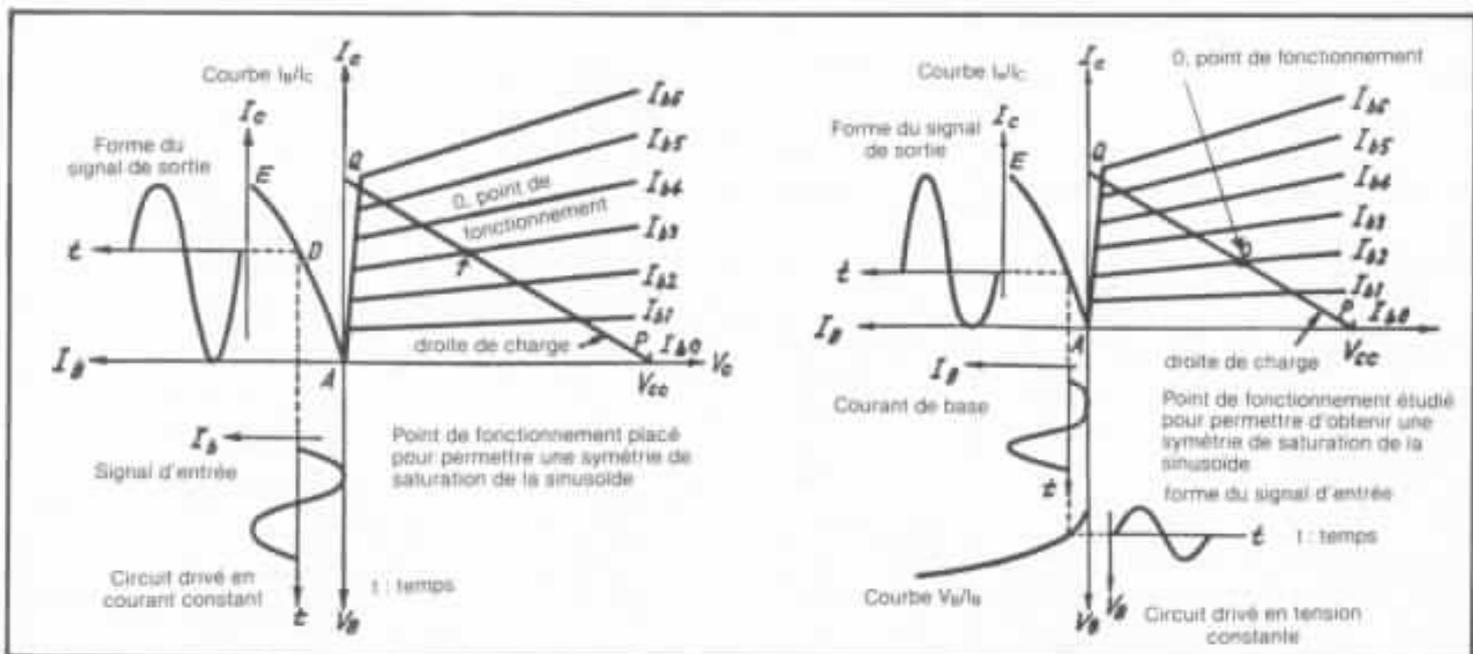


Caractéristiques de distorsion/niveau de sortie et de glissement en tension continue par rapport au niveau de sortie pour un transistor FET monté soit en simple étage, soit en paire différentielle.

basse fréquence.

Le premier circuit décrit par Kanéda en 1970 était un préamplificateur. Son étude débutait par une analyse systématique de chaque point du circuit, du pour et du contre, des avantages et des défauts de chaque possibilité : niveau maximum admissible en entrée, caractéristique de distorsion à 20 Hz, 1 kHz et 10 ou 20 kHz, allure de la courbe de distorsion à toutes ces fréquences à très faible, moyen ou à haut niveau de sortie, forme des saturations, courbe de réponse niveau/fréquence en boucle ouverte, caractéristique de distorsion et de linéarité de chaque transistor employé. Ce qui n'est d'ailleurs qu'assez courant si cela concerne une étude sérieuse. Cependant, pour les articles signés Kanéda, ces études étaient poussées à l'extrême. Elles concernaient aussi les différences constatées à l'écoute selon les origines, les technologies des composants actifs et passifs employés et des tests d'écoute poussés étaient toujours commentés en détail dans chaque article. D'habitude, ce que l'on lisait d'habitude dans les revues

spécialisées était plutôt un choix rapide de la structure des différents étages, quelques mesures suivies de brefs tests d'écoute, souvent flatteurs mais peu édifiants car n'apportant que peu de renseignements précis sur ce qui était exactement entendu. De plus, il était en général difficile de savoir si tel défaut était dû à telle partie du montage, à la sonorité particulière de tel transistor ou encore à l'alimentation régulée, tandis que Kanéda procédait d'une façon beaucoup plus systématique, les nombreux recoupements lui permettant de bien localiser l'origine d'une qualité ou d'un défaut constaté à la mesure ou à l'écoute. Pour Kanéda, le choix d'un seul transistor, c'était parfois une recherche étendue sur plusieurs pages. Pour le premier étage, son choix se porta rapidement vers celui de l'étage différentiel d'entrée. Pour arriver à cette solution, il avait procédé par éliminations successives des montages courants à deux, trois ou quatre étages. En comparant par exemple les variations du taux de distorsion harmonique en fonction du niveau de sortie



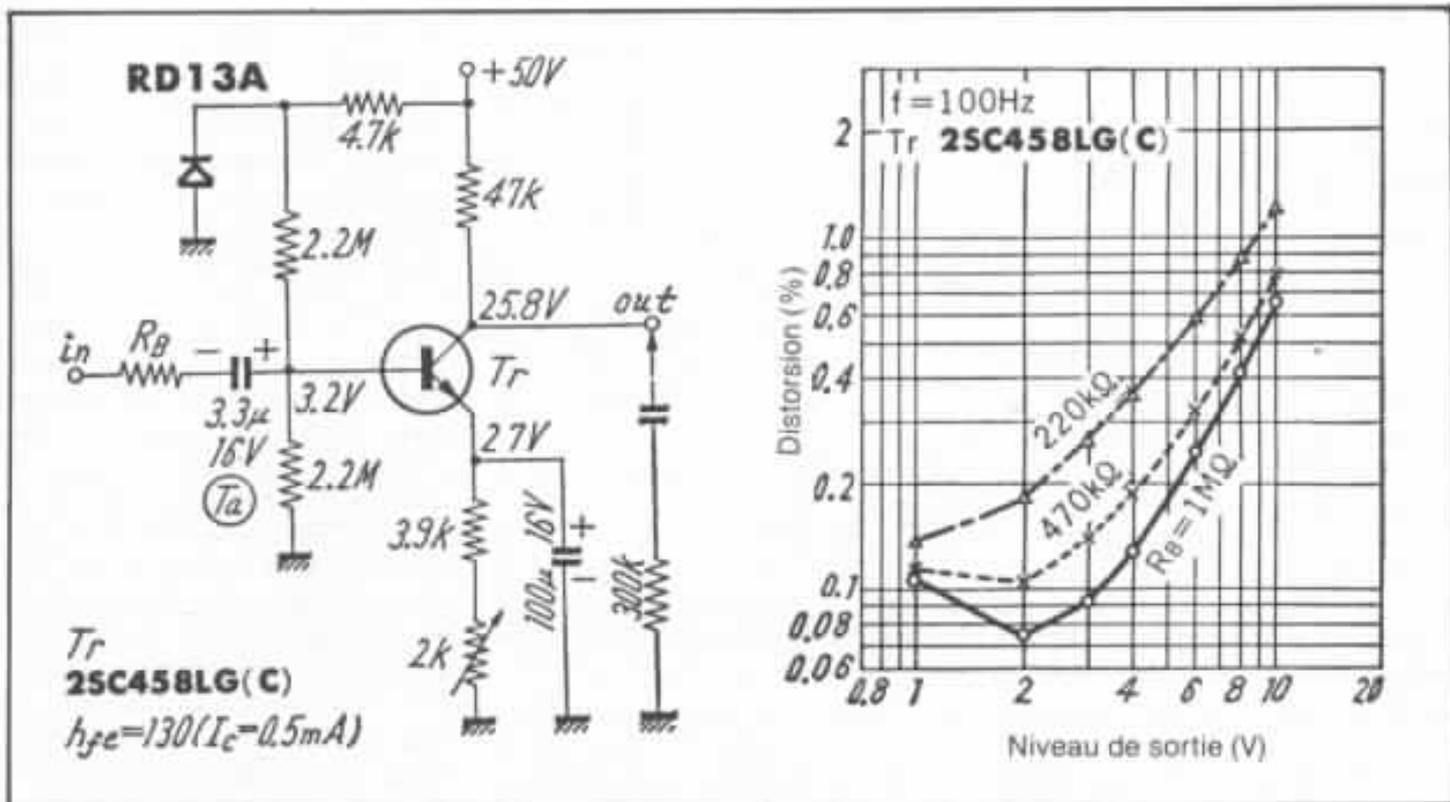
Phénomènes de non linéarité de transfert observés sur un transistor bipolaire monté en émetteur commun et attaqué soit en courant soit en tension.

sur un transistor à effet de champ monté en source commune, chargé par 27 k Ω et alimenté par une tension de 35 V, ceci par rapport à un montage différentiel équipé du même type de transistor, il obtenait des écarts marqués. En prenant le 2N 3954, l'une des meilleures (et des plus onéreuses) paires différentielles à effet de champ, il obtenait 1,2 % de distorsion pour 1 V en sortie, tandis que la paire différentielle offrait seulement 0,038 % dans les mêmes conditions. Sur la version à un seul transistor à effet de champ, il fallait ajouter une distorsion en tension continue qui, augmentant proportionnellement au niveau de sortie avait pour effet d'augmenter le taux de distorsion composé en majorité d'harmonique 2. Pour un courant I_D de 0,59 mA, cette caractéristique de distorsion en tension continue passait de - 0,02 V (pour 1 V en sortie) à - 1,5 V (pour 9 V en sortie). Dans les mêmes conditions, ce taux de distorsion en continu sur le montage différentiel ne dépassait pas 1 mV. Dans l'ensemble, les rapports de distorsion entre les deux montages

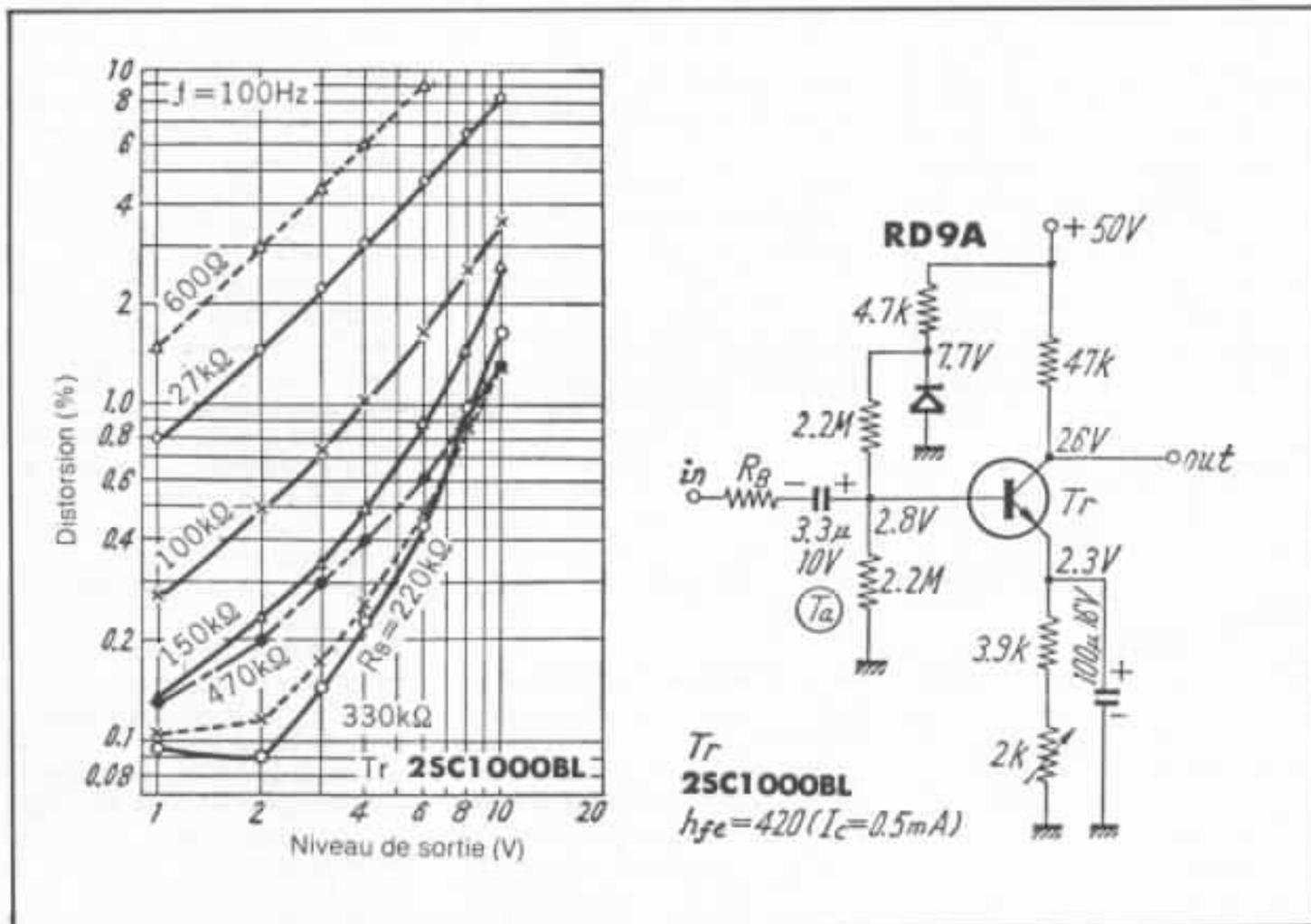
étaient de 1 : 30, ce qui n'était pas négligeable. Kanéda démontrait aussi le fait que pour un simple étage bipolaire, il n'était pas possible d'obtenir une forme très pure du signal de sortie en drivant le montage par une tension ou par un courant constants. Dans les deux cas, les courbes de transfert (EDA ou EA) n'étaient pas assez linéaires pour permettre d'accéder à un faible taux de distorsion, même en plaçant le point de fonctionnement dans la condition la plus favorable, celle procurant une forme de saturation symétrique du signal sinusoïdal appliqué à l'entrée. Plusieurs raisons (gain, bande passante niveau/fréquence, distorsion, niveau de sortie) obligeant Kanéda à conserver une valeur de 27 k Ω pour la charge du premier étage, il se posait, pour le second étage, le problème du choix de la valeur optimale de R_B . Selon les transistors NPN ou PNP utilisés, déjà pré-sélectionnés pour leurs qualités subjectives (comme le 2SC 458 LG (C), le 2SC 1000 BL, le 2SA 640, le 2SA 750, le 2SA 493 GR, il y avait ce problème d'optimisation des distorsions.

Pour $R_B = \infty$ (courant constant) ou $R_B = 0$ (tension constante), il fallait trouver un compromis : réduction de la distorsion globale obtenue en fonction de la distorsion produite par la caractéristique $V_B - I_B$ par rapport à celle de $I_B - I_B$, c'est-à-dire un effet de compensation d'une courbe par l'autre. Pour une valeur de R_B de 27 k Ω adaptée à des conditions optimum de distorsion (soit de 10 à 30 fois inférieure à ce qui était obtenu lors des premières tentatives du choix optimal de R_B) il fallait encore trouver le moyen de réduire le taux de distorsion aux fréquences élevées. Il ne fallait donc pas s'arrêter à cette première optimisation en estimant comme étant « inévitable » l'augmentation de la distorsion aux fréquences élevées à bas niveau. Kanéda voulait justement réussir à obtenir l'opposé, ce qui paraissait théoriquement impossible. C'est ainsi qu'il aboutit à la solution du deuxième étage monté lui aussi en différentiel suivi du dernier étage de type émetteur follower.

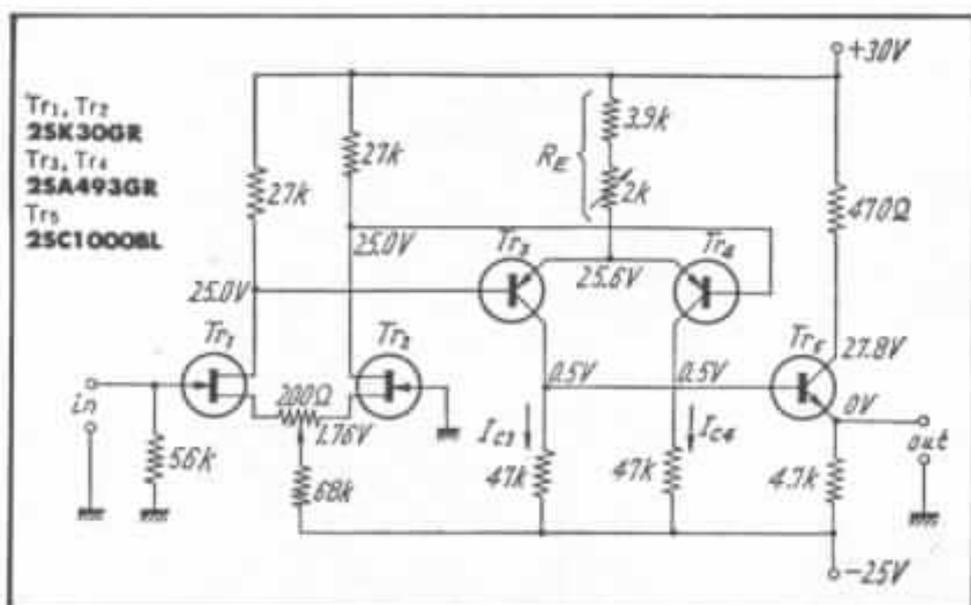
Déjà, on remarque que le montage ainsi choisi prend la



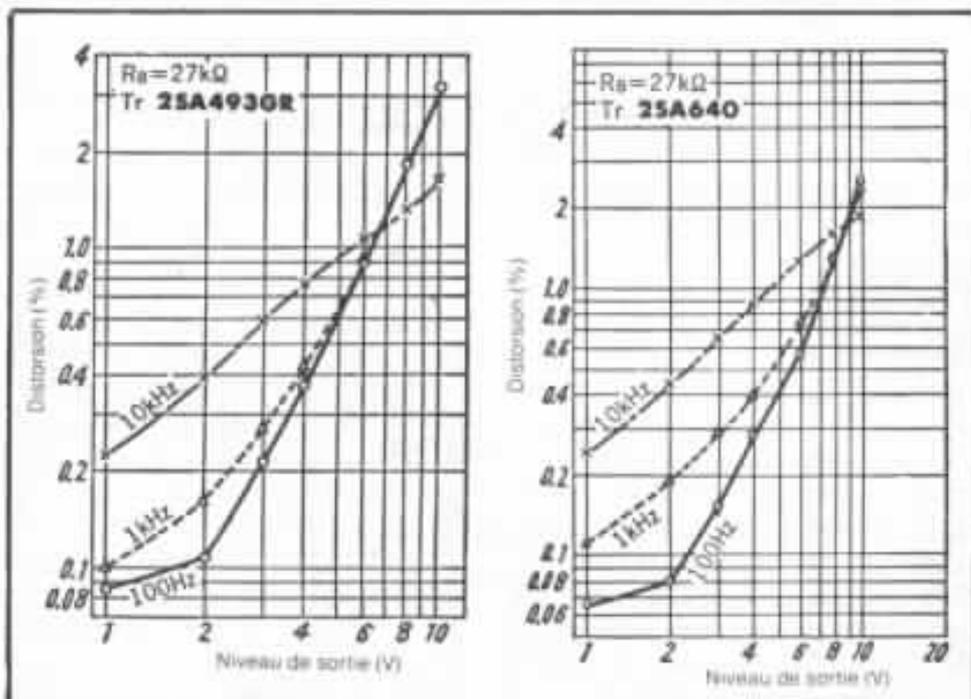
Effet de la valeur de R_B sur la distorsion, pour un transistor monté en émetteur commun, le 2SC 458 LG (C).



Recherche d'optimisation de la distorsion pour des valeurs de R_B plus basses, où le 25C 1000 BL est utilisé.



Première version du préamplificateur Kanéda (1970). Les 2SA 493 et 2SC 1000 sont employés sur le second et le troisième étage.



Performances de distorsion vis-à-vis de la fréquence et du niveau de sortie, pour les transistors 2SA 493 et 2SA 640 montés en simple étage, en émetteur commun et utilisant une valeur de R_B de 27 Ω . Remarquer la légère amélioration apportée par le 2SA 640, qui était également plus intéressant sur le plan subjectif.

forme de la version définitive. Encore fallait-il optimiser la valeur de R_C , impédance de charge du deuxième étage, la valeur de F_C , fréquence de coupure de tout le montage en boucle ouverte. Pour affiner les résultats, il ne fallait pas négliger le côté subjectif de l'affaire. Longtemps, Kanéda hésita sur le

choix, l'origine du double FET d'entrée. Pour le deuxième étage différentiel, le choix se porta rapidement sur le 2SA 640 pour une question de qualité subjective. Les valeurs définitivement choisies, celles qui correspondent à celles du montage actuellement utilisé permettaient d'obtenir non seulement le meilleur

leur résultat subjectif, mais aussi une baisse marquée du taux de distorsion à 10 kHz. Pour cela, il fallait par contre considérer comme secondaire les écarts de performance de F_C obtenus en faisant varier la valeur de R_C sur le second étage. Kanéda aurait pu choisir par exemple une valeur de 10 k Ω , au lieu de 47 k Ω et remplacer le 2SA 640 par le 2SA 726G ou même par une version double nommée 2SA 798, éliminant les opérations fastidieuses d'appairage. En utilisant le 2SA 726G la valeur de F_C passait à 23 kHz au lieu de 6,1 kHz pour le 2SA 640. Il faut d'ailleurs constater que, vu le gain de l'ensemble en boucle ouverte (75,6 dB), un F_C de 5 à 6 kHz est une performance honorable vis-à-vis de celle que permet d'obtenir un très bon circuit intégré, au schéma plus complexe, comme le fameux NE 5534AN (environ 1 kHz en boucle ouverte). Mais le choix de Kanéda était aussi subjectif. Le 2SA 640 de NEC sélectionné sur un critère de H_{fe} assez bas, était incontestablement le meilleur choix. Il procurait un son bien « assis », stable, rassurant et surtout cette sorte de distribution homogène de « l'expression sonore » le long du spectre sonore. Le 2SA 726G était lui, beaucoup plus analytique, presque trop contrasté, mais avec une sorte de perte de « chaleur sonore » le réservant à d'autres montages. Le 2SA 872 était lui aussi un très bon choix, car se situant à mi-chemin entre le 2SA 640 et le 2SA 726 G. Par contre, la version double 2SA 798, proposée par Mitsubishi, relativement proche de ces trois transistors procurait, elle, un son plus dur, plus en avant dans la zone médium aiguë. Il y avait encore le 2SA 906, une sorte de version faible bruit du 2SA 726G qui produisait dans l'aigu des impressions de « pointe », de métallisation peu naturelle.

Pour l'étage de sortie, le choix s'est par contre toujours fixé sur

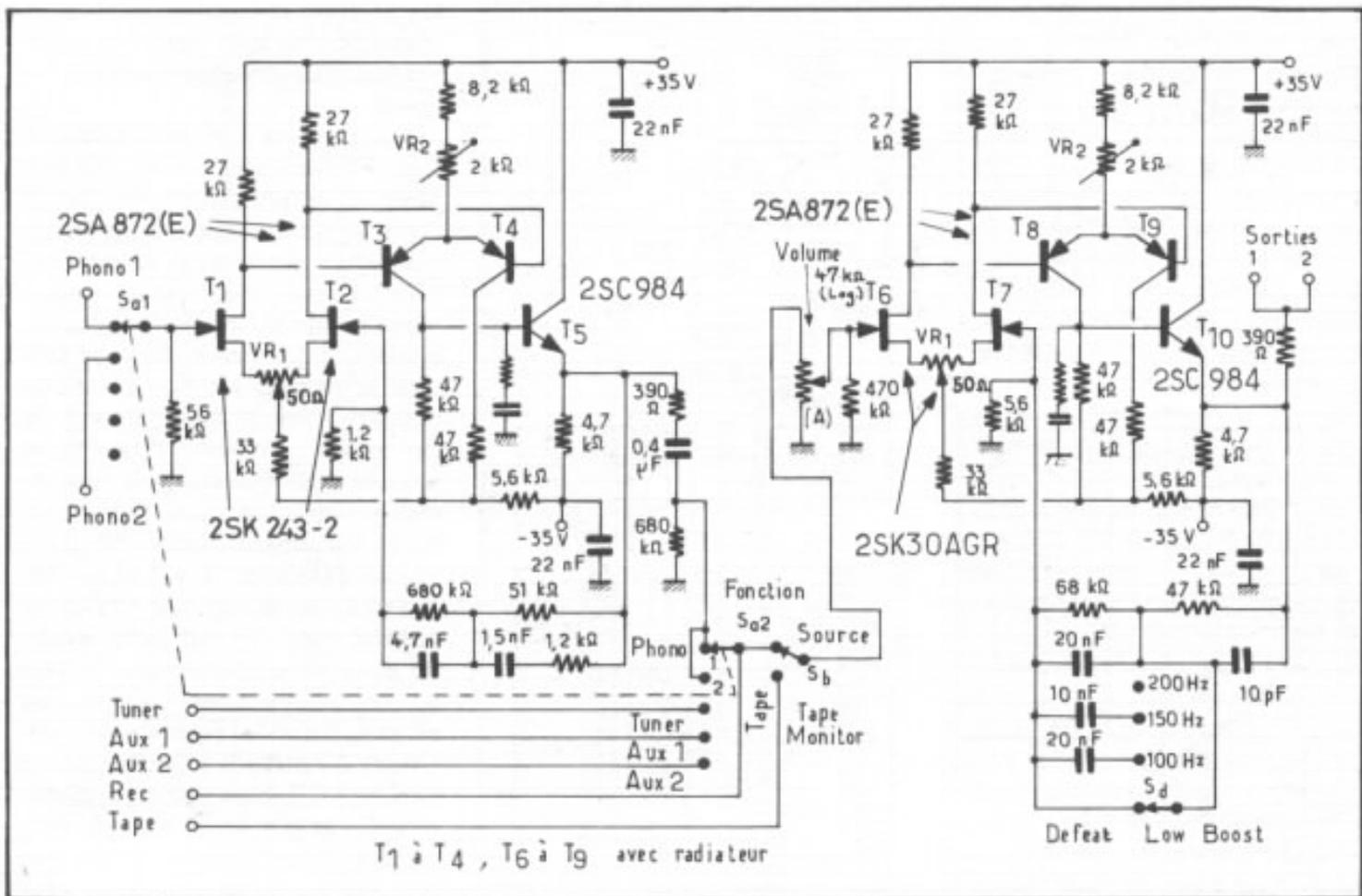
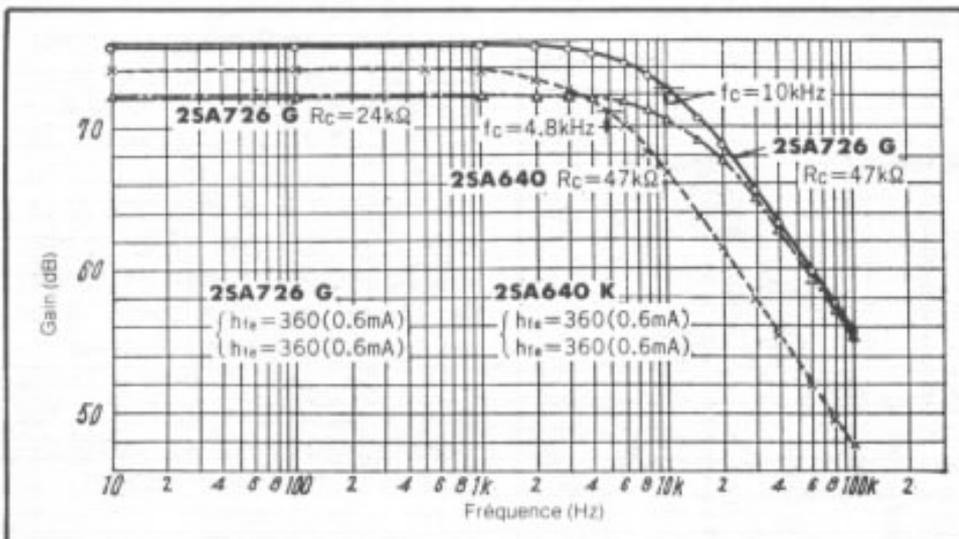


Schéma définitif du préamplificateur Kanéda, modifié par l'équipe de L'Audiophile.



Valeurs de la fréquence de coupure haute obtenues selon le choix des transistors du second différentiel. A préciser que le H_{fe} des transistors utilisés est identique.

effet d'arrondi sonore, une perte de la richesse harmonique sur le violon ou sur le violoncelle. C'est pourquoi la solution finalement choisie fut l'introduction d'un réseau RC série placé entre

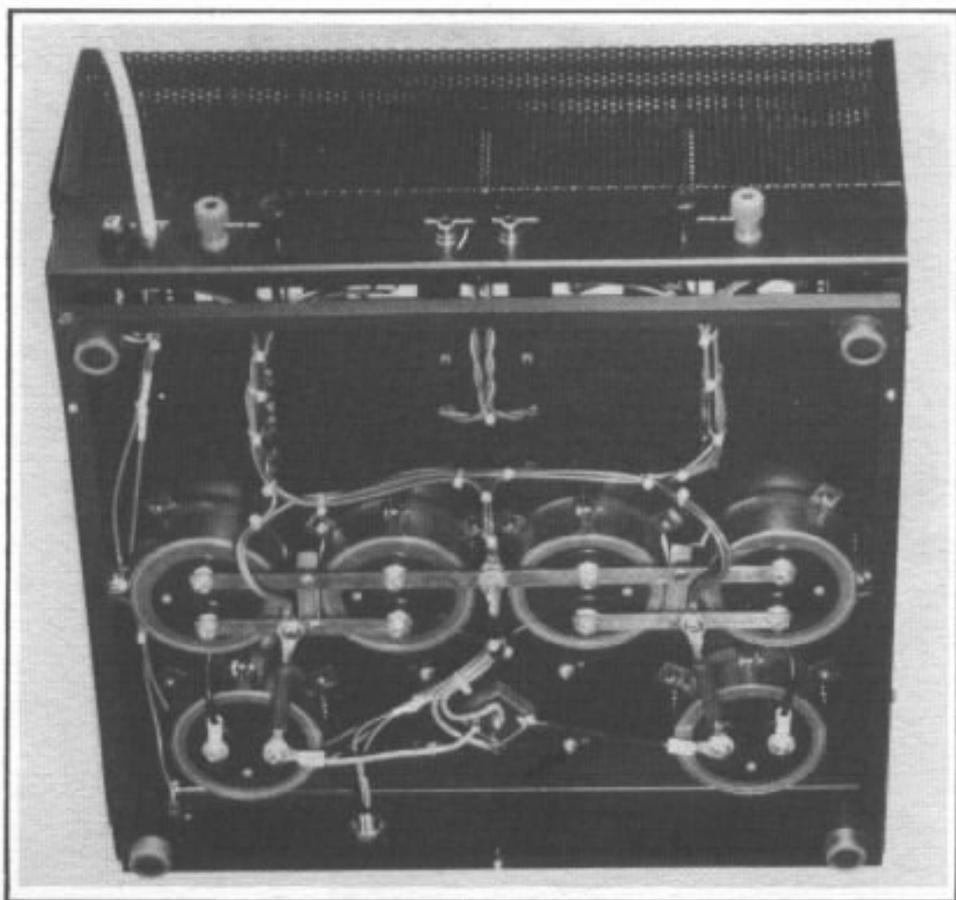
la base du 2SC 984 et la masse.

Entre temps, Kanéda, sans cesse à la recherche d'une amélioration possible passait à d'autres configurations plus complexes : introduction de cir-

cuits régulateurs de courant, adoption d'un étage de sortie push-pull, séparation des fonctions « Roll-Off » et « Turnover » de la correction RIAA, exigeant l'emploi de deux circuits amplificateurs montés en cascade. Or, il s'est avéré qu'il ne s'agissait pas de la meilleure solution. Il y avait certes, un gain en précision, en détails, en transparence. Mais, en contrepartie il fallait aussi constater une perte en naturel et surtout remarquer que si les sons semblaient avoir gagné en pureté, ils devenaient légers, aériens, avec cette impression d'entendre un piano qui aurait perdu une bonne moitié de son « coffre ».

Dans le grave, l'introduction des circuits régulateurs de courant, d'une alimentation régulée (pourtant ultra-rapide) produisait un son très agréable, aux attaques franches, très rapides et totalement absentes d'effet de

traînage. Il y avait aussi un effet remarquable de profondeur qui a toujours su plaire à l'auditeur. En contrepartie, il avait été remarqué, sur les montages préamplificateurs très récents conçus par Kanéda un curieux effet sur les sons graves flous (comme l'effet de salle, les échos, l'orgue enregistré de loin). Ils pourraient s'apparenter à ceux que l'on obtient sur le ML-2 (Mark Lévinson), malgré la mise en évidence de très nombreuses qualités. C'était une sorte d'effet Loudness, un côté feutré très doux mais pourtant très bien contrôlé car rapide sur les attaques. Par ailleurs, il y avait comme un effet de limitation dynamique, compensé en partie par la rapidité des attaques et surtout par l'extrême degré de définition du reste du spectre sonore reproduit. En comparaison, si « notre » version n'était pas, à ses débuts à la hauteur des derniers montages Kanéda, les améliorations dues au choix des composants, à la structure de l'alimentation permettaient d'égaliser, puis de dépasser ces niveaux, sans procurer ces petits défauts de coloration ou de limitation dynamique dans le secteur grave/grave-bas-médium. Ce n'est que vers 1981 que M. Kanéda, qui eut l'occasion de comparer chez M. Tanaka deux de ces versions les plus élaborées ne put que constater que sa « vieille version de base », ainsi modifiée dépassait nettement en performances subjectives ses plus récentes réalisations. Mais, pour lui, il n'était plus question de faire marche arrière. C'est pourquoi il a proposé lui aussi des améliorations de son ancienne version, comme par exemple le remplacement du 2SA 640, devenu introuvable, par le 2SA 726G, ce qui permettait de gagner en transparence. De même, nous l'avons vu proposer récemment une version alimentée par batteries. Cependant, de



Amplificateur Hiraga 20 W classe A, version actuelle.

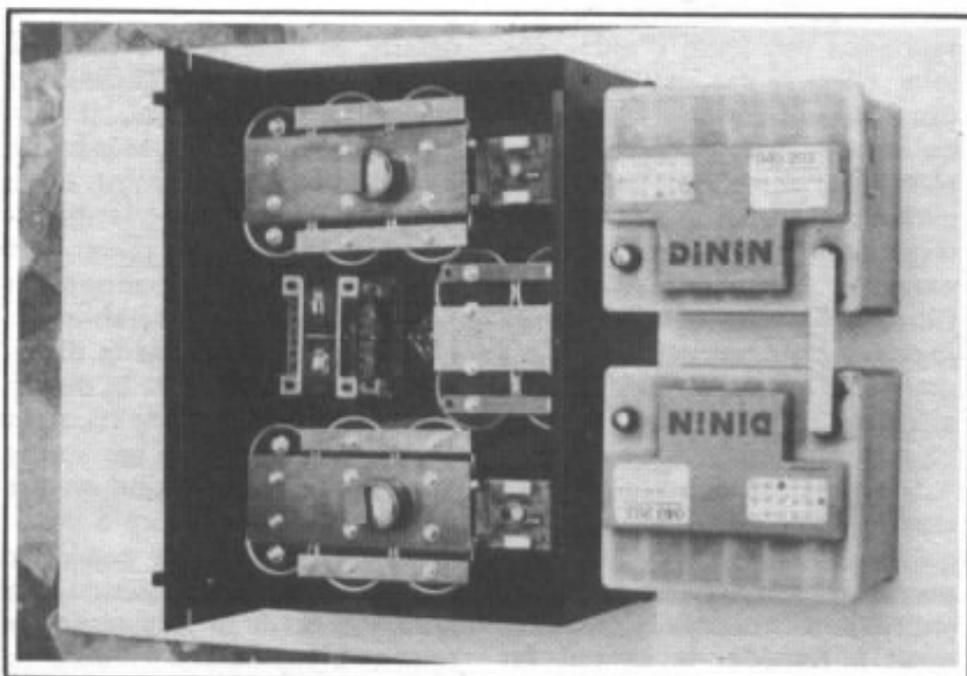
ce côté, nous sommes sûrs que certains audiophiles français (ou japonais) ont tenté d'aller plus loin. C'est le cas des améliorations subjectives très favorables qu'ont procuré les batteries au plomb qui alimentent les circuits permettent ainsi de s'affranchir totalement des problèmes de parasites secteur, de résidus de filtrage. Si cette solution a été jugée ridicule par certains, c'est pourtant celle qu'ont fini par adopter certains constructeurs japonais, américains ou anglais.

L'amplificateur 20 watts classe A est lui aussi un circuit qui a su faire ses preuves et qui a pu subir entre-temps plusieurs petites améliorations. Contrairement à Kanéda, le circuit, lui aussi très simple, n'utilise pas d'entrée différentielle, ce qui est malheureusement au détriment de la performance de distorsion. Mais il faut aussi savoir qu'un étage différentiel ne fonctionne jamais parfaitement, que les plus infimes différences entre deux

images superposées suffisent pour apporter une perte de détails. Si cette perte représente malgré tout peu de choses par rapport aux avantages, il faut par contre constater que la baisse du taux de distorsion est sélective, ne réduisant que la distorsion par harmonique pairs. Fort heureusement, les montages Kanéda arrivent à rétablir cet important équilibre de la distribution harmonique de la distorsion. Le circuit amplificateur classe A 20 W prouve par contre que ce taux de distorsion mesuré devient plus secondaire à partir du moment où cette condition d'homogénéité de distorsion harmonique est à la fois respectée tout en n'étant pas à la merci de plusieurs conditions d'auto-compensation de différents paramètres. Malgré sa faible puissance mesurée, il prouve combien cette notion du watt transistorisé peut se revaloriser par rapport à celle qu'offraient les bons circuits amplificateurs à tubes



Amplificateur Hiraga 20 W classe A. Remarquer l'emplacement pris par les composants des circuits d'alimentation.



Amplificateur 8 watts classe A baptisé « Le Monstre », mettant en oeuvre des circuits d'alimentation démesurés. Il permet d'obtenir des résultats d'écoute hors du commun, prouvant le bien fondé des théories développées depuis six ans.

d'autrefois. C'est également le chemin que suivait le fameux « Monstre », dont la puissance

ne dépassait pas une huitaine de watts de canal, où il était par contre recherché un degré de

définition encore plus accru. Au sujet des alimentations, diverses expériences ont prouvé qu'il était possible de tirer de très bons résultats des alimentations surdimensionnées à batteries et à fortes capacités, que les performances dynamiques, que le gain en naturel étaient décisifs et qu'il fallait aller très loin dans le domaine de l'élaboration des alimentations régulés pour égaler ces performances. Mais c'est surtout la simplicité de ce procédé, la fiabilité, la certitude des résultats obtenus qui ont tenté plusieurs constructeurs d'appareils de haut de gamme, rejoignant ainsi les idées établies par L'Audiophile depuis déjà six ans.

Du côté enceintes et haut-parleurs, les autres articles de ce numéro en parlent avec plus de détails. Il est toutefois important d'insister sur le fait que plusieurs constructeurs ont fini par comprendre l'importance du haut rendement dans la conception d'enceintes destinées à reproduire le maximum d'informations sonores avec un haut degré de fidélité. Ce qui n'était pas très facile pour un constructeur de haut-parleurs habitué aux petites ferrites, aux larges entrefers nécessaires à une fabrication en grande série.

De toute évidence, les faits sont là. Aux U.S.A., au Japon, en Grande Bretagne, en France ou ailleurs, on revient aux enceintes à haut rendement, on revient à certains vieux concepts, on commercialise des idées proposées initialement par les amateurs passionnés, on adopte des schémas simples mais performants, on sélectionne les composants, on écoute, on compare, on étudie le mariage des maillons entre-eux. En Grande Bretagne, on se met à reconstruire l'ancienne version lourde du bras SME, le 3012R, à la demande des amateurs japonais. Au Danemark, Ortofon continue à fabriquer son premier phonolec-

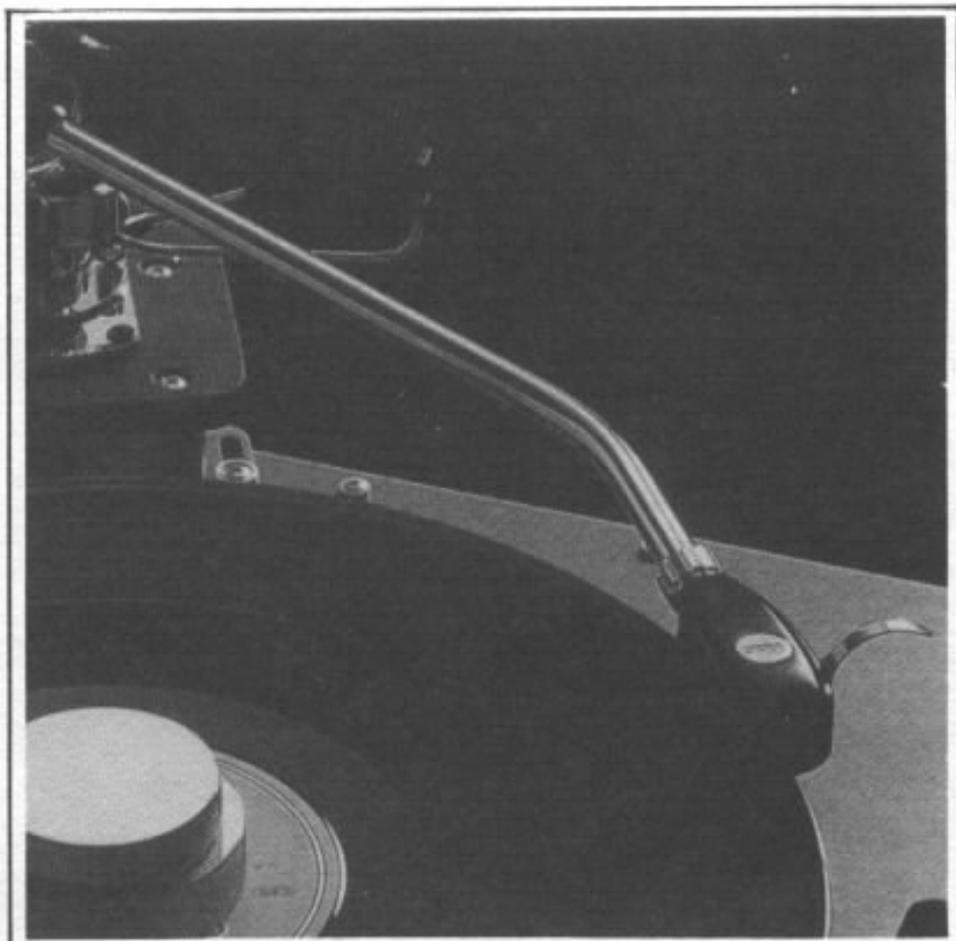
teur à bobine mobile en le proposant dans une version améliorée. Au Japon, les fabricants de bras de lecture, de porte-cellules comme Entré ou Fidelity Research reviennent à la solution du bras lourd et rigide afin que les sons reprennent du « corps ».

Dans le domaine du haut-parleur, on revient aux chambres de compression, aux modèles à haut rendement. Tannoy ou Lowther continuent de prospérer dans cette voie tandis que Goodmans vient de décider, sur la commande des japonais, de refabriquer l'un des meilleurs haut-parleurs conçus jusqu'ici : le Goodmans Axiom 80. Par ci, par là, on voit naître des nouveaux composants passifs « audio », des couvre-plateaux, des câbles, des phonolecteurs à bobine mobile, des transformateurs réalisés en fil d'argent ou de litz, des câbles de liaison spéciaux, des appareils alimentés par batteries ou munis d'alimentations surdimensionnées. Ici, on propose de nouveaux circuits où la contre réaction est absente.

Là, des constructeurs proposent des tables de lecture monstrueuses où l'on peut même avoir le choix entre cinq plateaux ou trois paliers différents. Un peu partout, de bons systèmes se montent et se perfectionnent au cours des années.

Par rapport aux quelques critiques, par rapport aux réactions jalouses de certains ou aux effets néfastes de certains profiteurs, tous ces faits montrent que

L'Audiophile a gagné, qu'il ne s'est jamais trompé dans cette voie visant la reproduction sonore de haute qualité. Bien plus que cela, cette évolution générale, à l'échelle mondiale, prouve qu'il ne s'agissait ni d'une mode passagère, ni d'illusions collectives, mais bien d'un progrès constant au service d'oreilles qui resteront toujours très difficiles à tromper.



Retour aux techniques anciennes, mais qui ont su faire leurs preuves : SME 3012R long, cellule Ortofon SPU Gold, produits des années 60, dont la fabrication a été relancée récemment.



Haut-parleurs des années 60, réactualisés et remis récemment sur le marché : la Goodmans Axiom 80 et la Jensen G 610 C.

**Page non
disponible**

M. Picot, audiophile made in France

Gérard Chrétien

Nous sommes très heureux de vous présenter dans ce numéro une installation d'audiophile intéressante à plus d'un titre. D'abord il s'agit d'une installation réalisée par un audiophile français, jusqu'à présent les plus belles installations nous venaient toujours du Japon. Ensuite, ce système représente l'une des meilleures synthèses que l'on puisse imaginer des trente premiers numéros de l'Audiophile.

M. Picot réside dans région lyonnaise. Le domaine de la reproduction musicale n'est pas réellement une nouveauté dans sa famille puisqu'il est, en effet, la troisième génération de passionnés.

Mis volontairement en hibernation pendant de nombreuses années pour des raisons budgétaires, le virus héréditaire de M. Picot n'est ressorti qu'à l'âge de 45 ans.

Ces années d'hibernation furent mises à profit pour réunir les documentations de toutes sortes, plans, schémas... et ainsi de définir les grandes lignes du projet que coûte que coûte, il mènerait à bien. La solution d'un système à pavillon lui sem-

blait la seule à même de satisfaire les exigences d'un audiophile de la « troisième génération ». Malheureusement, il n'avait pas suffisamment d'éléments précis et cohérents pour entreprendre la grande aventure. Courant 78, il tomba par hasard sur les trois premiers numéros de l'Audiophile. Ce fut le coup de foudre et le stimulus qui déclencha irrémédiablement la mise en route du grand projet. Projet qui, de la platines aux enceintes acoustiques, s'inspirera des données de la revue. Les premiers achats datent de 79. Les premiers sons sortirent du système à la fin du printemps 83. Quatre années de labeur et d'opiniâtreté. Mais quel résultat et quelle leçon !

L'histoire de M. Picot est donc bien celle d'un lecteur, presque anonyme jusqu'à ce jour, qui avec les moyens d'un bricoleur a réalisé en près de quatre ans l'installation de ses rêves. Il serait bien utopique de penser que M. Picot en restera là. Tout audiophile a le désir d'aller toujours plus loin vers une perfection presque illusoire. Pourtant, avant de poursuivre cette quête portant sur une multitude de petits détails qui « font la différence », il est bien évidemment nécessaire d'élaborer une base de départ. En cela, M. Picot a superbement travaillé et n'a négligé aucun paramètre qui puissent le limiter dans les années futures.

Nous tenons à bien préciser que M. Picot est un amateur n'ayant à sa disposition aucune facilité particulière concernant les moyens de mise en œuvre. Mises à part, comme nous le verrons, les pièces tournées de la platine, l'ensemble de l'installation a été réalisé avec un tout petit outillage de bricoleur : moteur à variateur 7 000 tr/mn, différents adaptateurs, petites perceuses, ponceuse vibrante, etc.

Avant de rentrer dans le vif du sujet, mentionnons une particularité tout à fait exceptionnelle : l'épouse de M. Picot s'est prise au jeu et a participé directement et très activement à la réalisation pendant ces quatre années. Elle a réalisé entre autres les deux pavillons Iwata de médium mis à part les différentes opérations de manipulation et d'assemblage.

Synoptique de l'installation

Rentrons à présent dans le vif du sujet. Le synoptique de l'installation de M. Picot est représenté en figure 1. Le lecteur remarquera que l'ensemble du système est réalisé à partir de descriptions publiées dans l'Audiophile. Nous allons analyser point par point les différents éléments de l'installation. Nous ne rentrerons toutefois pas dans le détail de ce qui a déjà été publié, ce numéro n'y suffirait pas. Nous insisterons essentiellement sur les particularités, les astuces, les « plus » que M. Picot a apporté à la réalisation de chacun des éléments.

Nous analyserons successivement :

- la pièce ;
- la platine Verdier ;
- le pré-préampli ;
- le préampli ;
- les amplis ;
- les alimentations 220 V ;
- les enceintes ;
- le filtre actif.

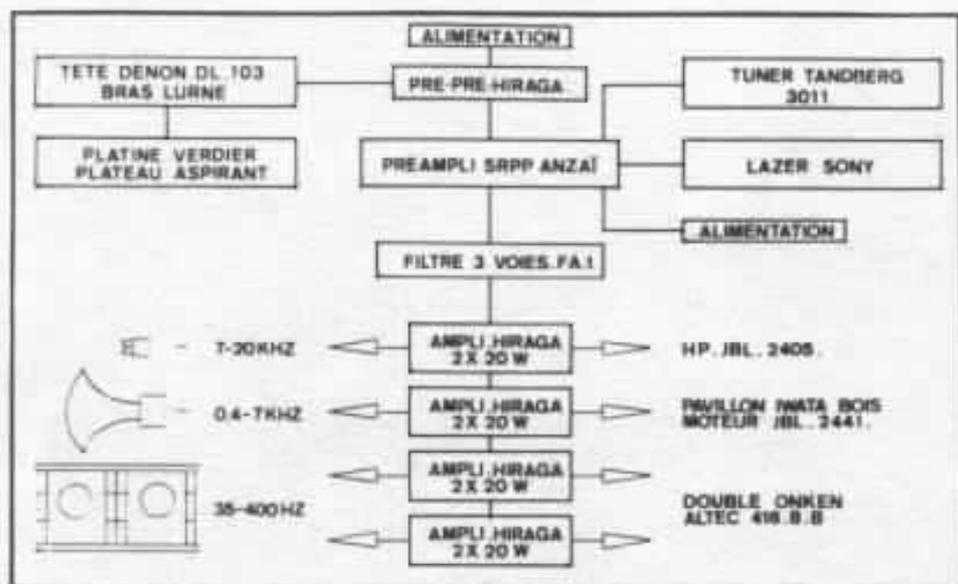


Fig. 1 : Synoptique de l'installation.

La pièce

Bien sûr, M. Picot a toujours été très admiratif face aux descriptions des merveilleux systèmes japonais. Par rapport aux

grands amateurs japonais il avait une donnée de départ unique : le volume disponible pour l'aménagement.

Au rez-de-chaussée d'une mai-

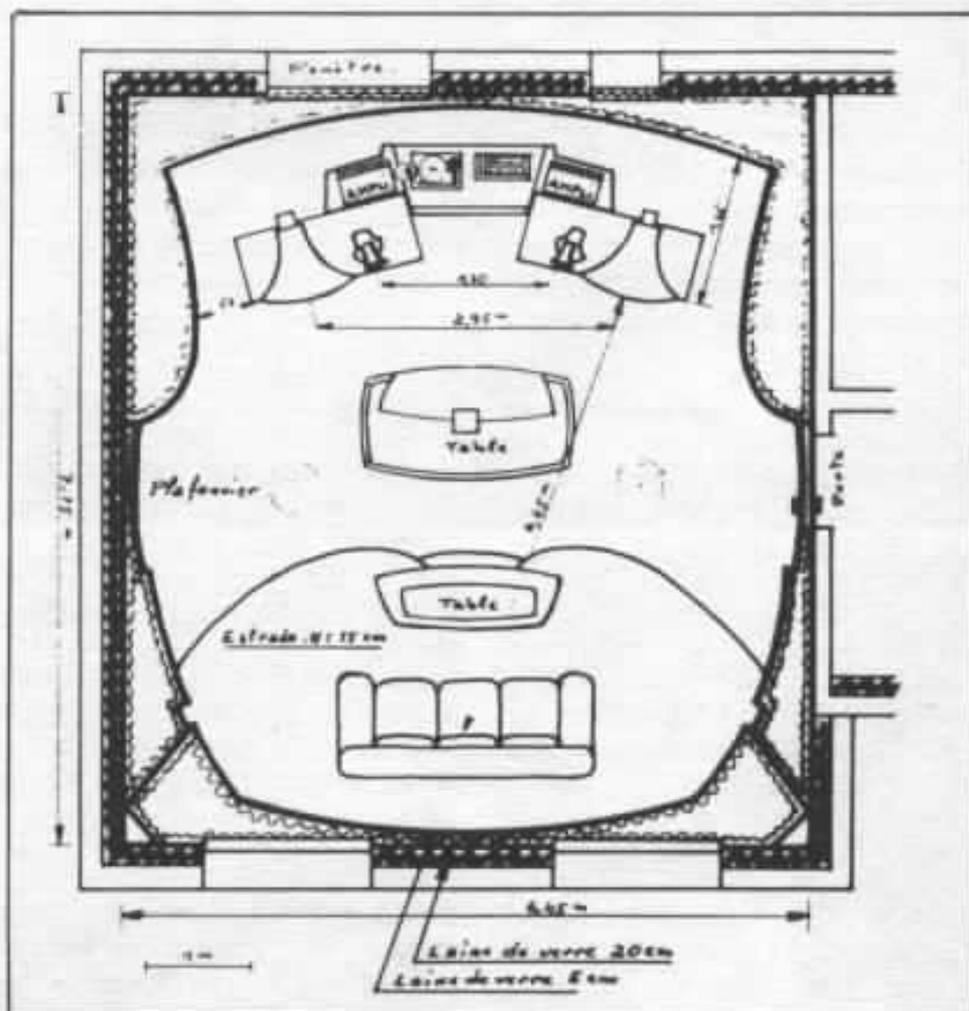


Fig. 2 : Le local et ses aménagements.

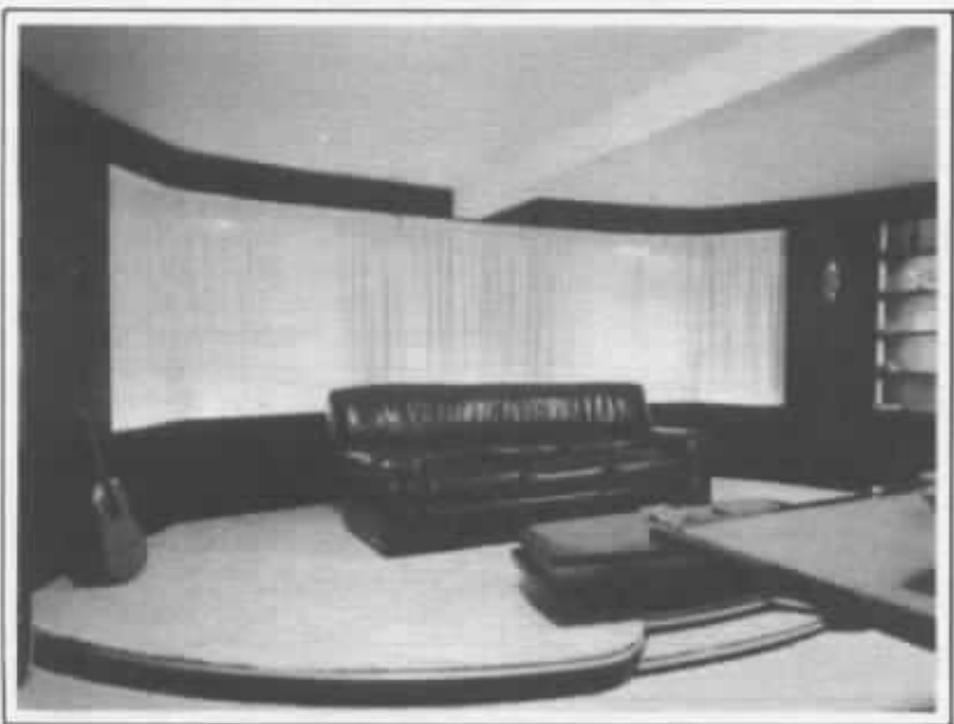


La pièce, vue latérale.

son individuelle, il disposait d'une pièce de 46 m² (7,15 m × 6,45 m) préalablement traitée sur le plan de l'isolation thermique, avec double vitrage sur les ouvertures extérieures pour satisfaire aux normes d'homologation d'EDF en matière de chauffage électrique. Les conditions initiales étaient on ne peut plus favorables.

M. Picot s'est attaché dans un premier temps à réaliser des

galandages pour s'affranchir de la forme parallélépipédique préalable de la pièce. Une multitude de chevrons verticaux ont été mis en place pour définir la forme définitive de la pièce telle qu'elle est représentée en figure 2. Plus de 100 m² d'aggloméré de 19 mm ont été utilisés pour effectuer les habillages ainsi que l'estrade, certains des panneaux des enceintes de grave et les pavillons. Les parois



La pièce, cur du fond et de la position d'écoute.

d'aggloméré sont vissées et collées à l'araldite. L'arrière est calfeutré de laine de verre de 50 mm d'épaisseur ainsi que les murs d'origine.

La décoration intérieure est réalisée en moquette murale sur une hauteur de 80 cm, le reste est en velours 3 épaisseurs plissé et agraphé.

M. Picot a préféré cette décoration « semi-amortie » pour éviter les difficiles réglages d'une pièce réverbérante, principalement dans le cas de l'utilisation de système à pavillon.

La position d'écoute est surélevée par une estrade de 15 cm et tient compte de la hauteur des haut-parleurs de médium et d'aigu en regard à la position de l'auditeur.

Absolument symétrique avec un minimum de parois face à face, la forme de grand pavillon de part et d'autre des enceintes permet d'augmenter encore le rendement des basses fréquences.

A l'arrière du canapé placé à la position d'écoute, l'amortissement est effectué avec quatre épaisseurs de feutrine et velours et 50 mm de laine de verre.

Au centre de la pièce, il y avait malheureusement d'origine un pilier vertical de 20 × 20 cm. Pour le faire oublier, il a été mis en place autour de celui-ci une table de 2 × 1,10 m sans pieds qui s'est avérée très pratique pour les manipulations de disques.

Pour terminer avec la décoration, devant le canapé d'écoute, une table basse réalisée en aggloméré laqué noir reçoit dans sa base les commandes d'éclairage de la pièce. Dans un proche futur, les potentiomètres de volume par commande à distance et moteurs d'asservissement y seront incorporés.

Le sol enfin, il est constitué par une moquette en laine très épaisse.

La platine

La platine est le seul élément de l'installation pour lequel il ait été fait appel à des aides extérieures pour l'usinage de certaines pièces. Elle découle directement des études publiées par M. Verdier dans l'Audiophile n° 13, 14 et 15. Des modifications y ont été apportées, le poids total est de 73 kg, le support moteur de 25 kg, le socle de 25 kg et le plateau de 23 kg. L'axe et les aimants sont rigoureusement identiques à la version de M. Verdier.

Le palier, autolubrifiant à sec,

est en Kinel (polyimide) chargé au graphite et bisulfure de molybdène. Les faibles valeurs de coefficient de dilatation confèrent à ce produit une stabilité dimensionnelle remarquable même à température élevée. De plus, ce produit offre une bonne conductivité.

Le socle est réalisé de la manière suivante :

— un coffret en contreplaqué de 24 mm de boulot de Finlande, du même type que celui utilisé pour les enceintes Onken ;

— l'intérieur de ce coffret est garni de blocs de plomb agglomérés

avec une résine époxy à trois composants (araldite CY 219), de la grenaille de plomb et des sables de différentes granulométrie.

Par rapport à la platine Verdier d'origine, le plateau est surbaissé à l'intérieur du socle ce qui lui confère un meilleur équilibre et une ligne plus agréable à l'œil ;

— le plateau tourné par un artiste de la profession a été rectifié recto-verso en rotation sur son axe.

Compte tenu du poids et de l'écartement plus important des

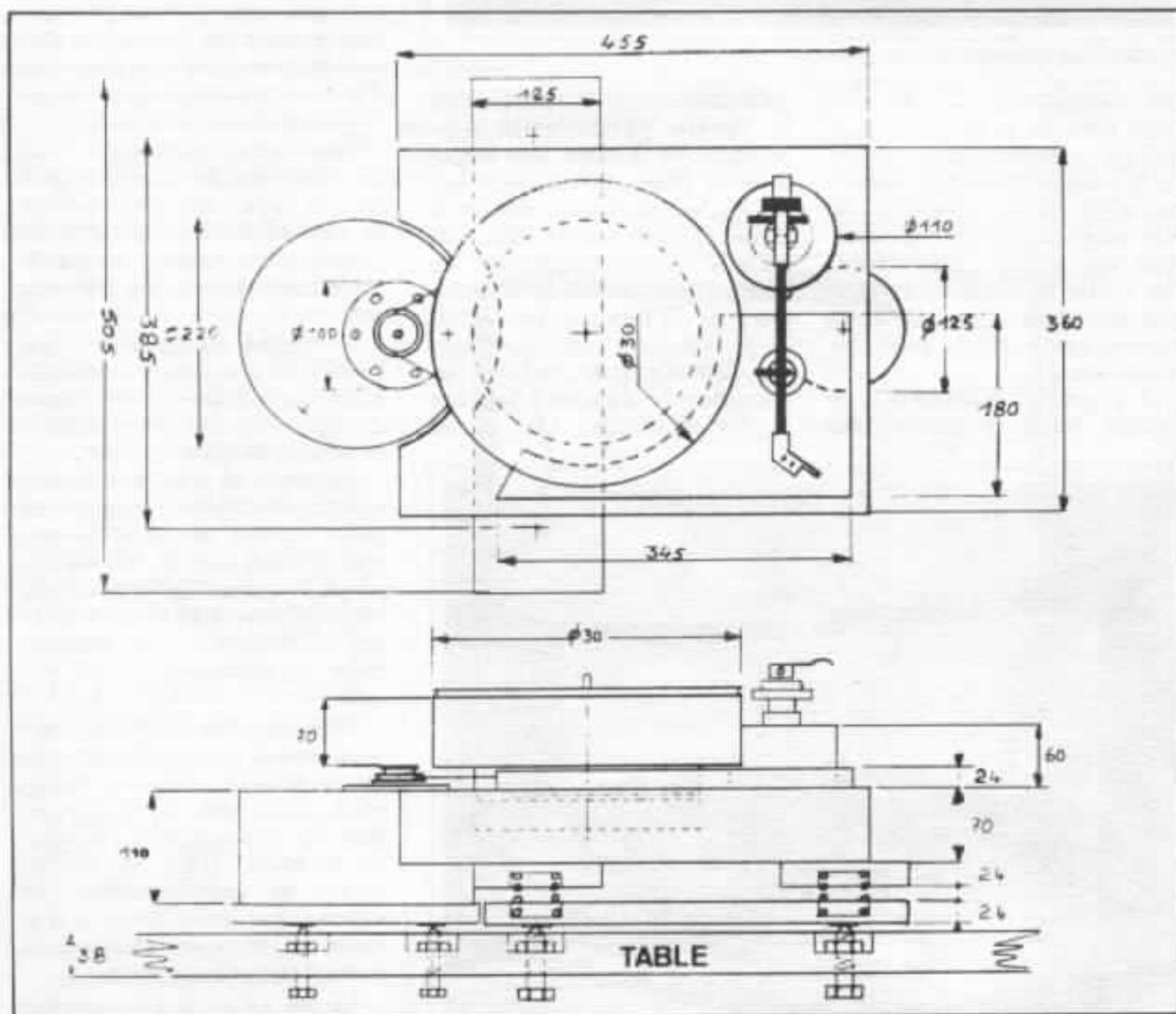


Fig. 3 : La platine réalisée sur la base de la Verdier. Poids total : 73 kg (support moteur 25 kg, socle 25 kg, plateau 23 kg). Bras Lurné argent, Plateau aspirant Audiotecnica. Cellule DL 103.



La platine.

trois points d'appui par rapport à la version d'origine, l'équilibrage s'avère moins critique. Les amortisseurs pneumatiques n'ont pas été utilisés, cependant les ressorts de suspension sont plus volumineux du fait du surcroît de masse important.

Les réglages d'horizontalité du moteur et de la platine sont assurés par des vis pointeaux, trois de diamètre 6 pour le moteur et trois de diamètre 8 pour la platine. Ces réglages sont accessibles sous le plateau du meuble de 38 mm d'épaisseur supportant l'ensemble. Ce dispositif s'avère très pratique pour parfaire entre autre l'alignement de la courroie.

L'ensemble tournant a été rodé pendant plusieurs centaines d'heures avant de figurer définitivement le diamètre des poulies afin d'assurer une vitesse de rotation de la plus grande précision possible.

Le plateau reçoit un plateau aspirant AT 666 Audio Technica effectuant le vide sous le disque. Le bras est un bras Lurné modèle argent et la cellule, la fameuse Denon DL 103.

Le pré-préamplificateur

Il s'agit du prépré Hiraga des Réalisations de l'Audiophile.

L'alimentation par piles d'origine a été remplacée par deux grosses batteries. Un relais 12 V continu assure la coupure du prépré. Il est commandé par l'interrupteur général de l'installation.

Le pré-préamplificateur est placé quasiment à la base du bras (15 cm). Le câble reliant la cellule au pré-préamplificateur est le câble en argent fourni d'origine par Pierre Lurné. Le blindage de cette liaison est excel-



Les amplificateurs sont placés à l'arrière des enceintes.

lent, il est réalisé par un guipage également en argent.

Le rayonnement d'un transformateur se trouvant à proximité a nécessité un blindage en cuivre de 2 mm d'épaisseur autour du pré-préamplificateur.

Le préamplificateur

Celui-ci a été réalisé entièrement par M. Picot. Il s'agit d'un modèle SRPP Anzai (n° 2 et 7 de l'Audiophile). L'alimentation est séparée avec une capacité totale de filtrage de 2 100 micro-Farads réalisée à partir de 14 condensateurs de 150 micro-Farads 400 V. Le transformateur est un modèle 300 V 200 mA.

Le commutateur à cinq positions, phono, CD, FM, Aux. 1, Aux. 2 comporte deux circuits. L'un pour la commutation des sources, l'autre destiné à l'alimentation des relais 12 V pour la mise sous tension 220 V des différentes sources. Un blindage en cuivre sépare les circuits.

Le châssis primaire est en alu de 1,6 mm intégré dans un coffret de cuivre de 2 mm d'épaisseur.

Les commandes de monitoring et de mise en fonction des tonalités sont confiées à deux relais 12 V pour des raisons de commandes à distance, car le préampli proprement dit se trouve placé très près des sources et du filtre trois voies (de 20 à 25 cm maximum de câble pour les liaisons). Les potentiomètres quant à eux sont raccordés aux boutons du pupitre par des prolongateurs d'axe.

Les câbles de liaison, de type Neumann, sont soudés directement aux commutateurs pour les entrées haut niveau et au circuit préampli pour les entrées phono.

Deux trimers de 250 kilohms sont été rajoutés en sortie de l'étage phono avant le réglage de volume afin de pouvoir ajuster les niveaux relatifs de cette entrée par rapport aux autres sources. Le niveau le plus bas

étant celui délivré par le lecteur laser.

Les amplificateurs

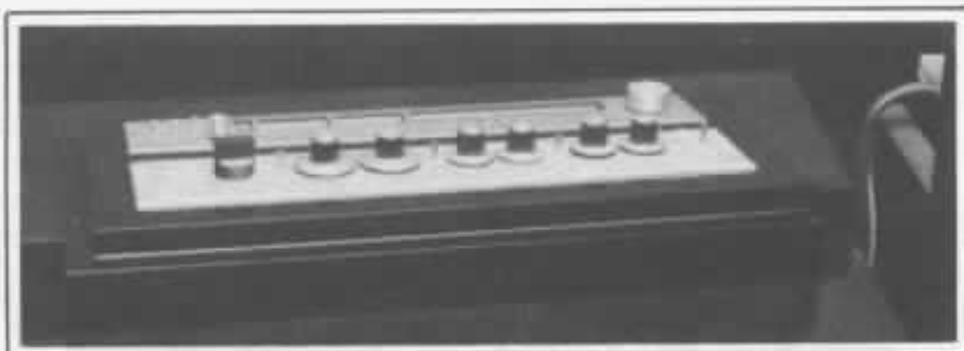
Quatre amplificateurs stéréophoniques ont été réalisés, il s'agit du modèle 20 W classe A Hiraga bien connu de nos lecteurs. M. Picot s'est procuré les huit circuits imprimés précâblés avec les refroidisseurs. Il a réalisé par lui-même les coffrets et l'alimentation. Mentionnons quelques points qui ont fait l'objet d'une attention particulière. Les ponts de diodes sont des modèles « audio » de 13 A, les transformateurs sont de type double C à circuits imprégnés de résine époxy de 330 VA de puissance. Le filtrage de chacune des alimentations est réalisé par une paire de 150 000 microFarads et de quatre 47 000 microFarads, soit près d'un demi-Farad par amplificateur, ce qui est proche de la version commerciale, 408 000 microFarads. La connexion des alimentations est assurée par des barres de cuivre et du câble Leonische de 2,5 mm².

Les amplificateurs sont raccordés au filtre actif par du câble Neuman soudé côté amplificateur.

Les amplificateurs sont placés directement à l'arrière des enceintes, ce qui limite les liaisons ampli-enceintes à des longueurs comprises entre 0,9 et 1,20 m. Mentionnons pour terminer que les transistors de sortie, pont de diodes et résistances de filtrage sont montés avec compound thermique améliorant la dissipation calorifique.

Alimentation générale

Comme nous le mentionnons dans notre n° 27, l'alimentation secteur est souvent négligée des audiophiles. Bien avant la publication de l'article, M. Picot s'est attaché à soigner ce point à l'image des grands audiophiles japonais. L'arrivée se fait par un câble de 10 mm² en 380 V ! Une



Le préamplificateur et le tuner.

phase est exclusivement réservée à l'installation. Du compteur à l'installation proprement dite, un câble de 10 mm² est utilisé. Il est blindé sur les derniers mètres à proximité du système. Un fusible de 20 A protège de tout.

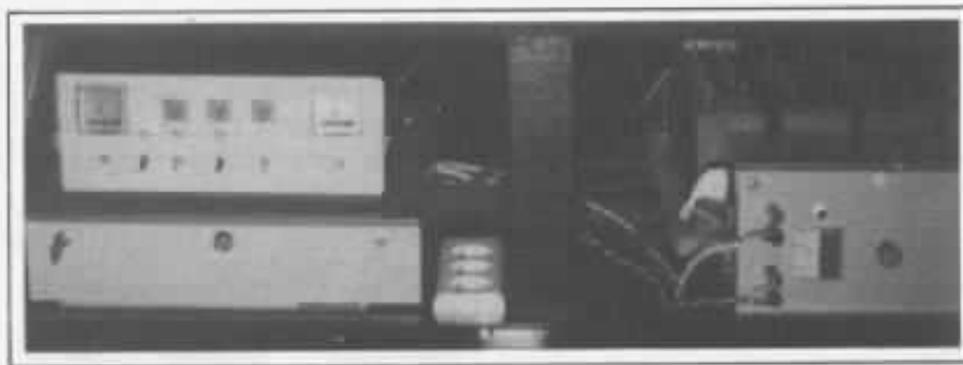
Un contacteur de 40 A assure la mise en marche de l'ensemble. Il est monté dans un coffret en tôle recevant également :

— deux plaques à bornes pour l'alimentation des quatre amplis et du préampli, la liaison s'effectue par des câbles de 4 mm² à gaine silicone blindée ;

reprise manuelle (six interrupteurs) afin de pouvoir effectuer éventuellement des tests comparatifs instantanés. Notons qu'aucun luxe n'a été épargné puisque ces relais coupent à la fois la phase et le neutre.

— cinq compteurs horaires donnant des indications d'utilisation pour le préamplificateur (vie des tubes), phono (usure du diamant), CD, FM et total général.

Mentionnons qu'aucune prise de courant n'est utilisée. Le transport du courant alternatif est assurée par des câbles blindés



L'alimentation générale.

— un filtre Schaffner 80 dB pour l'ensemble des sources ;

— deux plaques à bornes situées après le filtre secteur desservant les sources par des câbles de 1,5 mm², gaine silicone blindée.

— six relais 12 V continus assurant la mise sous tension des fonctions phono, CD, FM, Aux. 1, Aux. 2, et mise en marche ou arrêt du préamplificateur. Ces relais sont pilotés par le deuxième circuit du sélecteur du préamplificateur dont nous avons parlé plus haut et par une

dont le blindage n'est relié à la masse que d'un seul côté.

En revanche, ce luxe de contacts amène inévitablement un inconvénient bien connu des audiophiles : les « clics » de commutations. Pour s'en affranchir chacun des contacts, interrupteur ou relais est découplé par un condensateur.

Un autre petit coffret contient l'alimentation de 12 V continu nécessaire à l'ensemble des asser-vissements.

Dans un proche avenir, le fil

tre trois voies sera branché lui aussi sur le secteur par l'intermédiaire d'un filtre. En effet lors de commutations rapides le relais temporisateur, incorporé d'origine dans le filtre actif et destiné à éviter toute dérive continue, s'avère très sensible et disjoncte facilement.

Les enceintes

C'est sans nul doute un des gros morceaux de l'installation. Elles se composent par voies d'un double caisson Onken, d'un pavillon Iwata et d'un tweeter.

Les doubles Onken

Désireux de profiter au maximum des capacités dynamiques procurées par la voies médium-aiguës M. Picot s'est orienté d'emblée vers des doubles caissons Onken, ce qui porte le rendement de la voie grave à près de 100 dB !

Chacun des caissons a été réalisés séparément conformément aux descriptions parues dans l'Audiophile. Un contreplaqué de 24 mm d'épaisseur, de 17 plis en bouleau de Finlande a été utilisé. Tous les collages ont été réalisés avec de l'araldite CY 219 à trois composants dont la formulation est la suivante :

- Résine CY 219 100
- Durcisseur HY 977 50
- Accélérateur de 0 à 10

Extrêmement liquide d'origine, elle est rendue plus épaisse suivant les besoins par l'addition de quelques pourcents de silice aéro-sil.

L'ensemble des parois sont assemblées, vissées et collées puis doublé sur le dessus avec le même contreplaqué. Les autres faces, y compris l'avant, sont doublées avec de l'aggloméré standard de 19 mm. Cela porte l'épaisseur totale à 48 mm pour le dessus et 43 pour le reste.

Quelques renforts supplémentaires ont été utilisés, tasseaux de 48 mm sur les angles, contreplaqué de 24 mm sur le bord des événements, une plaque de 25 cm de



Enceinte gauche.

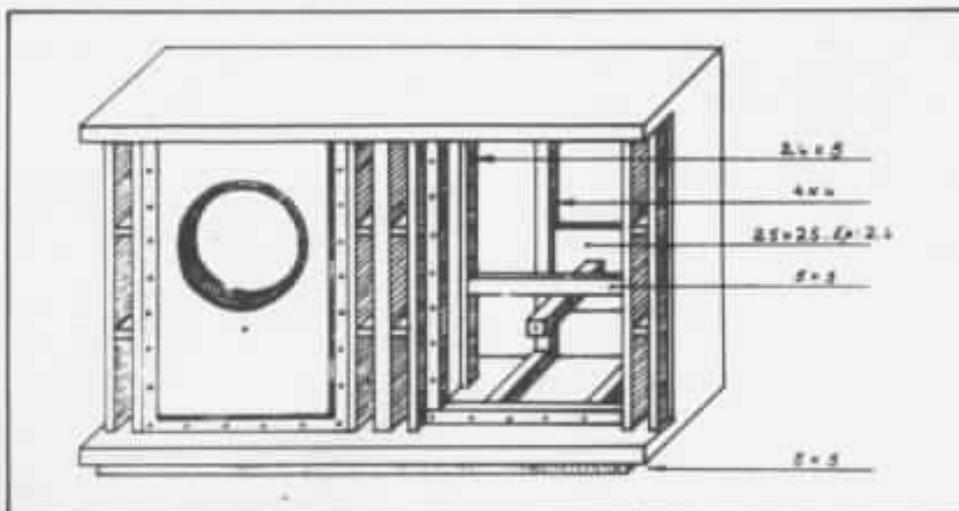


Fig. 4 : Détail de réalisation du double caisson Onken.

côté sur les fonds arrière pour maintenir le renfort d'origine et enfin un tasseau de 48 mm placé latéralement collé sur le bord des événements et sur le renfort central (voir figure 4). La paroi inférieure des enceintes est ceinturée par des tasseaux de même section ce qui permet, outre une rigidification supplémentaire, de camoufler six roulettes jumelées

de 50 mm, tout à fait indispensables à la manipulation de ces petits monstres.

L'intérieur est habillé sur toutes les faces d'un molleton de 5 mm. Le feutre de laine d'1 cm d'épaisseur préconisé dans la réalisation a été remplacé par de la peau de mouton ! Comme conseillé par l'Audiophile, un rideau vertical a été placé au

deux tiers de la face avant.

Les quatre haut-parleurs, des 416-8B Altec, et les faces avant sont fixés par des vis métaux de 6 mm avec écrous prisonniers. Le cache avant est en cinq parties, il est démontable mais néanmoins fixé très solidement pour éviter toute vibration indésirable. L'ensemble des parois a été traité à l'araldite trois composants dans laquelle il a été ajouté 100 % d'acétone, ce qui rend le mélange extrêmement fluide et permet une imprégnation en profondeur.

Les finitions ont été appliquées de la manière suivante :

- L'Araldite au pinceau
- Mastic Sintofer ou polyuréthane suivant la rapidité souhaitée.
- Apprêt et peinture noire deux composants polyuréthane.

L'ensemble représente pas moins d'une douzaine de couches avec bien évidemment ponçage entre chacune d'elle...

Le panneau arrière est traité avec une moquette murale.

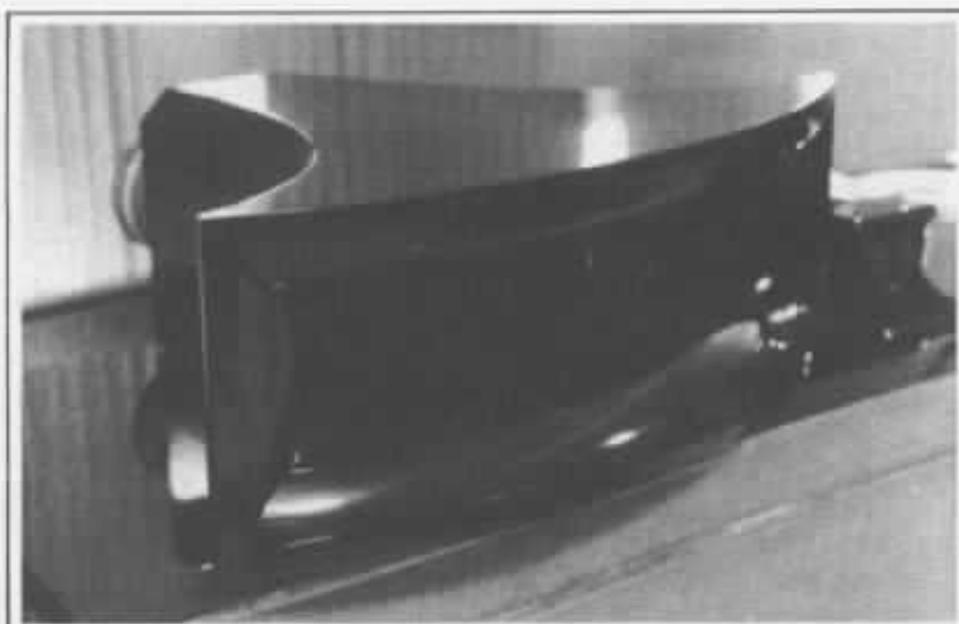
Les principales difficultés rencontrées par M. Picot dans la réalisation de ses caissons de grave ont été la découpe et surtout la rectification du contreplaqué qui est très dur. La seule solution réellement efficace s'avère être le disque abrasif...

La tension régulière du tissu pour la réalisation du cache n'est pas chose évidente surtout sur de telles surfaces. L'astuce trouvée par M. Picot a été de chauffer ce tissu synthétique avec un sèche-cheveux qui en se rétractant lui donne une tension importante et par là même une excellente finition.

Les pavillons Iwata

Les caractéristiques principales des pavillons réalisés par M. Picot sont les suivantes :

- largeur hors tout 92 cm, néanmoins calculés sur 85 cm ;
- coupure prévue : 400 Hz - 7 kHz ;
- réalisation massive en aggro-



Vue de détail du pavillon médium.

mère de 19 mm, il n'y a pas moins de 130 découpes par pavillon ;

— poids total 60 kg sans le moteur ;

— même type de collage et de traitement du bois que celui indiqué pour la réalisation des doubles caissons de grave.

Ces pavillons ont été réalisés sur la base de trois gabarits :

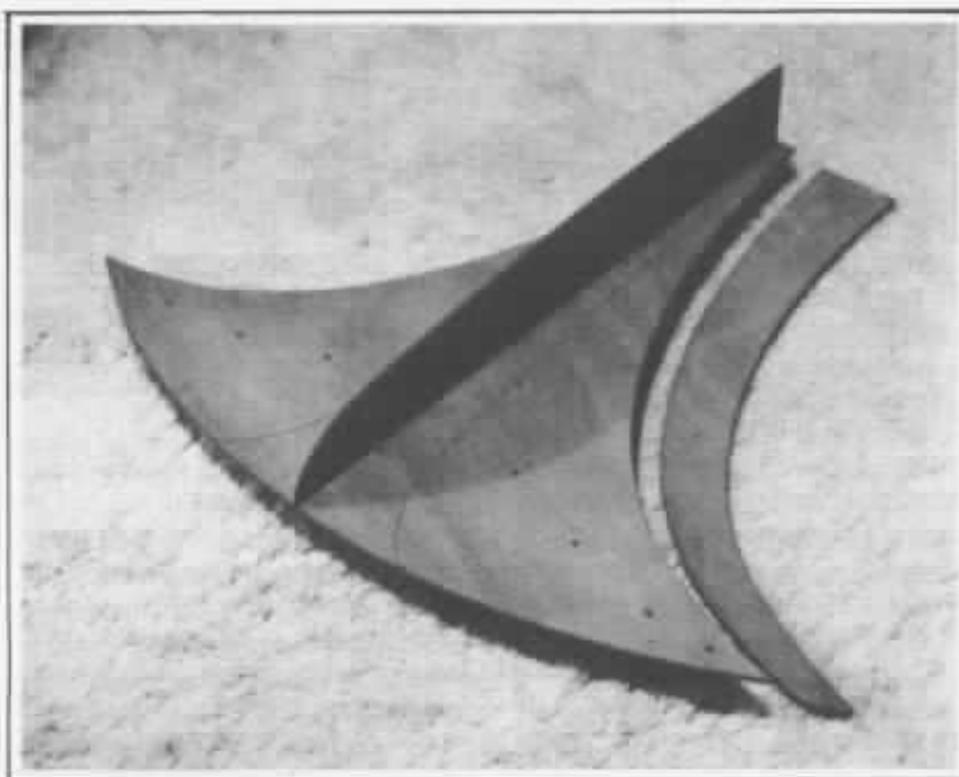
- la base et le dessus ;

— les tranches découpées verticalement ;

— les côtés par empilage.

Le moteur est fixé au pavillon par l'intermédiaire d'une plaque phénolique de haute densité, d'épaisseur 10 mm de 25 cm de côté.

La progression entre la gorge et l'embouchure du pavillon passe lentement du cylindre de diamètre 2", correspondant à



Les trois gabarits ayant servi à la réalisation des pavillons.

Calcul du pavillon Iwata (Formule 2)

de 85 cm pour moteur JBL 2441
Fréquence de coupure 0,47 kHz

— Rapport de progression linéaire de la largeur : 1,5
expl. : $5 \text{ cm} \times 1,5 = 7,5 \times 1,5 = 11,25$, etc.

— Cote entre chaque point : $\frac{85,42}{8} = 10,6775$

— largeur
rapport recherché = la hauteur

— Petite anomalie sur le point « 1 ». La hauteur passe de 5 cm à 4,65 cm

— La cote retenue est de 5 cm, soit un rapport de 1,5 au lieu de 1,65 indiqué par M. Iwata.

POINTS	0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
LARGEUR	5	7,5	11,25	16,87	25,31	37,96	56,96	85,42
HAUTEUR	5	5	5,06	5,94	7,27	9,12	11,57	14,62
RAPPORT DE PROGRESSION DES SECTIONS DE M ² IWATA	1	1,61	2,22	2,84	3,48	4,16	4,92	5,84

Fig. 5 : Calcul du pavillon type Iwata réalisé par M. Picot.

celui du moteur, au rectangle. Pour obtenir des résultats aussi parfaits que possible, cette opération a été réalisée par moulage. Pour parfaire la finition, un élastomère de silicone a été coulé à la température ambiante au fond du pavillon en insérant au centre une tige filetée de 8 mm de diamètre ayant pour but de servir d'extracteur. Après polymérisation et démoulage, les arêtes ont été soigneusement usinées sur le négatif, ce qui s'avère très facile. Puis ce négatif a été remis en place et de l'araldite a été coulée aux quatre coins. L'étanchéité étant parfaitement assurée par la pièce elle-même puisqu'elle est constituée d'un élastomère qui offre de plus le suprême avantage d'être anti-adhérente.

Les tweeters

Le choix des tweeters a été fait très simplement par M. Picot. Fin 79, il commandait deux moteurs JBL 2440, celui-ci a vu sa fabrication arrêtée à cette période, il reçut donc la version 2441. Mentionnons qu'à cette époque quasiment personne ne conseillait ce moteur pour le

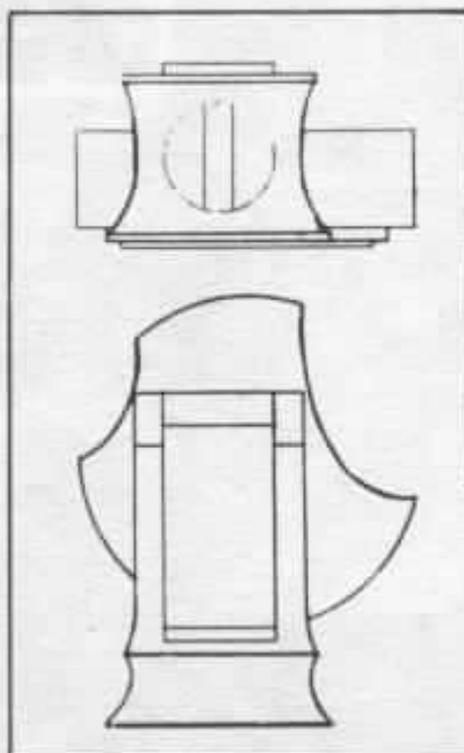
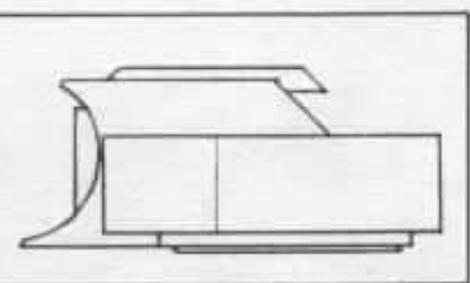
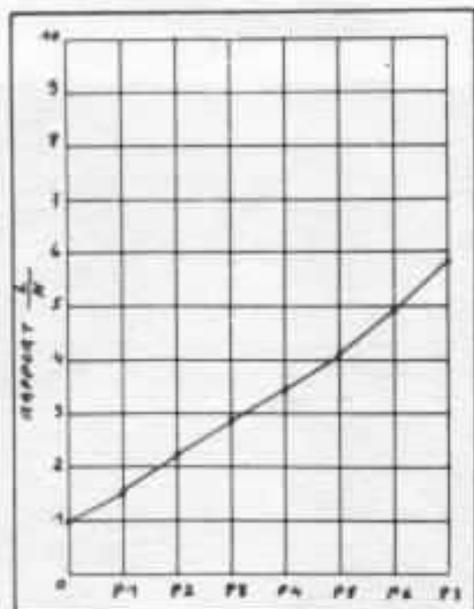
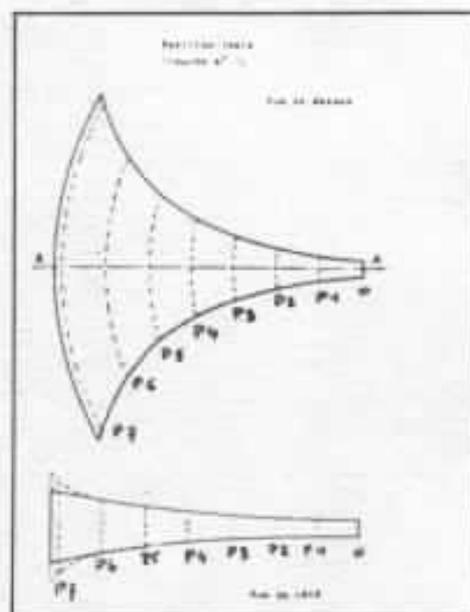


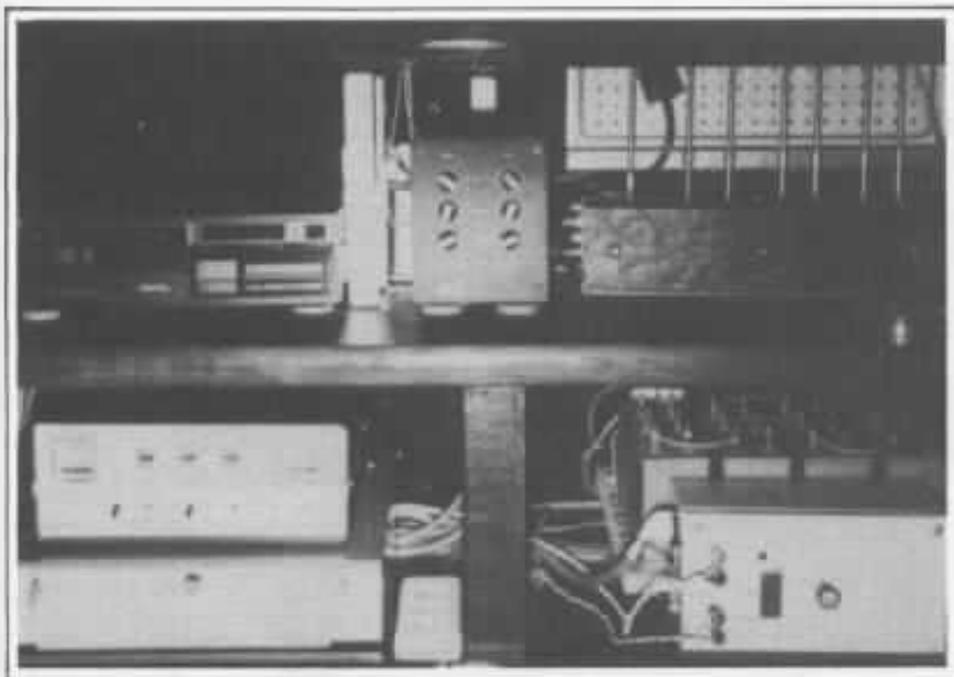
Fig. 6 : Détail de l'habillage des tweeters.

pavillon Iwata bien que celui-ci ait été pensé sur la base du 2440, du moins pour la version publiée dans l'Audiophile (M. Iwata a étudié de très nombreuses autres variantes). Aussi, pour éviter d'avoir un raccordement avec l'aigu quelque peu hasardeux,



M. Picot a opté pour la continuité pour le complément du médium, le tweeter JBL 2405. Pour des raisons d'ordre esthétique, les tweeters ont été habillés en récupérant les huit découpes des 416-8B des caissons de graves.





Le filtre actif à l'abri de toute fausse manipulation. A côté le préamplificateur, on remarquera les prolongateurs d'axe de commande.

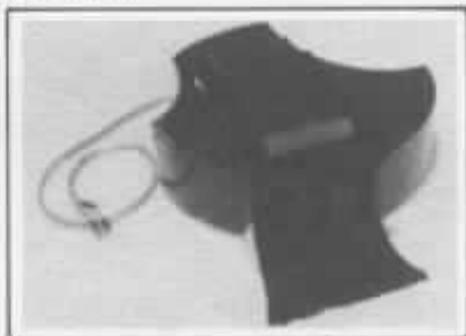
Le filtre actif

C'est certainement le seul maillon de la chaîne principale qui n'ait pas été réalisé par M. Picot. Il a préféré s'orienter vers la version finie FA 1 reposant sur le circuit Kanéda des Réalisations de l'Audiophile. Il faut dire que la réalisation de ce filtre est relativement délicate et l'obtention d'un rapport signal/bruit non pondéré de plus de 106 dB pour la version finie est loin d'être évidente dans une réalisation d'amateur. Il s'agit d'un filtre trois voies de type Butterworth à 18 dB de pente d'atténuation. Les fréquences de coupure, comme nous l'avons vu, ont été fixées à 400 Hz et 7 000 Hz. Valeurs qui s'avèrent judicieuses puisqu'elles permettent d'une part de s'affranchir des problèmes de résonances de membranes sur l'Altec entre 400 et 600 Hz et d'autre part de limiter l'énergie envoyée aux tweeters et ainsi d'en limiter la distortion.

Les réglages de niveaux entre chacune des trois voies n'ont posés absolument aucun problème à M. Picot. Il mentionne d'ailleurs à ce sujet : « Contrairement aux prédictions pessimis-

tes ou orientées de certains professionnels de la hifi, les réglages sont très simples avec un ensemble homogène, des amplis de la même classe et de même puissance. »

Il a procédé par écoute comparative par rapport au casque sur des voix sur France-Musique et avec un disque de fréquences. En moins de deux heures, le réglage définitif était quasiment atteint...



Le tweeter dans son habillage.

Il n'y a guère que la lecture laser qui ait été déconcertante d'un disque à un autre. Certains très durs principalement dans le médium passent mieux en abaissant cette tranche du spectre. Mais s'agit-il là réellement d'un réglage non suffisamment fin ou bien plutôt d'une anomalie d'enregistrement ?

Le branchement de système en multi-amplification pose souvent de petits problèmes de rebouclage de masse. Principalement dans le cas d'un système ayant un tel rendement, quasiment 116 dB dans le médium, aucune approximation n'est permise. M. Picot utilisant un ampli stéréo pour alimenter le médium et l'aigu d'un même canal, il a dû, pour s'affranchir de ronflements résiduels dans le médium, débrancher le fil de masse du tweeter pour éviter un rebouclage. Nous mentionnons cette astuce car elle pourra être utile à bien des lecteurs.

En conclusion

Nous pouvons vous assurer que depuis quelques mois M. Picot est un homme comblé. Il avait misé sur le plus grand respect de la musique, timbre, dynamique, espace, il dit maintenant : « Je pense avoir réussi au-delà de toute espérance, je n'ai que très rarement ressenti une telle émotion d'écoute en vraie grandeur. »

Élément négligé bien souvent par les audiophiles, le confort d'utilisation a fait l'objet d'un soin tout particulier. A ce sujet, il souligne : « L'audiophile, contrairement au mélomane, est très facilement perturbé dans ses auditions par le moindre bruit suspect ou défaut de son système. Pour ne pas détourner son attention de la musique et en tirer le plus grand plaisir, l'heure d'écoute de l'audiophile, n'est pas au même prix ! »

Pour conclure, voici le conseil que vous adresse M. Picot : « Je ne saurais que trop recommander aux amateurs hésitants de se lancer dans l'aventure, si l'on considère le temps passé à une telle réalisation comme un loisir, le prix de l'ensemble est relativement abordable. Et avec les « données » de la revue, l'aventure est techniquement à la portée de tout amateur passionné. »



Le système Audiophile

La synthèse

Jacques Mahul

Le système Audiophile, nom patronymique utilisé pour désigner la ou les sources sonores de référence étudiées par toute l'équipe de l'Audiophile, a subi des évolutions importantes depuis l'avènement du fameux caisson Onken décrit par Jean Hiraga en 1977 dans le numéro 2 de l'Audiophile. Cet énorme caisson de grave a fait couler beaucoup d'encre, suscité beaucoup de vocations d'audiophiles, provoqué beaucoup d'imitations plus ou moins bonnes et a appelé beaucoup de monde à se pencher sur le mariage idoine avec un médium-aigu. Il était temps de refaire l'historique des différents systèmes qui se sont greffés sur le caisson Onken, de rappeler les différentes phases de la création, d'analyser les avantages sonores de chacune d'elle puis de faire une synthèse de l'ensemble des systèmes existants. Cela permettra de dégager la philosophie sous-jacente à l'évolution effectuée en 6 années de recherche et de mise au point. Les premiers numéros de l'Audiophile étant actuellement épuisés il était nécessaire de revenir sur ce qui fut le point de départ : le caisson original Onken.

Retour sur l'appellation «Onken»

Auparavant il serait bon de revenir sur l'origine du mot Onken. Ce mot est le nom d'une marque japonaise animée par Mr. Koizumi, spécialisée dans la fabrication de haut-parleurs de très haut niveau destinés à des systèmes sans aucun compromis. Cette petite société a une production très artisanale et très limitée, ce qui a entraîné la rareté et aussi

le prix élevé de chacun de ses produits. Cependant la notoriété est vite venue puisque nombre d'audiophiles, on parle de 4 500 à 5 000, possédant des éléments d'origine Onken. Mr. Koizumi a commencé à étudier le caisson grave que nous allons décrire à nouveau, aux environs de 1965.

Ce caisson était équipé à l'origine d'un haut-parleur de grave de 38 cm de sa propre fabrication mais animé par une mem-

brane Altec que l'on retrouvera sur le 416-8A. Le spider était également d'origine Altec. Le reste, châssis moteur et même bobine, a été réalisé dans un premier temps par Koizumi. Ce caisson grave de près de 350 litres de volume interne a fait l'objet d'un article dans une revue japonaise en octobre 1973. C'est ainsi que celui-ci a acquis sa notoriété.

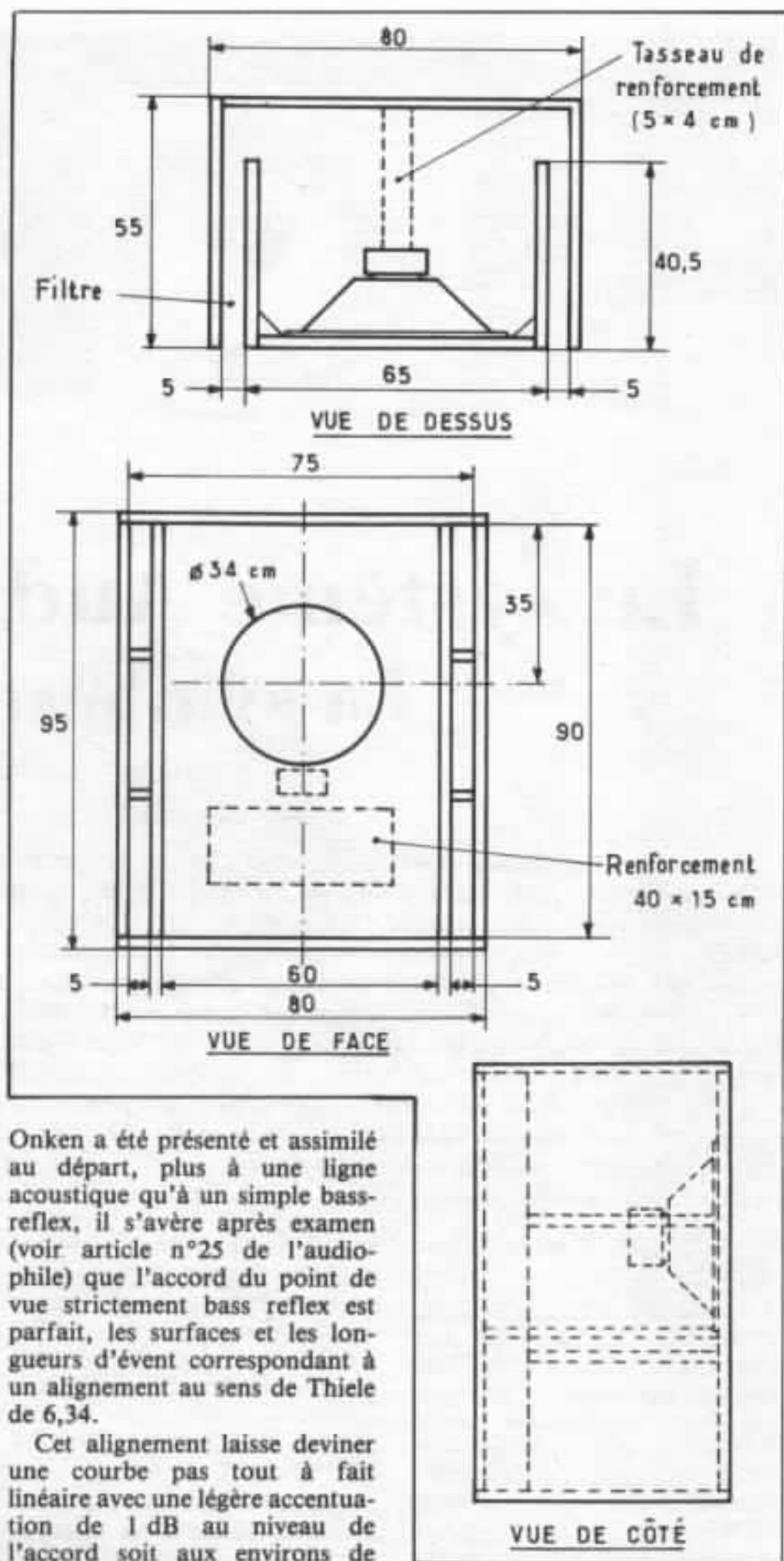
Le caisson grave décrit dans le

numéro 2 de l'Audiophile ne possède évidemment pas le 38 cm Onken mais le Altec 416-8A qui donne des résultats extrêmement voisins de ceux obtenus avec l'original. L'identité de la membrane y est pour beaucoup. Il faut cependant retravailler ce haut-parleur en le vieillissant comme nous l'évoquerons plus tard.

Système Audiophile phase 1 : caisson Onken + Altec 416-8A

D'après nos sondages plus de 1000 audiophiles français auraient réalisé depuis décembre 1977 le caisson Onken équipé de l'Altec 416-8A ou B ou C, ce qui mérite que nous redonnions le plan, les côtes et les mesures exactes (fig. 1). Nous insistons à nouveau sur la qualité du bois et sur son choix. Le Nantex de 25 mm constitue un excellent substitut au contreplaqué «Shinaban» ou canadien usuellement préconisé au Japon. En effet le Nantex est un contreplaqué multiplis de hêtre de 2 mm environ d'épaisseur soit 11 plis pour 25 mm, pressé sous très forte pression. Le but recherché est la rigidité jointe à la plus grande densité. C'est ainsi qu'a été sélectionné le Nantex que nous utiliserons par ailleurs pour la petite Onken équipé du 414-8E Altec de 30 cm.

Le caisson Onken trouve son inspiration dans les premières réalisations de la marque Jensen. Il fait appel à 3 événements latéraux de chaque côté du haut-parleur ; les parois internes de chaque série d'événements concourt à la rigidité et s'enfoncent loin dans le coffret. De sorte que si la largeur d'événement est grande à la manière de certaines lignes acoustiques, la surface totale des 6 événements est aussi très importante pour se rapprocher de celle du cône émissif lui-même. Cependant la comparaison avec la charge du type Jensen s'arrête là. Si le fonctionnement du système



Onken a été présenté et assimilé au départ, plus à une ligne acoustique qu'à un simple bass-reflex, il s'avère après examen (voir article n°25 de l'audiophile) que l'accord du point de vue strictement bass reflex est parfait, les surfaces et les longueurs d'événement correspondant à un alignement au sens de Thiele de 6,34.

Cet alignement laisse deviner une courbe pas tout à fait linéaire avec une légère accentuation de 1 dB au niveau de l'accord soit aux environs de 50 Hz, suivie d'une légère

Fig. 1 : Le caisson Onken.

dépression de 1 dB également dans la zone 80-90 Hz. Cela est d'ailleurs confirmé par la courbe donnée dans l'article de Jean Hiraga dans le numéro 2. Cet accord a été voulu et recherché par Mr. Koizumi même si il a été obtenu par des méthodes différentes voire expérimentales. L'analyse mathématique de ce système a permis de le modéliser et donne la possibilité de créer des réalisations sœurs par la suite.

La fabrication du caisson Onken est, dans son principe, relativement simple. Les parois latérales, les événements (appelés aussi filtres), le dessous et le dessus devront être assemblés en premier. Auparavant il faut visser et coller les tasseaux qui devront supporter les faces avant et arrière (dos). Ensuite la façade arrière devra être fixée à l'aide de vis et de colle, également. Toutefois le travail du Nantex, matériau extrêmement dur, nécessite un outillage de classe quasi-professionnelle. Les lecteurs désirant en savoir plus sur l'aspect pratique peuvent se reporter au n°26. Les parois internes sont tapissées de feutre de laine de 10 mm d'épaisseur en ménageant bien les passages d'air dans les événements. La densité de ce feutre est de 150 g au m² par mm d'épaisseur, il est traité blanc (carbonisé) car son utilisation originelle est à des fins médicales. Ce feutre remplace avantageusement l'ancien UJS qui avait une densité un peu supérieure de 190 g au m² par mm d'épaisseur et qu'il est devenu difficile à obtenir. Il faut compter environ 3 m² par enceinte. Le diamètre et la disposition en hauteur du trou du haut-parleur a fait l'objet de nombreuses recherches de la part de son créateur et il serait mal venu d'effectuer la moindre modification. Les bornes de raccordement devront, elles mêmes, largement dimensionnées pour accroître les surfaces de contact.

La dernière opération consistera à fixer la façade avant qui accueille le haut-parleur fixé par l'arrière par l'intermédiaire de 8 vis également réparties. Ce panneau sera amovible pour effectuer toute intervention sur le haut-parleur

Le haut-parleur utilisé actuellement est le Altec 416-8C digne successeur du 416-8B et bien sûr du 416-8A. Le passage de l'un à l'autre s'est effectué de la manière suivante : le 416-8A possédait un circuit magnétique avec un aimant Ticonal ; le 416-8B s'est démarqué du A par le changement du saladier qui est devenu à la fois plus solide et plus moderne dans sa fixation ; les premiers 416-8B possédaient toujours l'aimant ticonal ; sous la même référence on est passé ensuite au moteur ferrite qui était recouvert d'un capot anti-magnétique de protection ; le 416-8C est exactement le même que le 416-8B ferrite, seul le capot a disparu pour laisser à nu le moteur, les membranes et les bobines sont restées les mêmes au cours du temps ce qui est, malgré tout le plus important. Sur le simple plan des résultats le 416-8C diffère du 416-8A par un extrême grave légèrement plus amorti (- 1 dB) mais par contre par un bas médium un peu plus rempli (+ 1 dB), ce qui aurait tendance à linéariser totalement la courbe de réponse du système quand on se réfère à la description de la courbe amplitude fréquence décrite plus haut avec le 416-8A.

Peut-être le 416-8C récupère-t-il par l'intermédiaire de sa bobine le champs de fuite en provenance de l'aimant ferrite ce qui aurait tendance à accroître le champs magnétique global et donc la force motrice ? Quelque soit le modèle il est nécessaire de vieillir le haut-parleur en injectant une fréquence basse de 25 à 30 Hz pendant une bonne demi-journée sous une tension d'environ 2 volts. Le 416-8C ne pos-

sède pas une énorme bobine par son diamètre (76,2 mm). Nombre de ses concurrents font appel à des diamètres de 100 mm. Si la tenue en puissance n'est pas exceptionnelle (75 à 100 watts sans problèmes), mais est-ce vraiment le but, par contre le poids de l'équipage mobile ne s'en trouve pas pénalisé. C'est ainsi que 61 g pour une membrane de 16,3 cm de rayon permettra au 416 de monter suffisamment en fréquences et de procurer un bas médium très clair, nettement très supérieur de la moyenne des 38 cm actuels. Le rendement escompté une fois filtré est de l'ordre de 96 dB et s'accompagne d'une excellente réponse transitoire et d'une belle absence de trainage. Le volume interne total, évent compris, est de 337 litres. Dans la majorité des cas un amplificateur de puissance compris entre 5 et 50 watts est largement suffisant.

A l'écoute le son grave se traduit par une grande légèreté, une grande fermeté et une dynamique exceptionnelle. La différenciation des sons graves de nature différente est une des principales qualités du caisson Onken.

Système Audiophile phase 2 : Onken-Mahul

Ce caisson de grave aux qualités sonores époustouflantes se devait d'être marié avec un médium aigu qui puisse soutenir la comparaison. La première idée qui vient à l'esprit est de connecter le caisson Onken avec les éléments de la même marque c'est-à-dire aux exceptionnelles chambres de compression à membrane en titane médium et aigu. Deux obstacles à cela : la difficulté d'obtenir les haut-parleurs dû à la faiblesse de la production et ainsi que les prix élevés. Aussi il a fallu déceler deux excellents haut-parleurs facilement mariables entre eux et avec le 416-8A qui puissent être disponibles en France. Dans le domaine des tweeters en 1979

peu de tweeters pouvaient prétendre à un haut rendement et à une utilisation haute-fidélité. Le choix s'est vite porté sur le Fostex T925 qui, de plus, présentait des «analogies» avec le tweeter Onken. Sa linéarité est excellente, son rendement très élevé et plus que suffisant sa dispersion spatiale est correcte compte tenu du pavillon, bien filtré la reproduction sonore est fine et douce. Au chapitre des inconvénients on retiendra essentiellement une coupure basse un peu rapide et donc l'impossibilité de le faire descendre en fréquence en dessous de 6 kHz avec un filtrage simple à pente douce. On est obligé de le protéger soit par un réseau de résistances soit par un filtre à pente raide pour espérer le faire descendre à 4,5 kHz/5 kHz sans distorsion et avec le niveau suffisant.

Côté médium les possibilités de choisir étaient pratiquement inexistantes. Les médiums à chambre de compression disponibles n'offraient réellement aucune garantie de neutralité dès que l'on désirait les coupler plus bas que 1 kHz. Or il était clair qu'il ne fallait en aucun cas raccorder le médium avec le caisson Onken à une fréquence supérieure à 600 Hz, de par le diamètre élevé du grave et de par sa position relativement basse dans l'enceinte (1/3 en haut 2/3 en bas). Ce dernier point est capital car si la fréquence de coupure correspond à une longueur d'onde inférieure à celle qui sépare les centres acoustiques des deux haut-parleurs concernés, l'échec est assuré. La seule alternative, dans ce cas précis, était le médium à cône. Onken a réalisé une chambre de compression qui pouvait être couplée très bas (600 Hz), mais une exception. Le rendement élevé 96 dB du grave imposait un diamètre d'au moins 15 à 16 cm. Le choix s'est porté sur le HD17 HR37 de Audax de 17 cm de diamètre qui à l'époque venait de sortir. Parmi ses quali-

tés nous citerons une belle linéarité dans l'axe, un rendement excellent (96/97 dB dans la bande utilisable de 600 à 5000 Hz) et un bon amortissement dû à une suspension plane et tendue qui lui procure un débattement faible. Question défaut nous parlerons essentiellement de sa dispersion spatiale médiocre au delà de 3 kHz, conséquence d'un diamètre de cône et de bobine mobile trop élevé. La puissance acoustique du modèle utilisé à cette période allait en décroissant avec la fréquence au delà de 3 kHz. De sorte que pour un couplage à 4,5 kHz ou 5 kHz un trou d'énergie apparaissait bien que la courbe dans l'axe ne le laisse aucunement prévoir.

A l'écoute le haut-médium du HD17 HR37 paraît un peu mat et effacé. Quelques modifications ont été effectuées depuis notamment au niveau de la hauteur de bobine qui ont entraîné une courbe de réponse plus montante et un rendement accru. Cependant la neutralité, très appréciée au départ par comparaison avec les chambres de compression, a souffert et l'écoute est devenue plus dur. Cela étant le HD17 HR37 apparaissait à cette époque comme le maillon idéal pour compléter l'ensemble, bien qu'un prix particulièrement bas ait laissé sceptiques un grand nombre d'audiophiles. Ceux-ci ont été vite rassurés et séduits par les réelles qualités de ce médium qui était en 1979 sans aucune concurrence.

Le caisson étudié pour charger au mieux le HD17 HR37 était, dans un premier temps une petite ligne acoustique. Le volume interne total était de 17 litres et la ligne acoustique fermée avait pour but principal d'amortir la résonance principale. Le volume, assez conséquent, pouvait laisser augurer une réponse en fréquences suffisamment étendue vers le bas du spectre de façon à couper sans aucun pro-

blème vers 500/600 Hz. Or il s'est avéré que la résonance haute du médium (plus de 100 Hz) jointe à la faiblesse de son déplacement n'a pas pu procurer beaucoup de niveau acoustique en dessous de 550 Hz fréquence de coupure virtuelle de l'ensemble. Toutefois cette charge avait comme principal avantage de fournir une coupure mécanique naturelle très régulière en dessous de 550 Hz avec une pente d'environ 8 dB/oct.

Les trois haut-parleurs choisis présentaient, en commun, l'immense avantage d'être très linéaires dans la bande qui leur était impartie. On pouvait, dès lors, s'adonner aux joies d'un filtrage répondant à la théorie. Une fois n'est pas coutume. Cependant les seules difficultés que l'on pouvait craindre résidait dans une certaine incapacité commune à descendre en fréquences jusqu'aux valeurs idéales de coupure. Les courbes de réponse de chacun étaient un peu à la limite. Cependant on verra qu'à l'aide de filtres à pente raide 18 dB/oct. on pouvait travailler à la limite. Cela étant, il a été possible de fixer 550 Hz et 4,5 kHz. Mais pour effectuer un filtrage conforme à la théorie il faut travailler sur les impédances sur des trois haut-parleurs. Le tweeter résonne haut, à un peu plus de 2 kHz, mais sa résonance est très amortie ce qui est la preuve d'une excellente étude. La réduction du rendement du tweeter (de 105 dB à 97 dB) sera bénéfique sur beaucoup de plan et entraînera une linéarisation de la courbe de réponse vers le bas. 97 dB a été choisi pour compenser la perte de rendement à 30° au delà de 10 kHz. La coupure à 4,5 kHz n'a pu être effectuée que par le choix d'un filtrage sévère à 18 dB/oct. et par l'abaissement de 8 dB du rendement du tweeter. Comme nous l'avons déjà dit, le HD17 HR37 ne pouvait être coupé au delà de 4,5 kHz sans que l'homogénéité

et la précision n'en souffrent. Le médium monté dans son coffret a laissé apparaître un gonflement caractérisé entre 500 et 1000 Hz de 1,5 dB en moyenne. Dans le cas d'une coupure électronique entre le caisson Onken et le médium-aigu, il est simple de raboter ce petit défaut en adjoignant en série avec le médium un condensateur de $63\mu\text{F}$. La linéarité est alors parfaite et la coupure, qui remonte alors de 550 Hz à 650 Hz, peut être effectuée au moins à cette dernière valeur soit 650 Hz. C'est de loin la meilleure solution car l'ensemble médium-aigu apparaît beaucoup plus clair et détaillé du fait de l'élimination de cette bosse de présence.

Dans la version entièrement passive, la coupure est inférieure à celle de la version électronique proposée ci-dessus, ce qui constitue aussi un avantage dans le domaine de la clarté en bas-médium. La courbe de réponse est très linéaire mais laisse apparaître ce léger gonflement entre 550 et 1000 Hz de 1,5 dB. La courbe d'impédance est remarquable de linéarité, l'ensemble est techniquement bien équilibré. Pendant toute l'étude et les écoutes qui ont suivi, le tweeter était disposé sur le caisson médium, centré et ajusté en profondeur comme indiqué sur le plan donné dans le n° 10 page 41.

L'enceinte, une fois bien réglée, s'est avérée d'une grande neutralité avec une transparence étonnante dans le grave, d'une belle dispersion en médium-aigu et d'une cohérence de timbres de bon aloi. On pouvait déceler une certaine forme de distinction. Cependant cette retenue et cette finesse générale cachaient un médium un peu feutré.

Système Audiophile : phase 3

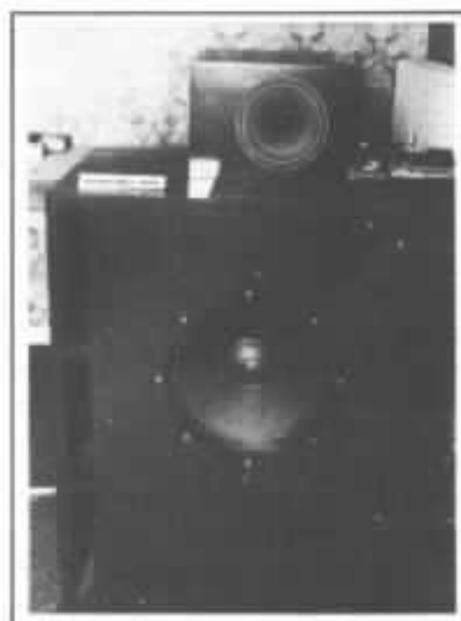
En décembre 1980 (Audiophile n° 18) une nouvelle version du système Onken-Mahul. Celle-ci avait été présentée au Festival organisé par l'Emotion Musicale



Système Onken Mahul version 2.

en octobre 80 à Lyon. Les modifications apportées concernaient essentiellement la partie médium.

Si le 17HR37 était concerné, le coffret et le filtrage dans cette partie avaient été revus. Les quelques petites critiques formulées à l'encontre du système initial étaient essentiellement adressées au médium. Elles portaient sur une légère faiblesse dans l'homogénéité entre le médium et l'aigu d'une part et le grave de l'autre. Les deux critiques trouvent leurs origines dans ce léger gonflement mentionné précédemment qui créait d'une part ce manque de mordant dans le haut-médium et d'autre par le déséquilibre avec le bas médium de l'Altec. Le premier point trouvera une solution dans le rapprochement maximal des 2 sources sonores médium et aiguë et dans une diminution de la self série du filtre médium pour créer une courbe plus montante. Le rapprochement des deux sources sonores a imposé tout de suite la construction d'un nouveau caisson médium dont la surface frontale devait être réduite au maximum pour ne laisser apparaître, pratiquement, que le diamètre existant du HD17 HR37. Du même coup les sources graves et médium étaient également rapprochées ce qui résolvait une



Système Onken Mahul version 1.

partie du deuxième défaut, l'homogénéité. Parallèlement un traitement du 17HR37 a été effectué avec du latex de butyl déposé en une seule couche, au pinceau sur la suspension mousse et l'extérieur du cône. Ce traitement a pour effet de réduire considérablement cette bosse entre 500 et 1000 Hz en montant très légèrement la fréquence de résonance d'une cinquantaine de Hertz. Dans l'ancien caisson la courbe devenait plate mais la coupure basse ne changeait pas pour autant. Le nouveau caisson beaucoup plus faible en volume (9,6 litres intérieur) devenait un bass-reflex

avec un évent; un simple trou sans tube, placé sur le dessus de celui-ci (fig. 2). L'accord volontairement haut, environ 300 Hz, a permis, compte tenu d'une courbe de réponse devenue linéaire avec le traitement, de descendre plus bas que l'ancien caisson. Ce qui permettait alors de ne plus travailler à la limite de la courbe pour notre filtrage. Bien sûr, la pente de coupure mécanique basse devenait alors beaucoup plus raide pour atteindre 18 dB/oct. en dessous de 450 Hz. La fréquence de coupure pure du filtre passe-haut du médium est resté centré sur 500 Hz et les valeurs ont complètement différées du filtre précédent pour une coupure très voisine (fig. 3). Le condensateur de tête de $20 \mu\text{F}$ est passé à $30 \mu\text{F}$ et la self de 1,6 mH à 3 mH. La pente électrique du filtre est plus douce. Le résultat acoustique restait une pente à 18 dB/oct. Pour la courbe plus montante en haut médium on a fait appel à 0,35 mH pour remplacer la 0,5 mH. Le positionnement relatif des 3 sources sonores a, également, été modifié. Le tweeter n'est plus posé sur le caisson médium mais au contraire sur le caisson basse, surélevé de sorte à le mettre sur le même plan horizontal que le médium. La faible hauteur du nouveau caisson médium (210 mm) a permis, ainsi, de rapprocher les 3 sources.

L'image sonore est devenue infiniment plus stable et l'ensemble gagne en homogénéité et surtout en précision. L'impression de voile précédemment décelé a disparu. L'enceinte apparaît plus dynamique et plus détaillée. Il s'est avéré nécessaire cependant, de chuter très légèrement l'aigu de 1 dB environ en plaçant une résistance de $0,6 \Omega$ devant le filtre passif du tweeter.

Système Audiophile : phase 4

Si l'amélioration amenée par la phase 3 est apparue comme

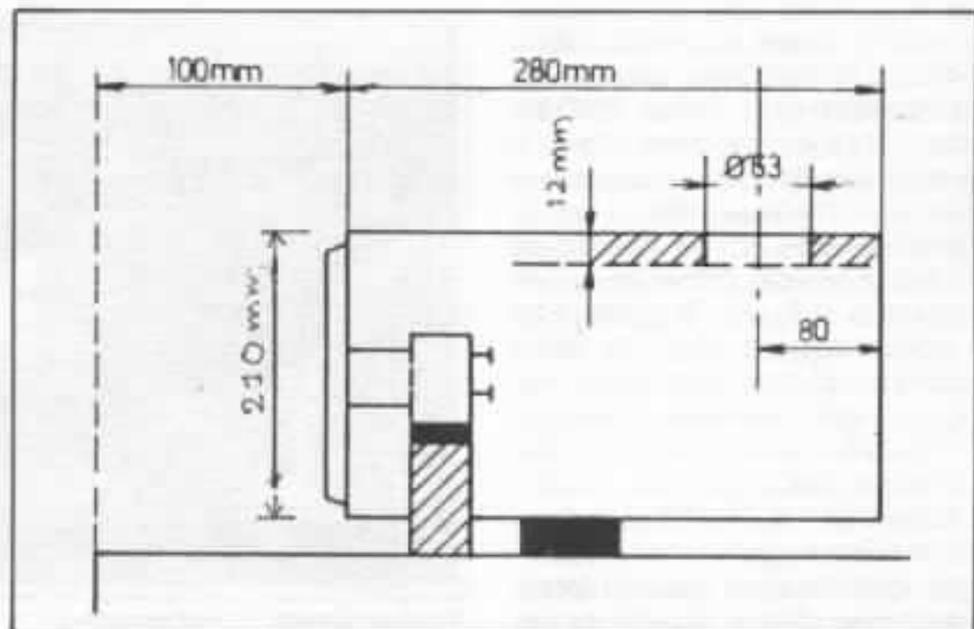


Fig. 2 : Caisson médium Audax version 2.

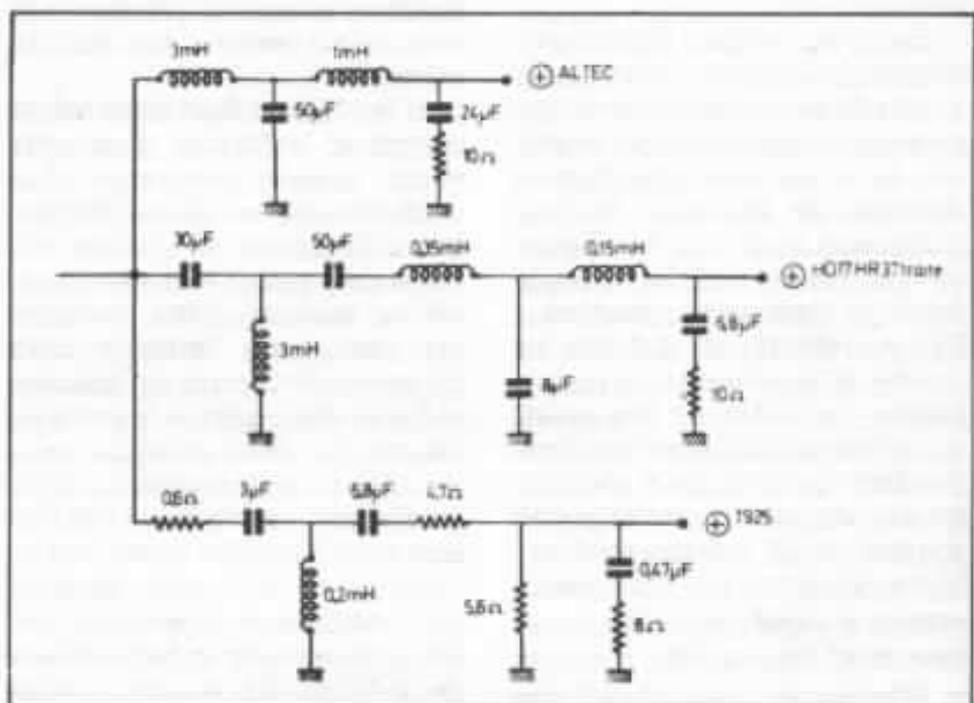


Fig. 3 : Filtre passif Altec/Audax/Fostex, version 2.

très bénéfique, elle n'a pas masqué un autre problème totalement indépendant de notre volonté : celui des modifications successives du HD17 HR37 d'une voie à l'autre et qui a fait que les derniers modèles ne correspondaient plus du tout à ceux qui avaient été utilisés lors de notre étude. Il est devenu alors urgent de nous tourner vers un autre modèle qui pourrait tenir le rôle de médium. Les yeux étaient tournés depuis quelques temps déjà vers le Lowther PM6 haut

parleur large bande bien connue de tous les audiophiles depuis plus de 20 ans. Il y a eu une certaine évolution depuis sa naissance lointaine mais l'esprit est resté le même. La membrane très légère à collage rapporté est restée la même. Elle est, sans nul doute, à la base des extraordinaires qualités d'écoute de ce haut-parleur. La suspension est désormais en mousse et le circuit magnétique est constitué d'un aimant ferrite et non plus Ticonal comme avant. Cela dit ce



*Le haut-parleur 26 cm Focal 10CO-1
équipant la mini-Onken.*



*L'extraordinaire 30 cm Altec
414-8E équipant la petite
Onken.*



*Le système Audiophile : Onken-
Lowther-Fostex.*

20 cm issu des brumes du passé ne peut pas, comme la plupart des large-bandes, reproduire à la fois le grave, le médium et l'aigu avec une égale réussite. Aussi, il n'était pas interdit de penser que, à défaut d'être utilisé en large bande, il pouvait reproduire avec bonheur le médium, domaine ou ses qualités ont toujours été reconnues. Cependant quand on ne reproduit que difficilement l'extrême aigu, et l'extrême grave, le médium est privilégié et ce secteur apparaît immédiatement en valeur au détriment de l'équilibre général. La courbe de réponse du PM6 mesuré sur un baffle plan n'inspire pas à la confiance. La courbe est linéaire mais constante de 100 à 1 000 Hz, une pointe violente apparaît à 2 100 Hz précédé d'un creux à 1 200 Hz puis la courbe grimpe régulièrement avec quelques irrégularités jusqu'à 13 kHz. Il semble que le raccord entre le bicône et la membrane au environs de 2 500 Hz soit à l'origine de ces accidents. Après examen on s'aperçoit que le bicône est très long et qu'il engendre des résonances. Si on le coupe pour réduire sa longueur la courbe se régularise sensiblement dans cette zone mais cela se fait au détriment de l'extrême aigu ce qui est totalement compréhensible (découper environ 1 cm). En ajoutant une rondelle de mousse sous le bicône on réduit encore la pointe de 6 à 7 dB tout en favorisant le passage entre les 2 cônes. On anihile l'influence du cône principal qui est droit et non pas exponentiel et qui suroscille en fin de bande. La courbe globale gagne considérablement en linéarité, ces deux modifications effectuées. Cette courbe est encore montante, ce qui est très positif ; il ne faut pas rendre la réponse absolument linéaire dans l'axe, l'énergie acoustique totale rayonnée ira alors en décroissant comme avec le HD17 HR37.

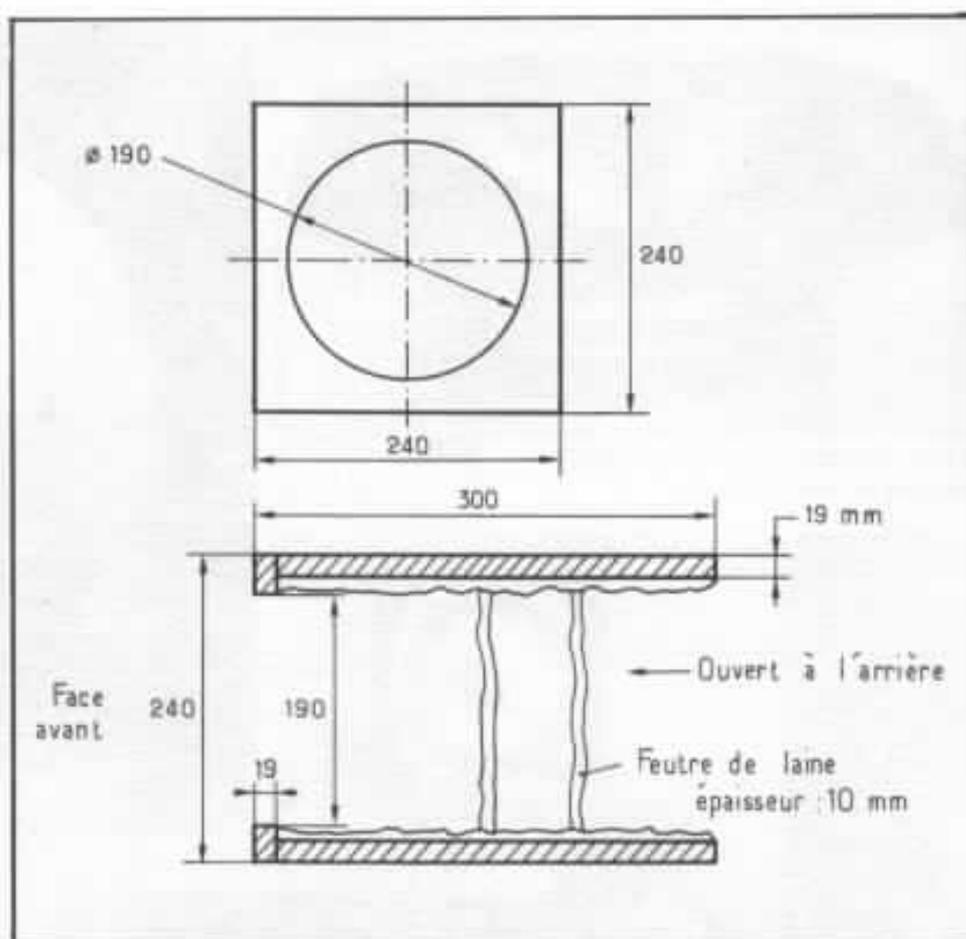


Fig. 4 : Le caisson médium Lowther PM6.

Dans le cas d'un raccordement par filtrage actif en médium aigu, il sera nécessaire de procéder auparavant à un léger ajustement passif de la courbe de réponse sous la forme d'une self de 0,2 mH en série (dans certains cas il faudra monter à 0,4 ou 0,5 mH, notamment dans les milieux très réverbérants). Le filtre électronique idéal se situe à 7 kHz, mais 6 kHz convient également. Le PM6 possède l'immense avantage d'avoir une courbe de réponse étendue vers les hautes fréquences ce qui soulage énormément le T925, incapable avec son petit pavillon de descendre trop bas. C'est ce qui caractérise le PM6 comparativement à l'Audax MD17 MR37.

Le PM6 est monté dans un caisson médium entièrement ouvert à l'arrière (fig. 4), en aggloméré de 19 mm d'épaisseur dont la géométrie est proche de celle du 2ème caisson de l'Onken-Mahul c'est-à-dire la

volonté de rapprocher les sources grave-médium.

Comment raccorder, désormais, les 3 haut-parleurs ! Si le choix se porte sur un filtrage électrique le problème est très simple : les coupures idéales sont 400 Hz et 7 kHz. Ne pas omettre de filtrer passivement le PM6 dans le haut avec une self en série comme indiqué précédemment. Le réglage des niveaux se fera aisément à l'oreille à l'aide des trois réglages de volume des filtres actifs. Dans le cas d'un filtrage passif les deux cellules passe-haut et passe-bas du filtre de grave précédemment prévues pour raccorder le 416-8C et le HD17 HR37 (dans la deuxième version) sont conservées (18 dB/oct. à 600 Hz).

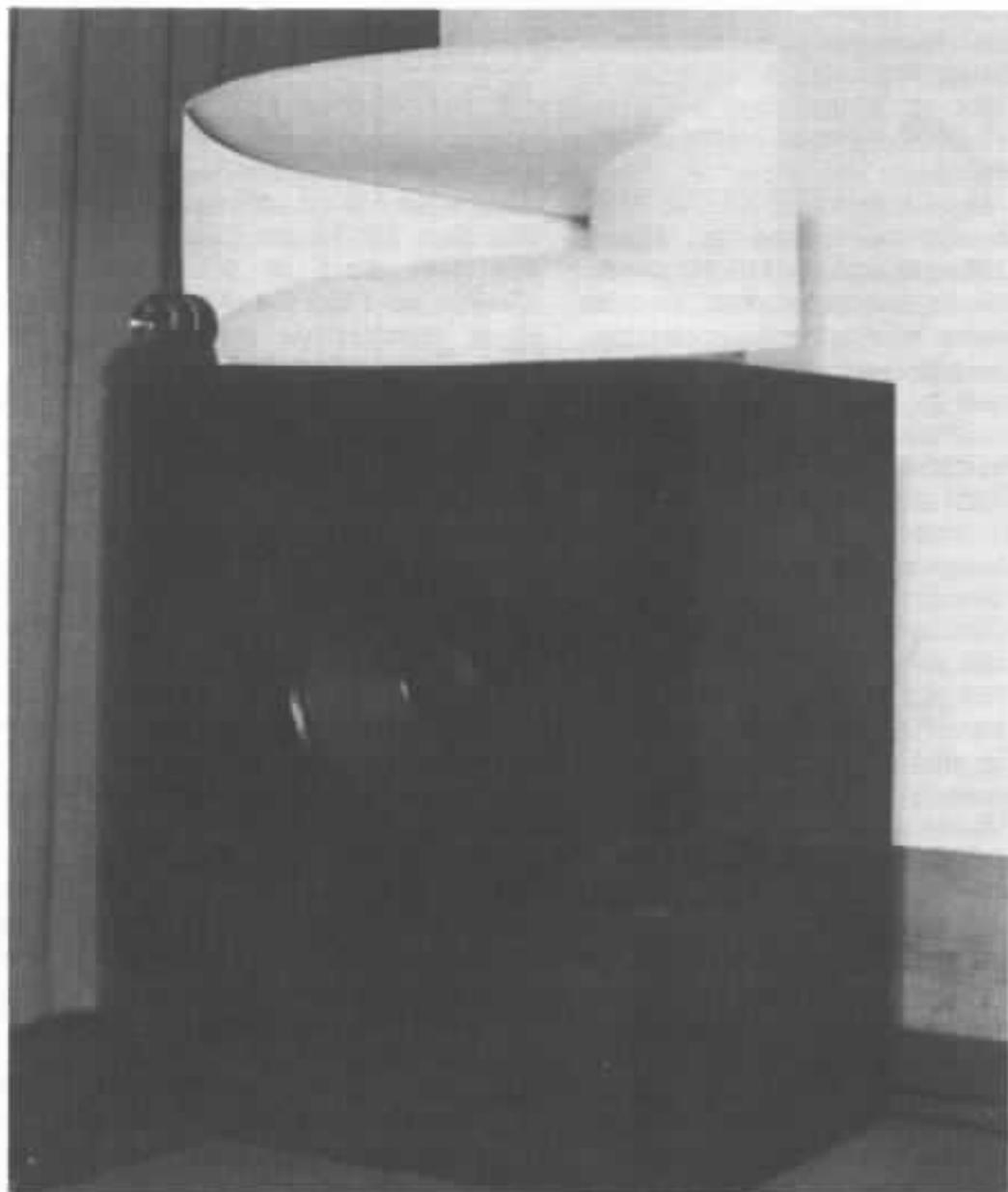
Le filtrage passif du PM6 et du T925 se fait conformément au filtre proposé par J.C dans le n°27 de février 1983 Gaertner (fig. 5). Les 2 cellules sont, elles aussi, à 18 dB/oct avec compen-



Vue de détail de la modification du Lowther PM6, le bicône est raccourci d'environ 1 cm, une couronne d'amortissement est placée entre le cône principal et le bicône.



Vue de détail du montage du 10CO-1 sur la mini-Onken. A l'inverse des deux autres caissons, le haut-parleur est monté par l'avant. Le saladier s'encastre sur le baffle.



Le système Audiophile avec médium Iwata + JBL 2441. Ce moteur n'étant plus disponible, cette configuration n'est plus utilisée.

sations préalables d'impédance. La coupure s'effectue à 6 kHz. Le réglage du niveau du tweeter T925 se fait à l'aide du potentiomètre atténuateur à impédance constante prévu en série.

Le système ainsi réalisé, particulièrement dans sa version électronique, est étonnant sur les messages à grande dynamique. Il n'est pas conseillé d'orienter, contrairement aux médiums Audax, systématiquement les Lowther vers le point d'écoute. Une écoute 15° en dehors de l'axe procure une plus grande douceur. L'ensemble ainsi constitué est très vivant, très clair avec un médium bien à sa place. Le message est extrêmement défini et doux en même temps. Toutes les nuances et couleurs instrumentales sont restituées à merveille.

La petite Onken : 1ère Alternative

Inutile de redire que les 335 l du volume interne du caisson Onken équipé du 416-8C constitue un handicap pour certains audiophiles épris de perfection. La place est souvent compté dans les logements modernes et le côté purement esthétique, voire artistique, d'une telle réalisation n'est pas toujours du goût de tous. Ainsi une alternative intéressante a été proposée par Jean Hiraga dans l'Audiophile n°25 sous la forme d'un plus petit caisson Onken animé, non plus par un 38 cm Altec, mais par un 30 cm référence 414-8C. Ce caisson s'est appelé communément «petite Onken». Le volume de 190 l interne est plus acceptable. Le 414-8C devenu depuis 414-8E (même changement que lors du passage du 416-8A au 416-8B) est une sorte de réduction du 416-8C. Les bobines sont très proches, le moteur est voisin, seules les membranes diffèrent par leurs diamètres. Les suspensions sont du même type en tissu enduit à petits plis. Les paramètres des haut-parleurs

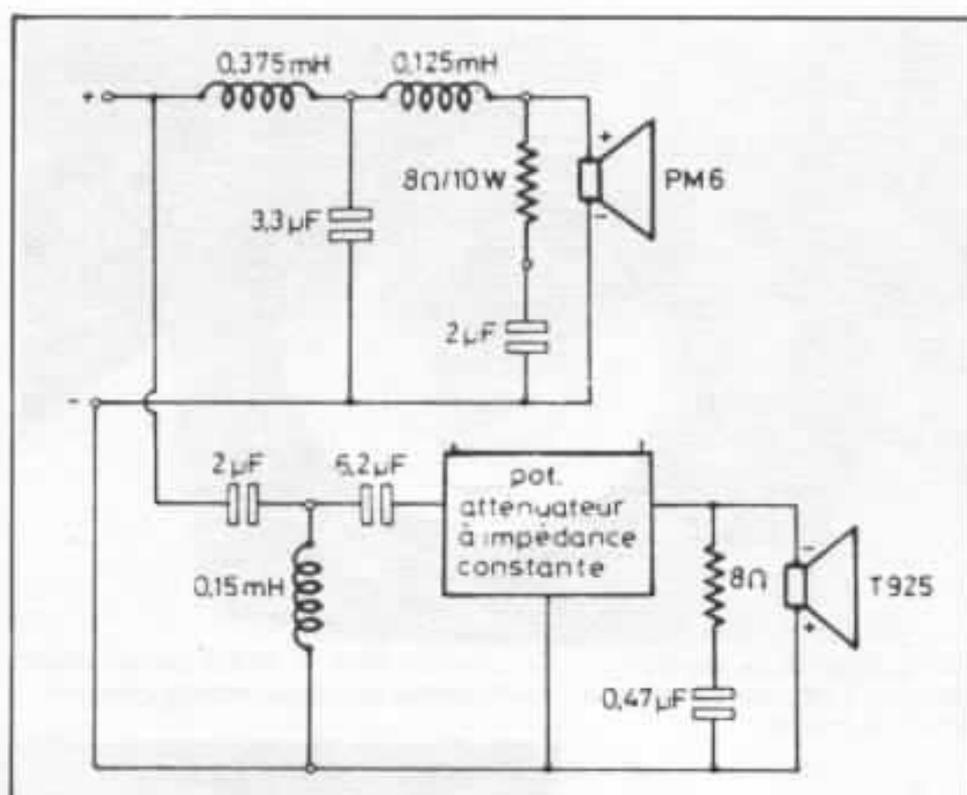


Fig. 5 : Filtre passif entre Lowther PM6 - Fostex T925.

sont, bien sûr, différents. Le rendement du 414 est inférieur mais pas dans les basses fréquences une fois filtré la différence n'exède pas 2 dB. La conception et la construction du caisson Onken original avec le 416-8A restent entièrement valables pour la petite Onken. Choix du Nantex, qualité de feutre, tout restera identique.

Les associations du médium et de l'aigu ainsi que les différents filtres électroniques ou passifs sont transposables. Dans le cas du passif vérifiez cependant que le rendement du Lowther ne soit pas trop élevé suivant le local (mettre éventuellement un potentiomètre atténuateur en série avec le PM6 comme avec le T925). Dans le choix entre le 416-8C et le 414-8E le prix ne constitue pas un argument décisif. En effet les prix sont pratiquement les mêmes pour les haut-parleurs et le coût de la construction du coffret ne bougera pas sensiblement. Ce sont de simples considérations de volume, d'encombrement, voire d'esthétiques qui peuvent guider

le lecteur vers cette solution que constitue la petite Onken. Il faut cependant saluer la performance car faire presque aussi bien que le gros système dans un volume inférieur de plus d'un tiers rassurera les audiophiles désireux de se lancer dans sa fabrication.

Nous vous donnons en figure 6 le plan de la petite Onken.

Pour les informations plus détaillées le lecteur pourra se reporter au n°25. La coupure basse de la petite Onken est plus rapide que celle de l'original soit 45 Hz à -3 dB, mais cela ne constitue nullement un handicap à l'écoute. Dans certains cas cela peut être favorable et bénéfique, notamment dans les pièces de petites dimensions. Le 414-8E se comporte souvent mieux que le 416-8C dans le bas médium. Plus de clarté, plus d'attaque en transitoires mais aussi moins d'ampleur dans les grandes pièces. Le mariage avec le médium aigu Lowther-Fostex demeure excellent et l'homogénéité reste toujours à un remarquable niveau.

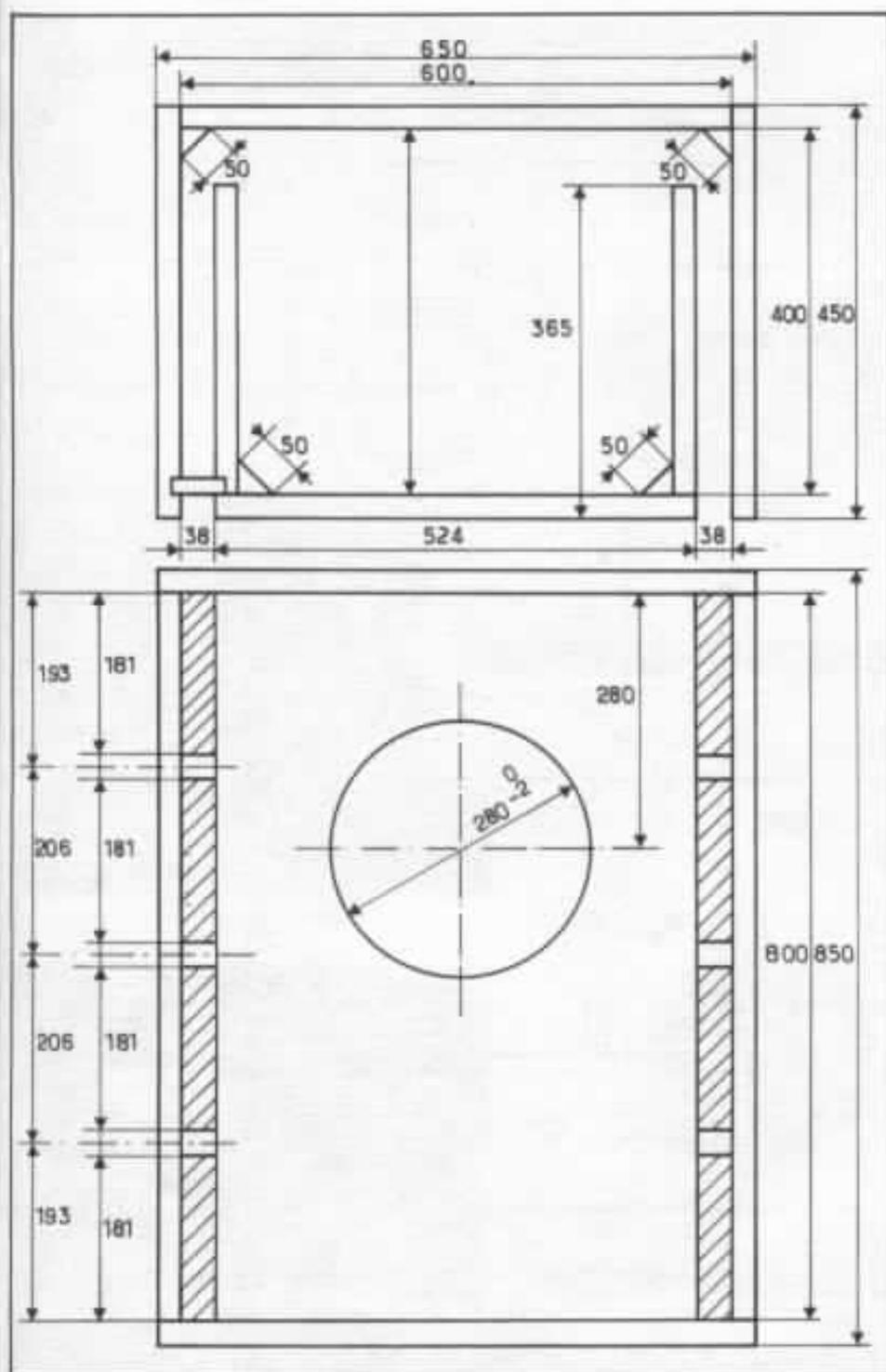


Fig. 6 : La petite Onken.

La Mini-Onken : 2^e alternative

Si la petite Onken résoud en partie le problème de l'encombrement quand on se réfère à l'original elle n'en résoud pas pour autant de manière significative le problème du prix relativement élevé du haut-parleur et de l'ébénisterie de 190 l en Nantex.

Aussi était-il séduisant d'imaginer un plus petit Onken

encore : un mini-Onken, bien qu'il n'ait rigoureusement rien à voir avec les mini-enceintes ! Le but était de proposer aux lecteurs une plus petite Onken de volume moitié de la précédente, soit 3,5 fois moins grosse que l'original à base de 416-8A : soit 95 l de volume interne (fig. 7). Cette réalisation a été conçue au niveau du coffret, avec un matériau plus classique que le Nantex. Nous avons choisi un agglo-

méré très dense : la mélamine. Pour conserver une filiation logique au système Onken, il nous fallait trouver un 26 cm à haut rendement.

Le Focal 10C01 remplit toutes ces conditions (se reporter au n°26 page 26). Sa compliance de $1,75 \cdot 10^{-3} \text{mN}^{-1}$, son QTS de 0,2 sa surface active de $3,43 \cdot 10^{-2} \text{m}^2$ lui permettent de remplir le contrat soit un accord rigoureusement identique aux deux précédents modèles (alignement de Thiele 6,34) un volume interne de 96,9 l (évents compris) et une coupure basse de 51 Hz à -3 dB pour un rendement pratiquement identique aux deux précédentes réalisations : 95 dB. La fixation du haut-parleur se fait par l'avant et non pas par l'arrière comme les réalisations précédentes. Le saladier Zamac demande à être encastré. Le bois utilisé est de l'aggloméré très pressé : la mélamine. Un tasseau, viendra s'appuyer sur l'arrière du moteur pour éviter toutes vibrations parasites. Le feutre sera le même à l'intérieur.

Le raccordement en actif avec le PM6 et T925 se fera comme précédemment à 400 Hz et 7 000 Hz en n'omettant pas d'adjoindre la self de 0,2 mH sur le PM6. Le raccordement en passif fera appel au même filtre que celui décrit plus haut pour la partie médium aigu. Le raccord grave médium est emprunté en raccord effectué dans le Kit 500 de l'œuf + mini-Onken entre le 10C01 et le 7MC2 (fig. 8). Le mariage s'effectue parfaitement et le filtrage à 12 dB/oct. à 350 Hz donne d'excellents résultats auditifs. On retrouve la même légèreté que dans les réalisations précédentes avec peut-être un peu plus de chaleur que dans la petite Onken. Le rendement est stupéfiant pour un 26 cm et trouve sa source dans une bobine légère en fil plat bobiné sur chant qui procure une force motrice élevée pour le poids de l'équipage mobile.

L'œuf + mini-Onken

Nous connaissons désormais la mini-Onken il nous faut parler maintenant de l'œuf médium aigu Focal qui constitue une alternative au médium aigu Lowther-Fostex. Cet ensemble médium aigu n'est à envisager que dans son intégralité, c'est-à-dire le caisson ovoïde, le 7MC2 et le T120FC. Le 7MC2 a été conçu pour se marier parfaitement avec le T120FC et le caisson ovoïde pour accueillir l'ensemble des deux et leur donner toutes leurs dimensions. Aucune substitution, ou modification ne peut être envisagé. Cependant il est tout à fait possible d'associer l'œuf avec un des deux modèles Onken équipés d'Altec mais alors avec le filtre de la mini-Onken. Le 7MC2 qui constitue une belle pièce de mécanique (2,5 kg pour un 17 cm) possède un cône entièrement droit avec 3 corrugations arrivées. Le profil droit a été choisi pour la dispersion spatiale (le cône principal du Lowther est également droit) au détriment volontairement de la bande passante. En effet, contrairement au T925 le T120FC peut descendre très bas en fréquence (résonance 550 Hz) et il serait dommage de s'en priver quand on connaît le gain sonore engendré par l'emploi de faibles masses dans le médium et le haut-médium. Le T120FC conçu comme un petit cône est particulièrement à l'aise dans la zone 3 500 Hz/6 000 Hz où la franchise de ses attaques fait merveille. Il était donc nécessaire de l'associer à un médium qui ne monte pas trop haut mais qui au contraire disperse bien.

Si la bande était trop large il aurait fallu employer un filtre à pente raide et éliminer le filtrage à 6 dB/oct. qui dans tous les cas où cela est possible, est le plus souhaitable. Donc le 7MC2 est droit, régulier et sa pente de coupure à 5 kHz n'est pas trop entaché d'irrégularité. Ainsi donc avec un filtrage à 6 dB/oct. du

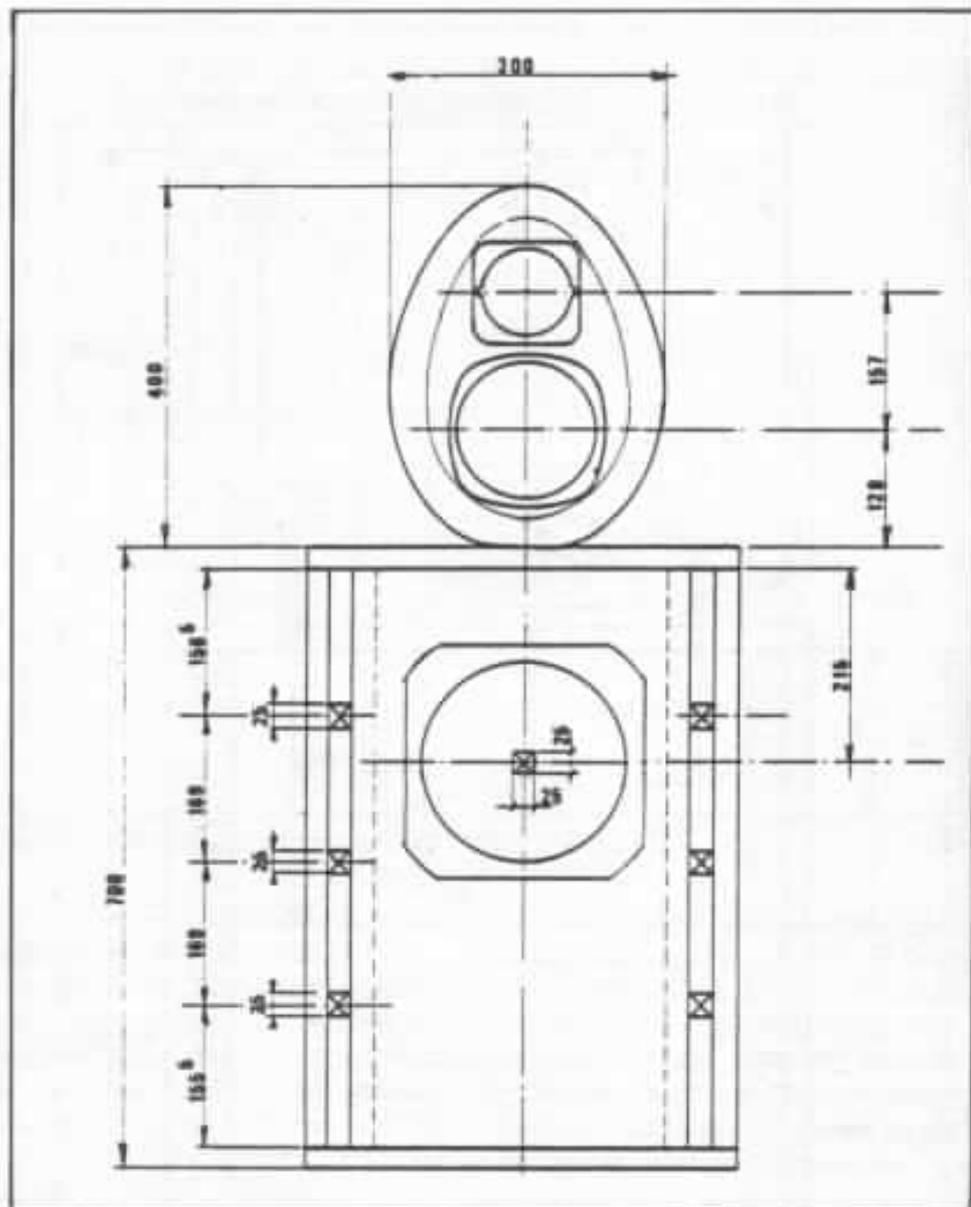


Fig. 7 : La mini-Onken.

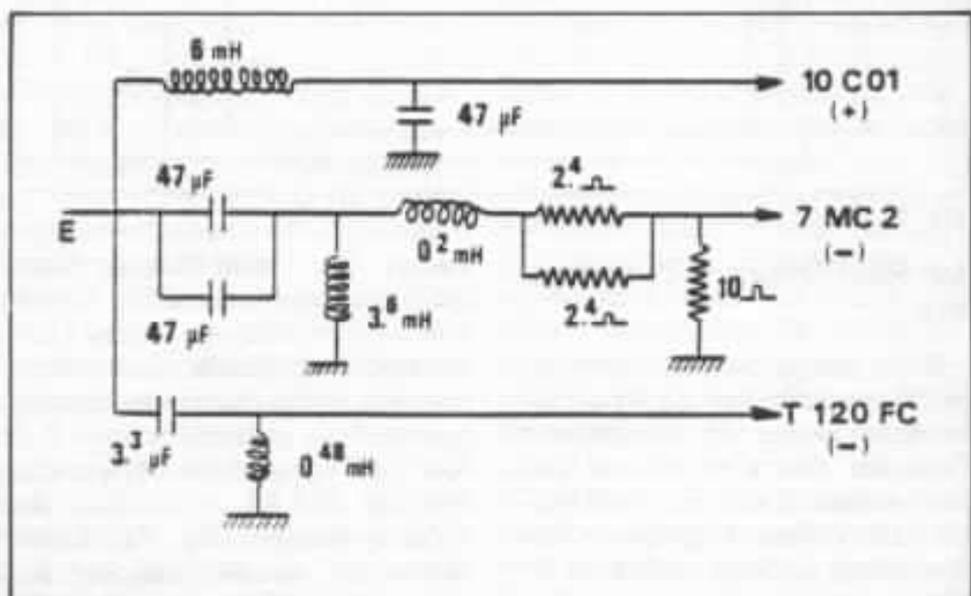
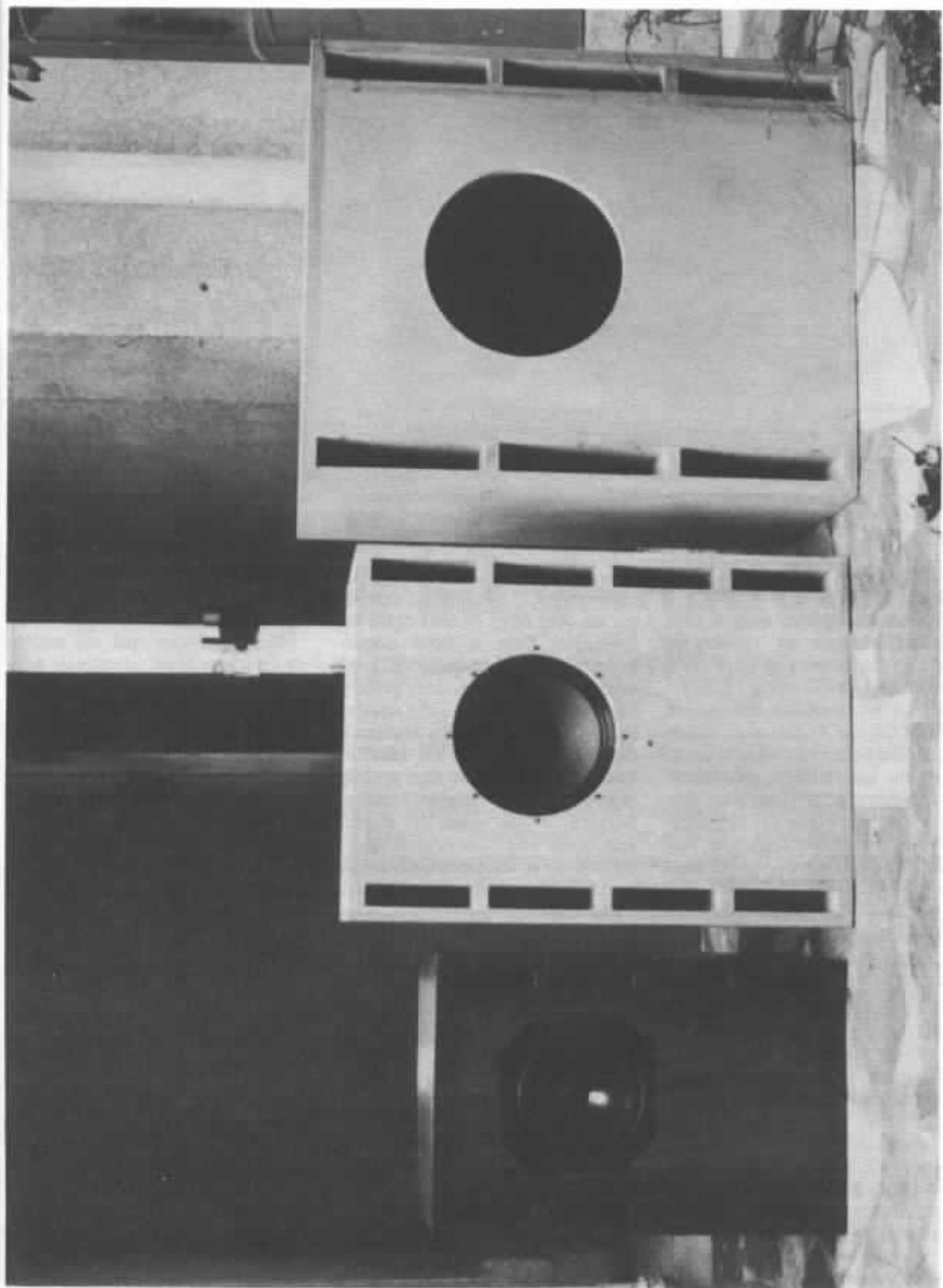
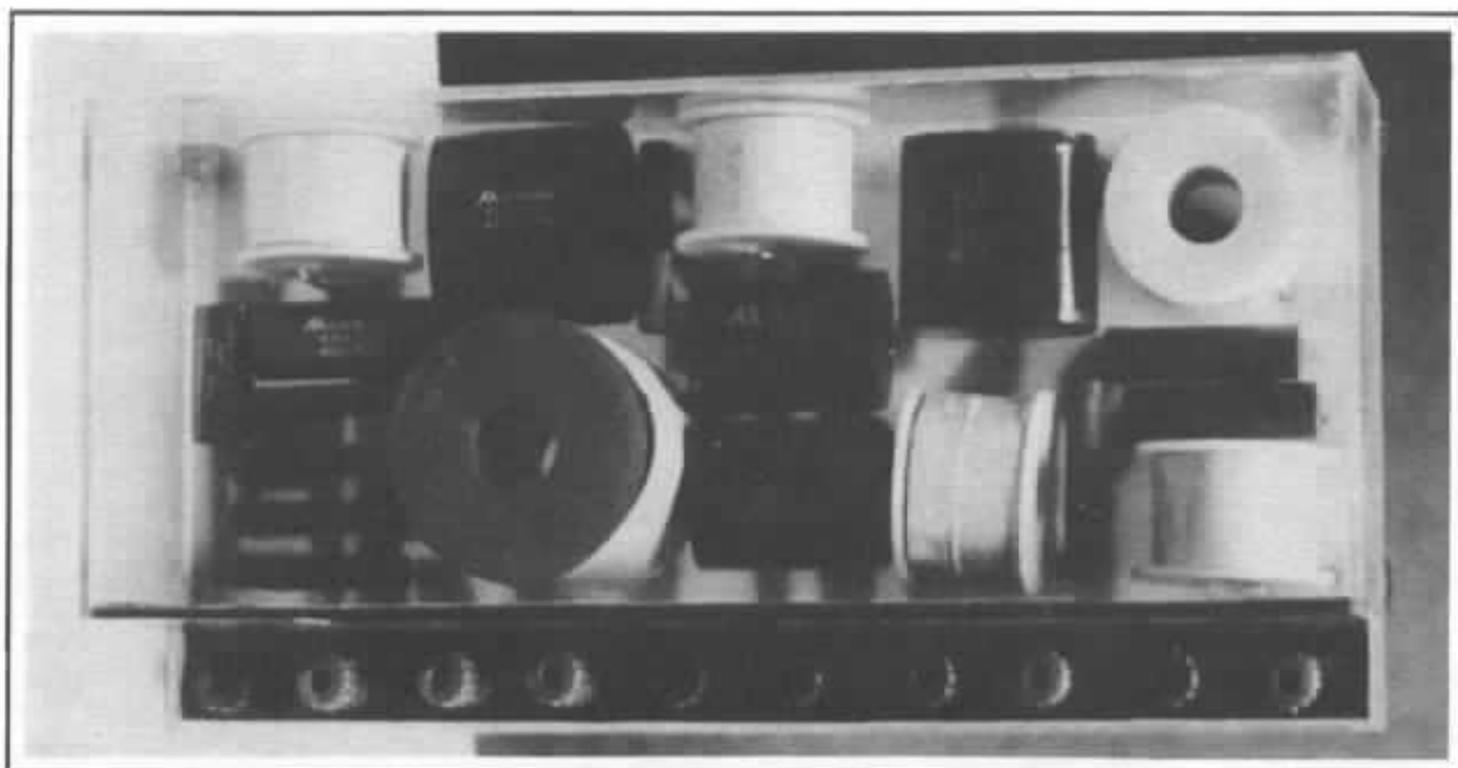


Fig. 8 : Filtre mini-Onken + œuf.



Les trois solutions du système Audiophile. De gauche à droite : la mini-Onken, la petite Onken et la Onken (kit d'ébénisterie).



Filtre passif 18 dB/octave. On notera l'implantation des selfs pour limiter les effets de mutuelle inductance.

médium on peut raccorder à 4 kHz.

La forme ovoïde mettra tout particulièrement en valeur les qualités essentielles de dispersion spatiale du 7MC2 et du T120FC. De plus un matériau totalement neutre (plâtre + fibres de verre) éliminera toute résonances parasites ou gonflements intempêtes. Neutralité et dispersion spatiale sont les 2 qualités principales de ce médium aigu. On sait que l'œuf est la forme la plus

rigide dans les sens longitudinal, il est en effet impossible de casser un œuf dans ce sens entre les 2 mains. Cela a pour conséquence de donner au 7MC2 un coffret hyper rigide. Il est prouvé de plus que la forme sphérique et donc ovoïde prouve la meilleure dispersion spatiale. Le résultat auditif de l'œuf est une grande précision jointe à une grande dispersion le tout sans un aspect très froid, voire clinique. L'association avec la mini-Onken lui

redonne un peu de chaleur et l'ensemble des deux éléments se complètent parfaitement.

Nous pensons que cet article de synthèse était nécessaire afin que le lecteur comprenne mieux les différentes possibilités offertes, à l'heure actuelle, par le système Audiophile. Insistons sur l'aspect évolutif du système, qui permet quasiment à chacun de trouver une solution en rapport avec son budget et ses impératifs d'ordre esthétique.



Vieilles recettes ou nouvelle cuisine pour nos alimentations

3. Analyse subjective

Héphaïstos

Cet article est la troisième partie de notre étude consacrée au circuit d'alimentation. Il décrit l'expérimentation subjective qui fait suite à l'approche théorique publiée dans l'Audiophile n°23, et à la mesure objective de quelques circuits représentant différentes solutions, analysée dans le n°24. Cette expérimentation subjective qui utilise ces mêmes circuits, cherche à faire des corrélations entre les mesures objectives et les résultats de l'écoute, et à se prononcer sur la validité des considérations théoriques. Ce volet de l'étude des alimentations vient à point nommé dans ce numéro qui se veut un numéro de synthèse, le problème des alimentations a en effet jalonné la voie des 30 premiers numéros.

Enfin ! se diront les audiophiles qui ont été intéressés par les 2 premiers articles de cette étude parus il y a environ un an. S'il nous a fallu autant de temps pour réaliser ces essais subjectifs c'est que j'ai tenu à ce qu'ils soient faits avec beaucoup de soin et de rigueur.

J'avais trop été scandalisé par la relation de certaine expérimentation subjective qui se vou-

lait scientifique et se disait définitive (je me suis demandé et je me demande encore si le rapporteur de cette expérience était victime ou complice de l'escroquerie intellectuelle qu'elle représente à mes yeux), pour ne pas apporter le plus grand soin et la plus grande prudence dans cette expérimentation. En effet les différences introduites par la substitution de différents circuits d'ali-

mentation pour le préamplificateur d'une chaîne de reproduction complète sont subtiles et souvent difficiles à mettre en évidence (parfois il a fallu renoncer). Ces expérimentations réclament de la part des participants une grande attention et de bonnes conditions psychologiques (calme, disponibilité, absence de fatigue). Cela conduit à des essais longs pour chaque compa-

raison, et qu'il ne faut pas trop enchaîner les uns à la suite des autres sous peine de rendre les participants incapables de juger convenablement.

En outre le nombre de circuits à tester (16, soit 120 combinaisons possibles pour une comparaison entre deux circuits) était très élevé. Il est évident que nous n'avons pas pu écouter toutes les 120 combinaisons, il aurait fallu plusieurs années, si tant est que nous en ayons eu la patience. De plus le jeu n'en valait pas la chandelle et ceux qui auraient attendu de cette expérimentation subjective un résultat dans le genre : « nous avons fait 2 459 tests d'où il ressort que l'alimentation n°x est préférée dans 35,73 % des cas, donc il est scientifiquement prouvé que c'est l'alimentation x qui est la meilleure et il n'y a pas d'autres études à faire ! », risquent d'être déçus. Une telle conclusion eut été une imposture scientifique.

En effet une telle expérimentation ne saurait être définitive, et nous sommes bien conscients de ses limites. Outre les limitations inhérentes à l'écoute subjective que l'on peut d'ailleurs réduire par l'usage de la statistique (il est illusoire de penser les éliminer complètement ainsi), il y a les limitations propres au dispositif expérimental. Celui-ci est loin d'être parfait. Il n'y a pas que les circuits d'alimentation testés qui peuvent introduire des défauts, mais aussi le préamplificateur lui-même, l'amplificateur de puissance, la cellule, les enceintes et même le message acoustique. Autant d'éléments qui sont inévitablement imparfaits. Et si l'on conçoit bien qu'ajouter un défaut à un autre défaut sera généralement perçu comme une dégradation, il n'est pas impensable que dans certains cas ce défaut supplémentaire puisse en compenser un autre (cas des non-linéarités statiques par exemple)

ou en atténuer l'effet subjectif, ou dans d'autres cas être totalement masqué par les défauts déjà présents.

Pour limiter ces effets nous avons soigné au maximum le dispositif expérimental, comme nous le verrons un peu plus loin. Néanmoins je regrette bien de ne pas connaître le schéma interne du préamplificateur Sunsey Minimum qui a servi à cette expérimentation subjective. Cela m'aurait permis de mieux comprendre les effets théoriques des défauts de l'alimentation. Cependant ce préamplificateur nous est connu pour ses qualités subjectives et son alimentation unique est un grand avantage pour ces essais. C'est pour ces raisons que nous l'avons retenu.

Avant de décrire les résultats obtenus, quelques brefs rappels sur la théorie et les circuits testés, ainsi que la description du dispositif expérimental ne me semblent pas superflus.

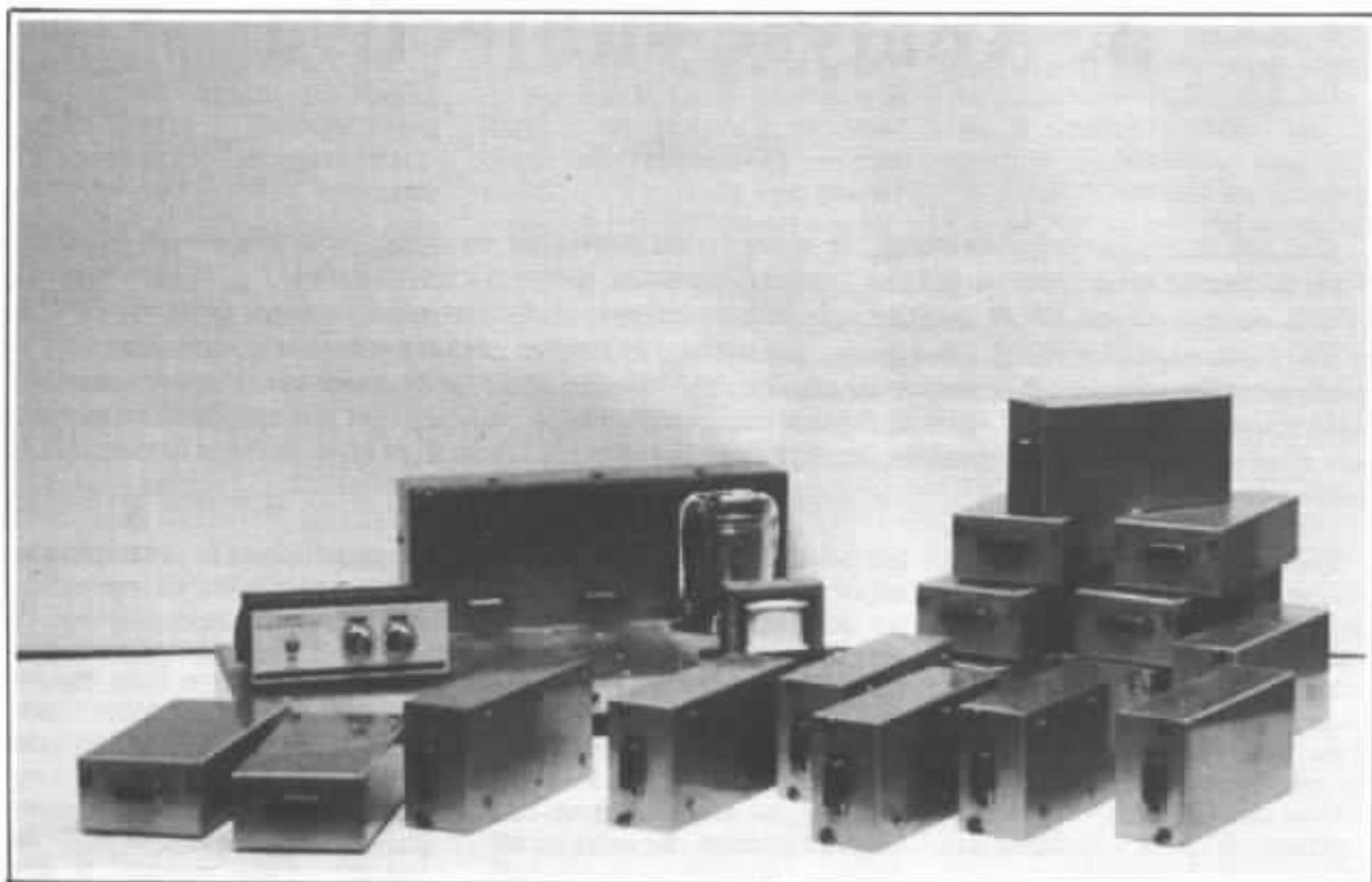


Fig. 1 : Photo des 16 boîtiers d'alimentation.

Rappels théoriques

Nous avons expliqué (voir l'audiophile n°23 pour plus de détails) pourquoi les audiophiles avaient à notre avis raison de rejeter les solutions habituellement retenues pour les circuits d'alimentation, et aussi pourquoi des alimentations régulées condition d'être bien faites avaient toutes les chances de les satisfaire aussi bien sinon mieux que les monstres non régulés.

Les qualités qui nous semblent importantes pour une alimentation sont :

— La stabilité de la tension fournie, principalement à très court terme (absence de bruit, de ronflement ou autres parasites surtout dans la bande audio)

— La faible valeur et la linéarité de l'impédance de sortie du circuit d'alimentation, l'idéal étant une valeur nulle. Cela non seulement en continu mais dans toute la bande audio.

Pour vérifier cela seize circuits ont été réalisés et mesurés (se reporter à l'audiophile n°24 pour la description précise et les schémas de ces circuits ainsi que les résultats des mesures). Ces circuits ont été scellés dans des boîtes identiques comme le montre la photo de la figure 1, pour assurer la validité des tests subjectifs.

Circuits testés

Circuit n°0 (code 0)

C'est un circuit entièrement passif : une succession de cellules en pi, filtre passe bas RC.

Circuit n°1 (code 8)

C'est un circuit comprenant un embryon de régulation : deux cellules en L, filtre passe bas RC, séparées par une diode de régulation.

Circuit n°2 (code 4)

C'est une alimentation de la première génération : une amplification de gain 1 (Darlington monté en collecteur commun) suit une diode de régulation.

Circuit n°3 (code C)

C'est une alimentation de la seconde génération : une boucle toute simple dans laquelle un transistor compare la tension de sortie divisée par un pont potentiométrique à la tension d'un diode de régulation.

Circuit N°4 (code 2)

C'est une autre alimentation de la seconde génération : mais celle-ci utilise un montage différentiel pour asservir la tension de sortie.

Circuit N°5 (code A)

C'est une alimentation de la troisième génération qui utilise un circuit intégré μA 723 et des transistors de sortie discrets.

Circuit N°6 (code 6)

C'est une alimentation de la troisième génération : la première version de l'alimentation proposé par Kanéda décrite dans l'audiophile n°3.

Circuit n°7 (code E)

C'est la seconde version de l'alimentation Kanéda. La différence porte sur la bande rebouclée dans l'asservissement de la tension de sortie. Cette deuxième version est plus rapide et plus stable que la première.

Circuit n°8 (code 1)

C'est une alimentation de la quatrième génération, le summum actuel de l'intégration, elle n'utilise qu'un seul élément actif : un circuit intégré de puissance.

Circuit n°9 (code 9)

C'est une variante du circuit de l'alimentation n°8. On a ajouté un condensateur chimique dans le circuit comme le recommande le constructeur pour diminuer l'impédance dynamique de l'alimentation.

Circuit n°10 (code 5)

C'est une alimentation de la seconde génération conçue selon les nouveaux principes que j'ai proposés pour les circuits d'alimentation : bande passante élevée, fréquence de coupure de la boucle due au condensateur de sortie, transistors montés en cascade.

Son schéma est assez simple : un étage différentiel qui amplifie la différence entre la tension de référence et une partie de la tension de sortie, suivi d'un Darlington monté en émetteur suiveur. C'est le schéma de base à partir duquel les circuits suivants ne sont que variations destinées à montrer les conséquences de telles ou telles évolutions.

Circuit n°11 (code D)

C'est le même schéma que le circuit n°10 à part un condensateur chimique qui a été ajouté en parallèle sur le condensateur de sortie.

Circuit N°12 (code B)

C'est le même schéma que le circuit n°10 mais une contre réaction locale a été introduite sous la forme de résistances d'émetteur dans le différentiel : le gain de la boucle est réduit et celle-ci est plus linéaire.

Circuit n°13

Ce circuit qui diminuait d'une autre façon le gain de boucle n'a pas été testé subjectivement. Comme nous le verrons plus loin le dispositif de test n'admettait que seize codes de circuit. J'ai préféré substituer un circuit supplémentaire, le n°16, qui me semblait plus intéressant à tester subjectivement.

Circuit n°14 (code 3)

C'est encore le même schéma que celui du circuit n°10. La différence porte cette fois sur la résistance de sortie en boucle ouverte qui a été augmentée, avec comme effet secondaire la baisse de fréquence de coupure de la boucle.

Circuit n°15 (code 7)

C'est toujours le même schéma que celui du circuit n°10. La non-linéarité de sortie a été augmentée par des transistors montés en diode en série avec le transistor de sortie.

Circuit n°16 (code F)

Ce circuit qui dérive du schéma de base n'avait pas été décrit ni mesuré dans l'article de l'audiophile n°24. La modification consiste en un étage de

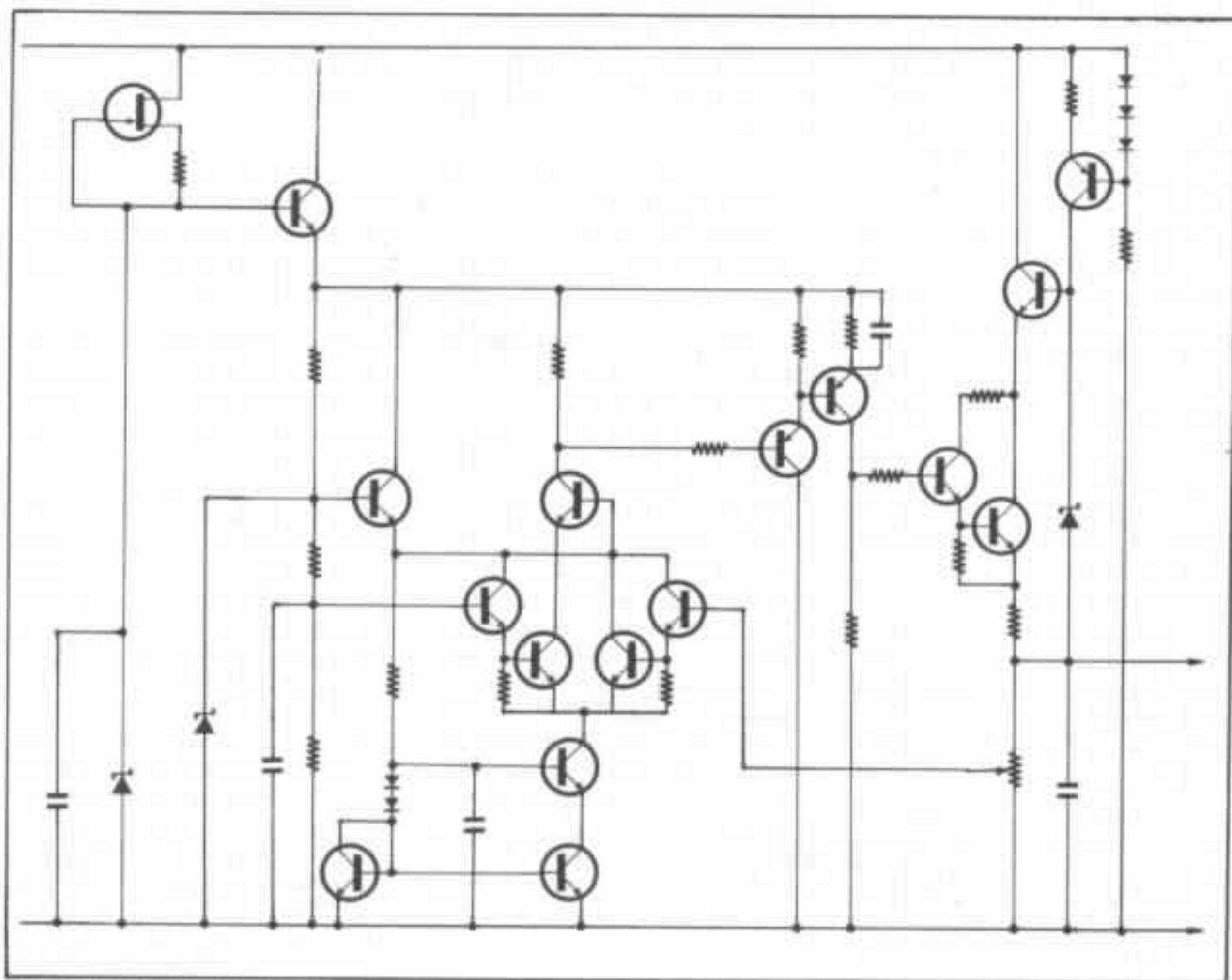


Fig. 2 : Schéma du circuit n°16.

10 dB de gain introduit entre le circuit différentiel et l'étage suiveur de sortie, de façon à augmenter le gain de boucle et donc la réjection des ronflettes d'entrée et diminuer l'impédance de sortie. Le schéma est donné en figure 2. A cause des problèmes de boucle, ce circuit n'a pas été évident à mettre au point.

Le dispositif de test

Le dispositif de test était constitué de deux parties : un banc de test proprement dit qui permettait la comparaison de deux circuits d'alimentation et une chaîne de reproduction très sophistiquée pour accroître la sensibilité de nos mesures.

Le banc de test subjectif

Ce banc de test apparaît sur la photo de la figure n°3. Il permet de recevoir deux circuits d'alimentation et le préamplificateur Sunsey Minimum.

Son synoptique, donné en figure 4, permet de comprendre son fonctionnement :

- Un ensemble transformateur, redressement et capacité de filtrage alimente les deux circuits d'alimentation à tester ainsi que les autres circuits du banc ;

- Un circuit de protection mesure la tension fournie au préamplificateur et agit sur une combinaison fusible-thyristor. Cela nous garantit ainsi contre toutes panne catastrophique des

circuits d'alimentation.

— Un système de commande permet la commutation avec temporisation des deux circuits d'alimentation. Cette commutation est faite par deux relais mouillés au mercure. Cette luxueuse solution nous a semblé la seule à même d'offrir une impédance très faible et reproductible lors des multiples commutations des circuits d'alimentation qui interviennent au cours d'une comparaison.

Les connecteurs utilisés, bien qu'ils soient de très bonne qualité n'offrent pas la même garantie de reproductibilité. Mais, comme lors des comparaisons entre deux circuits on ne doit pas

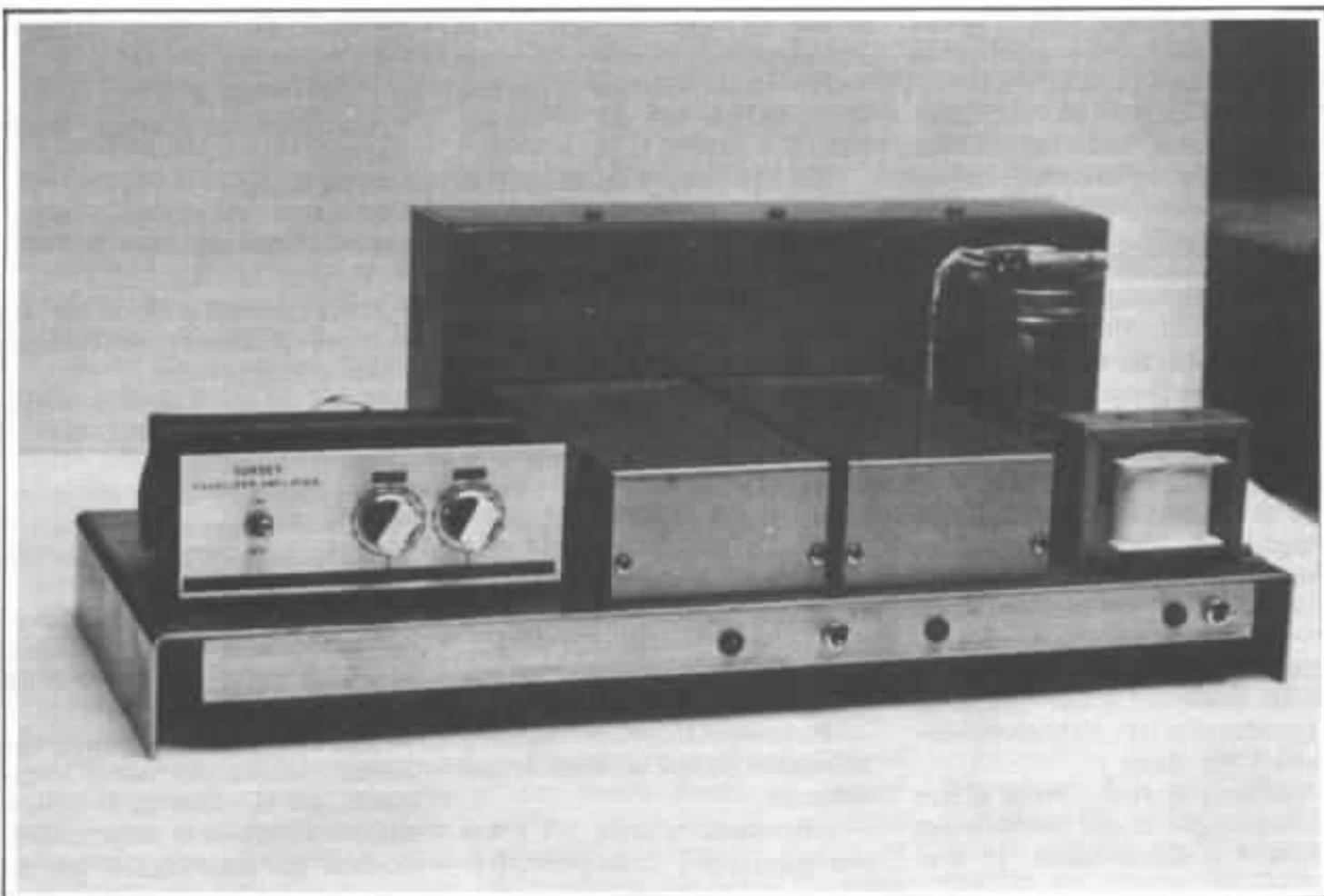


Fig. 3 : Le banc de mesure vu de face avec le préamplificateur Sunsey Minimum et deux alimentations.

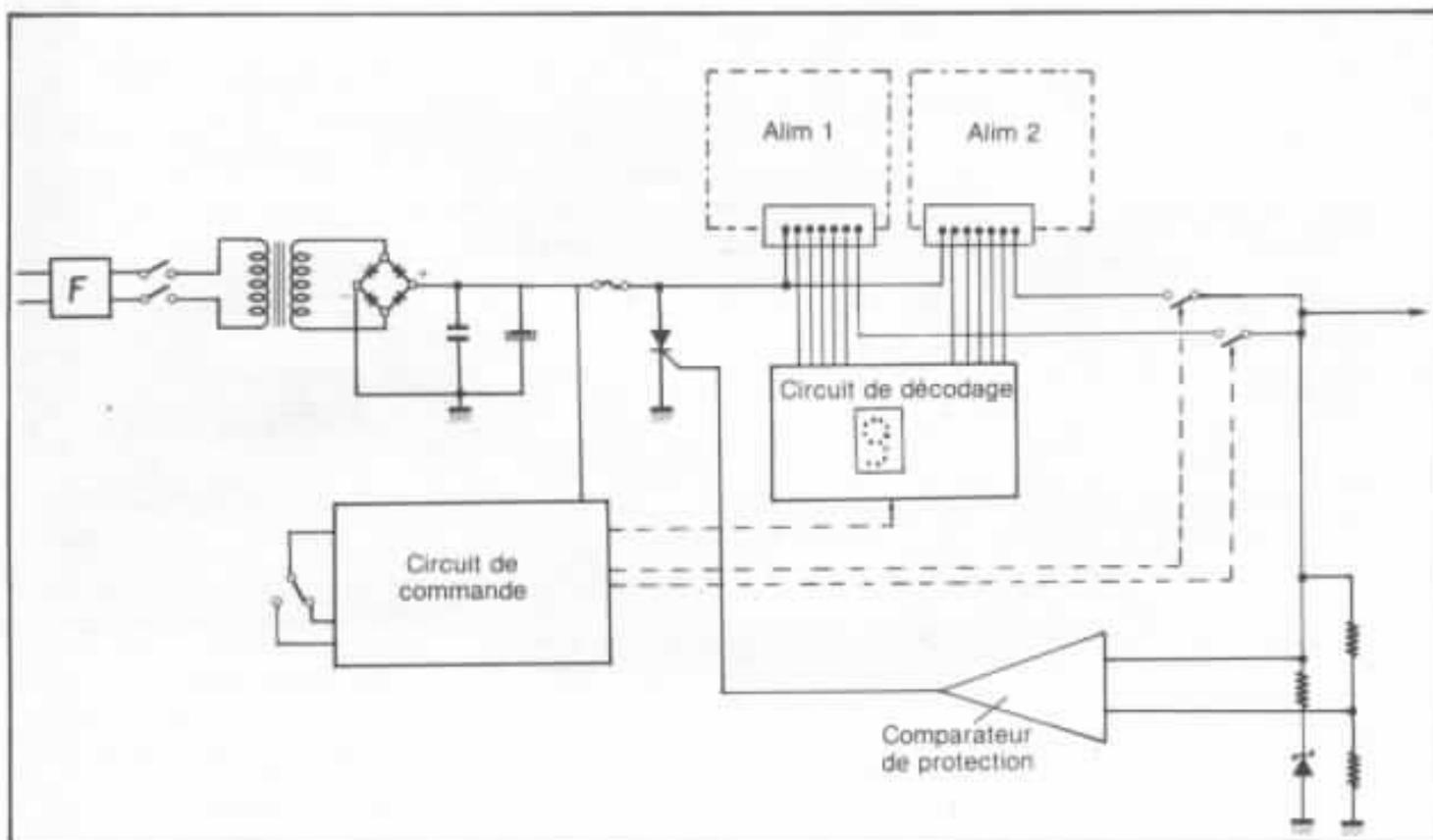


Fig. 4 : Synoptique du banc de test subjectif.

y toucher, nous avons admis cette solution plus souple qu'un branchement par soudure...

— Une logique de décodage déchiffre un code secret sur 4 bits (code hexadécimal) réalisé par une interconnection interne au boîtier testé et affiche le code du circuit utilisé à l'arrière du banc de test subjectif (photo de la figure 5). Ainsi, hormis de code secret et les qualités subjectives rien ne permettait aux expérimentateurs de distinguer un circuit d'un autre.

La chaîne de reproduction

J'ai confié à l'équipe de l'audiophile le soin de réaliser les essais subjectifs pour plusieurs raisons :

- Ils ont une grande expérience des tests subjectifs ;
- Ils disposent d'une chaîne de reproduction très élaborée nécessaire à ces essais ;
- Enfin j'ai voulu éviter d'être influencé par ce que je savais des circuits d'alimentation. je n'ai

révélé aux expérimentateurs la correspondance entre le code secret et les circuits électroniques, qu'une fois ces essais terminés.

Les éléments qu'ils ont utilisés pour ces essais sont les suivants :

— Platine Verdier, avec couvercle-plateau aspirant Audiotechnica AT666EX.

— Bras Delaleu pour la première moitié des essais puis bras SME 3012 long ancien modèle. A noter que cette substitution en cours d'essais n'a pas apporté de différence notable dans la comparaison des circuits d'alimentation.

— Cellule Denon DL103 avec capot en plomb, deux modèles différents ont servis aux tests.

— Préamplificateur modèle Hiraga, version autographe.

— Préamplificateur Sunsey Minimum intégré au banc de test subjectif.

— Filtre actif modèle FA 1 des réalisations de l'Audiophile, fré-

quences de coupure 400 et 7000 Hz.

— Pour la voie grave :

• Amplificateur Hiraga 20 W classe A

• Cable Lucas

• Caisson Onken avec haut-parleur Altec 416-8A.

— Pour la voie médium :

• Amplificateur 8 W classe A : le monstre alimenté par batterie

• Cable Superflow,

• Haut-parleur Lowther PM6, version Alnico, modifié.

— Pour la voie aigu :

• Amplificateur 8 W classe A, version décrite sous la configuration n°2 dans l'Audiophile n°29,

• Cable Lify 1 mm²,

• Haut-parleur Fostex T925 avec un FT90H en super tweeter coupé de façon passive à 6 dB par octave.

— Les câbles de modulation bas niveau étaient des câbles Neumann, à l'exception de la liaison entre la cellule et le préamplificateur qui était réalisée par du

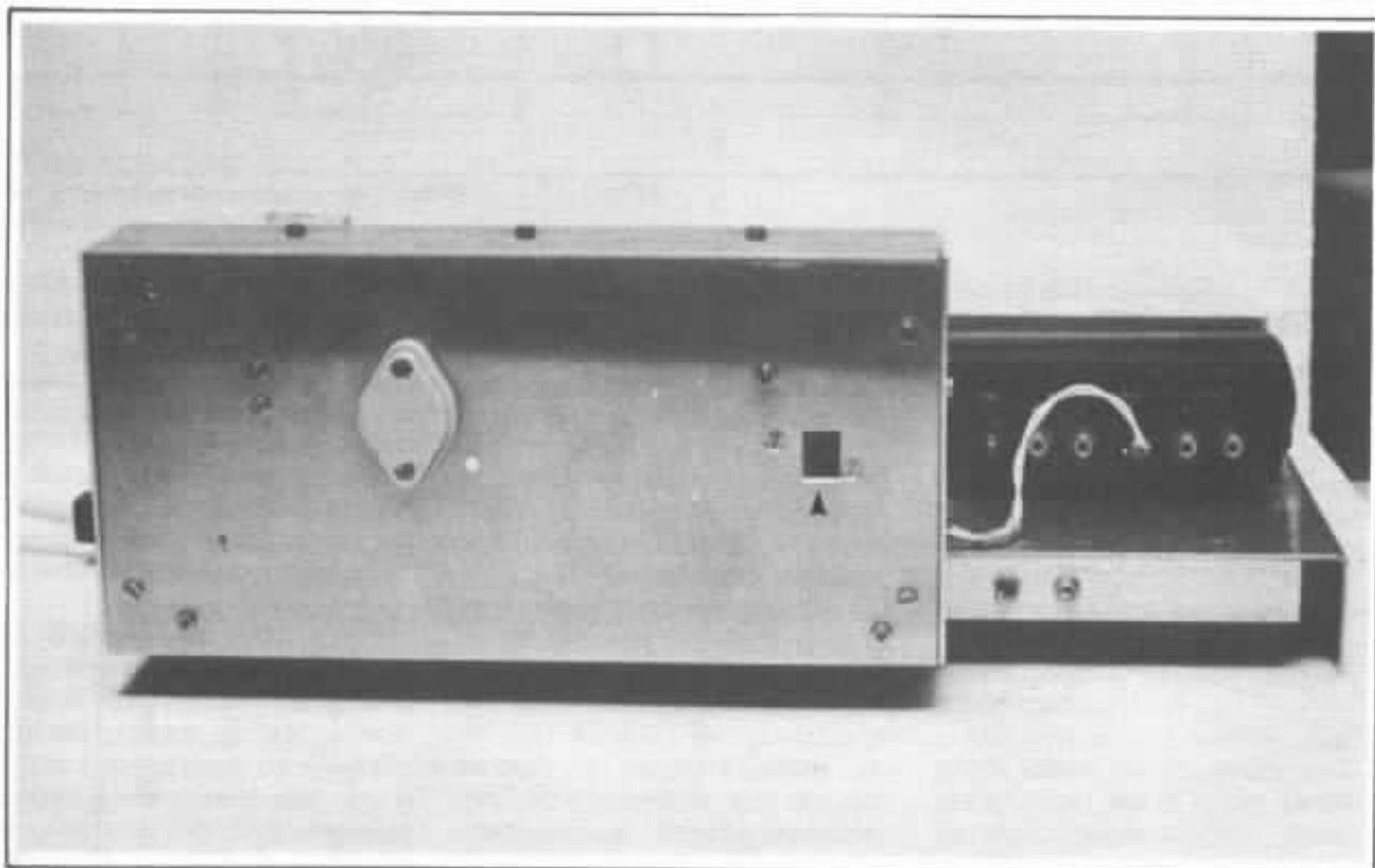


Fig. 5 : Le banc de test vu de l'arrière avec l'affichage du code de l'alimentation en fonctionnement.

fil de litz traité au superblack. Les contacts des prises Cinch étaient traités à l'Electrolube.

Les résultats

Comme je l'ai dit un peu plus haut toutes les combinaisons n'ont pas été testées, mais je crois que suffisamment de tests ont été faits pour que les résultats soient significatifs.

Après une première phase au cours de laquelle les expérimentateurs étaient laissés en complète liberté, je leur ai demandé de faire quelques comparaisons qui n'avaient pas été effectuées et qui me semblaient particulièrement intéressantes.

Avant de décrire ces résultats que j'ai rassemblés dans un ordre plus clair pour les lecteurs, je voudrais ici remercier ceux qui ont eu assez de foi dans cette expérience pour y consacrer une part importante de leur temps et qui ont eu assez de patience pour traquer des différences qui n'étaient pas toujours évidentes à détecter. Ma reconnaissance va plus particulièrement à MM. William Walther et Gérard Chrétien.

Commençons par les comparaisons qui ont fait intervenir le circuit entièrement passif, le circuit n°0 :

— Circuit n°0 contre circuit N°1

Les deux circuits sont jugés très proches, toutefois une légère préférence est donnée au circuit 100 % passif. Pour les mesures la principale différence est une meilleure atténuation des ronflettes en bas de bande pour le circuit n°0.

— Circuit n°0 contre circuit n°4

Toujours une impression de circuits assez proches. Le circuit 0 est préféré de peu.

Pour les mesures les principales différences sont une moins bonne atténuation des ronflettes pour le circuit n°4 et une impédance de sortie plus basse et fixe pour le circuit n°4 alors que celle du circuit n°0 baisse avec la fréquence.

— Circuit n°0 contre circuit n°6

Le circuit passif est nettement préféré le message semble plus articulé et la réponse en fréquence plus large. Le circuit Kanéda n°1 donne plus de médium et l'aigu apparaît plus crispé.

Ce résultat est d'autant plus remarquable que la boucle de contre réaction du circuit Kanéda n°1 flirte avec l'instabilité et que les mesures font très nettement apparaître des accidents dans l'impédance de sortie et dans l'atténuation des ronflettes, vers 5 kHz.

— Circuit n°0 contre circuit n°8

Le circuit n°0 est préféré de peu. Le circuit passif est jugé meilleur que le champion de l'intégration monolithique. Voilà qui ne surprendra pas les audiophiles.

— Circuit n°0 contre circuit n°9

Le circuit passif est encore préféré et de loin. La solution monolithique malgré l'addition du condensateur donne l'impression d'un signal perdu dans le bruit du sillon (défaut caractéristique de l'intermodulation).

— Circuit n°0 contre circuit n°10

Le circuit passif est préféré à notre solution pour de nouvelles alimentation. Le n°10 en est le circuit de base. La nouvelle alimentation projete l'aigu.

Pour les mesures l'alimentation passive atténuée un peu plus les ronflettes, 90 dB contre 86 dB, elle a une impédance de sortie supérieure jusqu'à 10 kHz, ne fait pas de bruit alors que la nouvelle alimentation présente un peu de distorsion en sortie.

— Circuit n°0 contre circuit n°11

Le circuit passif est encore préféré. La capacité mise en sortie qui abaisse surtout l'impédance de sortie du circuit à partir de 1 kHz, n'a rien changé à la confrontation entre le circuit passif et la nouvelle alimentation.

— Circuit n°0 contre circuit n°14

L'augmentation de la résistance de sortie de la nouvelle alimentation accentue son handicap par rapport à la solution passive. Elle manque alors de clarté, d'ambiance, de respiration, l'aigu semble moins filé et il y a intermodulation avec le bruit du sillon.

— Circuit n°0 contre circuit n°15

Il aurait été surprenant qu'en accroissant la distorsion de sortie de notre alimentation, elle devienne meilleure que la solution passive. Celle-ci reste préférée, l'effet de la distorsion semble être une dégradation de l'équilibre tonal et un relèvement de l'aigu.

— Circuit n°0 contre circuit n°16

Le résultat de ce test m'a fait très plaisir. La seule alimentation qui a été préférée au circuit 100 % passif est ce circuit rajouté au dernier moment et dans lequel j'applique au maximum les principes que je préconise pour les alimentations. Ce circuit donne un message plus défini, plus clair, plus piqué.

Cette première série de résultats montre que les solutions passives se défendent bien malgré les progrès de l'électronique : elles surpassent les solutions traditionnelles comme la théorie que nous avons développée, le disait et les nouvelles solutions que je préconise doivent être poussées à l'extrême pour emporter le challenge.

Examinons maintenant ce que donne la confrontation du circuit n°10, c'est-à-dire du schéma de base des nouvelles alimentations avec les autres circuits.

— Circuit n°10 contre circuit n°2

La confrontation est cruelle pour le circuit d'alimentation de la première génération, l'aigu est trop clinquant, le médium est creusé, confus.

Pour la mesure ce circuit avait

une mauvaise atténuation des ronflettes, une impédance de sortie assez élevée et une distorsion de sortie importante.

— **Circuit n°10 contre circuit n°7**

Les deux circuits sont très proches, il est difficile de repérer des différences notables.

Pour la mesure les deux circuits se ressemblent aussi sauf pour l'impédance de sortie qui est inférieure pour le circuit Kanéda n°2 dans un rapport de 10 par rapport à notre circuit de base.

— **Circuit n°10 contre circuit n°8**

Les deux circuits sont proches mais le circuit n°10 est préféré. La solution monolithique a tout de même moins de dynamique dans le médium.

Pour la mesure les deux circuits sont pourtant loin l'un de l'autre. Le circuit de base atténue les ronflettes dans un rapport de 30 dB de plus que la solution monolithique. L'impédance de sortie de cette dernière est plus élevée et croît avec la fréquence à partir de 500 Hz. En outre la solution monolithique distord beaucoup.

— **Circuit n°10 contre circuit n°11**

Cette confrontation permet de voir l'effet de l'augmentation de la capacité de sortie et de l'usage de condensateur électrochimique dans les nouvelles alimentations.

Le circuit sans condensateur électrochimique est préféré, celui-ci provoque un effet de loudness, relève l'aigu et procure un grave flou.

Pour la mesure la seule différence est la baisse d'impédance de sortie à partir de 1 kHz pour le circuit avec condensateur.

Je soupçonne ici une non linéarité du condensateur électrochimique que mes mesures de distorsion n'ont pas mise en évidence : celles-ci ont été faites de façon bien traditionnelle avec un distorsiomètre et des signaux

sinusoïdaux complaisamment stables.

— **Circuit n°10 contre circuit n°12**

Cette fois c'est l'effet de la valeur du gain de boucle qui est observé : la dégradation due à sa diminution est sensible bien que les deux alimentations soient très proches, l'aigu est légèrement moins clair sur l'alimentation qui a moins de gain de boucle.

— **Circuit n°10 contre circuit n°14**

La différence entre ces deux circuits est la résistance de sortie de la seconde qui est 5 fois supérieure. Les deux circuits sont jugés très proches mais le circuit de base semble relever l'aigu.

Alors que le circuit dont l'impédance de sortie est plus élevée donne une impression de plus de douceur. Ce résultat est fort intéressant, car il montre qu'une dégradation objective peut avoir des effets jugés positifs subjectivement parlant.

— **Circuit n°10 contre circuit n°15**

On veut tester cette fois ci l'effet des distorsions de sortie du circuit d'alimentation. J'attendais avec impatience le résultat de cette confrontation car la distorsion de sortie est un concept nouveau pour les circuits d'alimentation, qui me semble digne d'intérêt.

La différence est nette mais la solution qui distord est préférée : elle semble plus nuancée. Ce résultat confirme ce que je disais à propos de la comparaison précédente. Ici, l'oreille peut se laisser séduire par un défaut objectif. La qualité lui semble fade. Des tests plus longs, sans comparaisons rapprochées, renverseraient probablement la première impression.

— **Circuit n°10 contre circuit n°16**

Alors que les circuits n°11 à 15 correspondent à des dégradations du schéma n°10, le n°16 correspond à une amélioration. Eh bien, cette amélioration est

passé totalement inaperçue. Les expérimentateurs avaient le sentiment d'avoir à faire à exactement la même alimentation.

La confrontation directe ne permet pas de déceler une différence alors que la comparaison des deux circuits à la solution passive, n°0, met en évidence une différence à l'avantage du circuit objectivement le meilleur.

C'est une constatation intéressante qui montre les pièges de l'expérimentation subjective. Cela me fait penser à des échantillons de couleur qui seuls semblent identiques, mais que la confrontation à une troisième couleur révèle différents.

Le circuit à la distorsion volontaire encore été testé avec deux autres circuits d'alimentation :

— **Circuit n°15 contre circuit n°3**

Les deux alimentations ont donné l'impression d'être bonnes toutes les deux sans être identiques : le circuit à distorsion volontaire semblait plus plaisant alors que l'alimentation de la seconde génération donnait en comparaison de douceur et de nuance.

— **Circuit n°15 contre circuit n°6**

Le circuit à distorsion volontaire est préféré car il donne plus de définition sur tout le spectre que l'alimentation Kanéda n°1.

Désidément la distorsion me fait penser au sel dans la cuisine : un peu séduit nos sens, alors qu'un excès semble abominable.

Parmi les autres résultats qui méritent d'être cités, on peut mentionner :

— **Circuit n°8 contre circuit n°9**

Ce test montre l'évolution de la qualité subjective d'un circuit (la solution monolithique) à la suite d'une légère modification : l'addition d'un condensateur dans le réseau de contre réaction.

Ici le résultat est très proche bien que la différence soit perceptible, les expérimentateurs

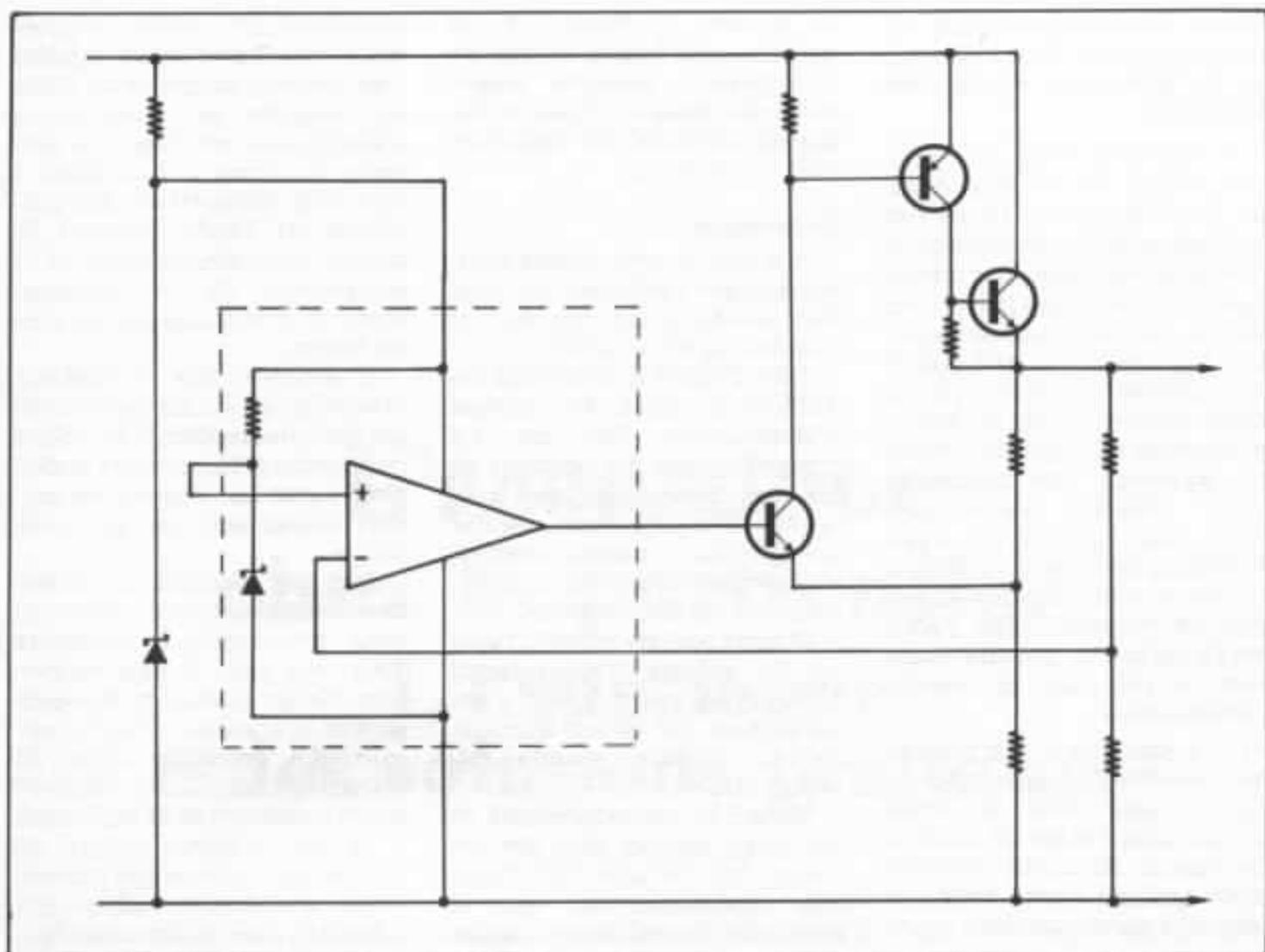


Fig. 6 : Schéma du circuit n°5.

n'ont pas été capables de choisir entre un circuit et l'autre.

Cela illustre un autre écueil de l'expérimentation subjective : la perception d'une différence qu'il n'est pas possible de juger.

— **Circuit n°6 contre circuit n°7**

Cette confrontation est celle entre les deux versions que Kanéda propose pour son alimentation de préamplificateur. Elles utilisent toutes deux un circuit intégré ($\mu A 709$) et des transistors discrets. Mais la première a des problèmes de stabilité de boucle alors que la seconde a une plus grande bande passante.

Et bien, c'est la seconde qui est préférée, car elle donne l'impression d'un message sonore plus propre. D'une façon

générale ce circuit Kanéda n°2 a été jugé très bon.

— **Circuit n°7 contre circuit n°14**

C'est l'alimentation Kanéda n°2 contre le circuit de base dont l'impédance de sortie a été dégradée. Ici l'alimentation Kanéda n°2 a été préférée comme donnant plus de douceur, plus de définition et plus de nuance.

Rappelons que lors de la confrontation entre l'alimentation Kanéda n°2 et le circuit de base il n'avait pas été possible de trancher en faveur d'un circuit ou de l'autre.

— **Circuit n°7 contre circuit n°16**

Contre le circuit de base amé-

lioré, aussi surprenant que cela puisse paraître, l'alimentation Kanéda n°2 est préférée, de très peu tout de même.

— **Circuit n°7 contre circuit n°5**

Si je mentionne cette comparaison entre le circuit Kanéda n°2 et l'alimentation réalisée grâce à un circuit intégré ($\mu 1723$) c'est que dans ce cas l'alimentation Kanéda n°2 a été battu. L'autre alimentation lui a été préférée comme étant plus douce et plus définie à la fois.

— **Circuit n°5 contre circuit n°4**

C'est un autre test qui fait intervenir le circuit utilisant un $\mu A 723$ contre une alimentation de la seconde génération avec un différentiel d'entrée. L'alimentation utilisant un $\mu A 723$ est préférée.

rée car le message musical est plus doux, plus précis, plus naturel. La dynamique semble plus importante.

Je reconnais avoir été fortement surpris par les bons résultats de ce circuit et, j'étais très perplexe jusqu'au moment où je me suis souvenu que pour utiliser le $\mu A723$ (il n'est pas prévu pour délivrer des tensions aussi importantes que celle qui alimente le préamplificateur Sunsey) j'avais utilisé comme circuit de sortie, un montage doubleur de tension qui représente une boucle de contre réaction locale très rapide (voir figure 6). Je savais les défauts du montage émetteur suiveur en sortie des amplificateurs de puissance mais j'étais loin de me douter que cela puisse jouer un rôle dans les circuits d'alimentation.

Il y a peut-être là une possibilité d'améliorer les alimentations que je veux faire en ayant recours dans l'étage de sortie à une boucle de contre réaction locale qui soit mieux faite que l'éternel émetteur suiveur.

— Circuit n°5 contre circuit n°16

Qu'allait donner ce circuit contre la meilleure des alimentations nouvelles ? L'alimentation préférée fut de peu la nouvelle alimentation qui donnait un meilleur grave.

Notons au passage que pour

les mesures, le circuit n°5 n'a rien d'extraordinaire et que ses performances mesurées (impédance de sortie et réjection des signaux d'entrée) se dégradent avec la fréquence.

Conclusion

A la suite de cette longue expérimentation subjective on peut tirer un certain nombre de conclusions dignes d'intérêt :

Tout d'abord il existe bien des différences entre les circuits d'alimentation, c'est net. La cohérence entre les résultats de ces expérimentations faites avec beaucoup de soin, montrent que ces différences quoique subtiles, ne sont pas le fruit des imaginations des expérimentateurs.

D'autre part les mesures faites sur les circuits d'alimentation n'expliquent pas tout, il y a des paramètres qui m'ont échappé. Cela me trouble un peu. Il va falloir y réfléchir.

Malgré la non-exhaustivité de nos tests, qui ont déjà pris un temps considérable, il semble aux expérimentateurs que le tiercé des alimentations seraient 5, 7, et 16. Tiercé dans le désordre car aucune d'elles ne s'est montré supérieure à toutes les autres.

La présence parmi ces alimentations préférées du circuit n°16, nous conforte dans les principes préconisés pour les alimentations régulées. La présence de l'ali-

mentation n°5 semble indiquer dans les alimentations régulées l'importance du circuit de sortie est suggère un complément d'étude pour cet étage. La présence du circuit n°7 confirme à mes yeux l'importance des problèmes de bande passante de boucle de contre réaction et la compétence de M. Kanéda, même si je ne le suis pas sur tous les points.

N'oublions pas l'excellente prestation du circuit passif malgré des condensateurs de valeur très modeste. Un monstre audiophile aurait fait exploser les boîtiers utilisés pour ces tests subjectifs.

Bref des résultats ni révolutionnaires ni dénués d'intérêt qui nous encouragent à poursuivre dans cette voie. Il faut maintenant élargir le champ d'investigations et alimenter d'autres circuits. La prochaine étape de notre étude des circuits d'alimentation consistera en la réalisation et l'essai d'alimentations de laboratoire réglables qui permettront d'alimenter différents types de préamplificateurs. Puis d'alimentations de laboratoire plus puissantes qui seront testées sur les amplificateurs décrits dans l'Audiophile, une confrontation passionnante en perspective ! Celles-ci seront également utilisées pour l'étude d'amplificateur de puissance que je mène actuellement.



L'acoustique chez le particulier

L'expérience et les solutions pratiques

Gustavo Alcuri

Nous sommes maintenant en mesure d'établir un bilan de l'activité acoustique développée dans le cadre de l'écoute de la musique enregistrée. Un examen global de l'intervention de cette discipline dans le travail d'optimisation qui occupe les audiophiles, nous permet de constater que, malgré l'importance capitale de cet ensemble de paramètres, le grand nombre des amateurs perfectionnistes ne s'est pas (encore) penché sur le problème. Alors, l'acoustique reste réservée à quelques privilégiés ou à quelques mélomanes d'avant garde ? Sûrement pas. Notre objectif est de montrer que l'expérience accumulée alliée aux études spécifiques entreprises à partir de notre premier article dans l'Audiophile N°15 nous permettent d'envisager le traitement acoustique comme une voie normale dans la quête de la reproduction sonore optimale.

L'acoustique chez le particulier

Dans la conception des bâtiments d'habitation le critère acoustique doit être pris en compte dès la définition du programme et dès les premières études concernant l'avant projet. Naturellement, l'exécution doit suivre les spécifications précises de l'ingénieur acousticien qui, pour sa part, a exécuté les calculs prévisionnels dérivés des connaissances physiques.

Cependant, dans la pratique, les acousticiens sont rarement consultés et l'intervention du

spécialiste, négligée lors du projet, est souvent demandée pour corriger des défauts de conception.

Les nombreux problèmes que les particuliers nous ont présentés nous ont permis de connaître, de comprendre et de développer des solutions raisonnables aux désagréments acoustiques, en harmonie avec l'environnement et les possibilités du plus grand nombre.

Nous avons constaté que les efforts en matière de traitement acoustique ont été orientés à la

base vers le contrôle du milieu industriel. La réglementation des conditions de travail, la recherche de la productivité, les particularités de l'environnement et les modalités de financement des études et des travaux ont été à l'origine d'une gamme de produits et de techniques de pose adaptés aux sociétés industrielles et pas toujours compatibles avec les caractéristiques propres aux immeubles d'habitation.

Il a donc été nécessaire d'étudier les possibilités d'adaptation des matériaux acoustiques à

vocation industrielle, de modifier certains d'entre eux, et de tout simplement créer des produits et des techniques de pose selon une nouvelle optique. Cette nouvelle conception des matériaux et des modalités d'exécution des travaux, à l'intention des particuliers, est encore plus pointue que l'orientation «acoustique du bâtiment». Ceci s'explique car notre intérêt est de traiter des salles ou à la rigueur des «unités d'habitation», c'est-à-dire travailler au milieu de contraintes différentes de celles d'un immeuble entier ou d'un projet architectural à l'état pur.

Pour mieux réussir il fallait, d'abord, connaître ces contraintes à partir de constatations «sur le terrain» des besoins acoustiques des particuliers (notamment les audiophiles) et du contexte psychologique-social-familial-esthétique qui enveloppe un problème strictement physique à la base.

Caractéristiques fondamentales du «travail acoustique» chez les particuliers.

1) Le problème acoustique est constaté ou «ressenti» par l'occupant de l'habitation. Cette personne est un non-spécialiste demandant la solution d'un problème spécifique qui peut prendre, pour lui, une dimension disproportionnée par rapport à la véritable cause physique.

• Le premier effort doit être, alors, consacré à la «traduction» en termes techniques d'une situation souvent très complexe qui superpose des éléments physiques et psycho-acoustiques avec un certain climat de voisinage, des conditions de vie familiale et aussi avec une conception de l'écoute musicale, dans le cas des mélomanes.

2) L'occupant de l'habitation dispose, généralement, d'un budget limité pour les travaux acoustiques (même s'il a consa-

cré plusieurs dizaines de milliers de francs au matériel électro-acoustique !)

• Il est nécessaire d'imaginer un traitement efficace à un prix minimum. (Très souvent la correction acoustique d'une salle correspond au prix d'une cellule de lecture moyenne) Ici les axes de recherche sont les suivants :

a) Obtention des matériaux à haute efficacité et faible coût au mètre carré. Fréquemment l'adaptation de produits à usage industriel (au moins dans le domaine des éléments d'absorption) permet de satisfaire cette contrainte financière.

b) Recherche de matériaux comportant un traitement de surface adéquat superposé aux éléments proprement acoustiques. Un même composant permet l'obtention du comportement acoustique désiré et d'une finition agréable. Aussi, la même opération de pose remplit une double fonction.

c) Conception de techniques de pose simplifiées, permettant un gain financier très important. Deux manières de travail d'exécution sont possibles :

— gain de temps lors de la pose effectuée par des installateurs professionnels. L'incidence sur le coût de la main d'œuvre est évidente ;

— possibilité d'exécution des travaux par le particulier disposant d'un outillage élémentaire et des aptitudes moyennes de bricoleur. Ici, l'investissement est à son niveau minimum ;

3) Les salles à traiter sont couramment destinées à une fonction multiple dans le cadre de la vie familiale.

• Le traitement acoustique doit tenir compte de la réalité quotidienne, du mode de vie et des habitudes des habitants de la maison. Les «salles de musique» sont presque toujours des salles de séjour, ou seront disposés des tables, des chaises, des meubles de toute sorte, selon un critère

qui n'obéit pas, forcément aux conditions d'établissement d'un champ sonore optimisé par rapport à la seule géométrie de la pièce.

4) La salle en question fait partie d'un ensemble architecturale ou la fonction esthétique est aussi importante que la valeur du confort acoustique.

• L'efficacité acoustique, le faible coût, la facilité de pose doit s'accompagner aussi, d'une présentation compatible avec le décor d'une habitation normale. Un nouveau paramètre à prendre en compte au niveau des matériaux de conditionnement, bien sûr, mais aussi dans le choix des surfaces visibles des éléments d'isolation. Celles-ci doivent être capables d'accepter tout type de finition.

5) Mais, aussi, le travail «en appartement» (et surtout s'ils sont à la charge du particulier) impose des conditions supplémentaires aux matériaux acoustiques :

— encombrement réduit (Nous avons vu trop de petits ascenseurs et d'escaliers étroits !)

— poids raisonnable des éléments (attention aux 6^{es} étages sans ascenseur !)

— possibilité de transport accessibles à tous.

6) Enfin, le choix de la méthode «monté par soi-même» doit comporter un système de sécurité contre les éventuels défauts d'installation dérivés de l'inexpérience de l'opérateur.

• Efficacité garantie + faible coût + compatibilité avec un certain décor + facilité de pose + faible poids et faible encombrement de chaque élément + choix esthétique = matériaux à l'intention des audiophiles.

Equation impossible ?

Regardons quelques exemples d'une nouvelle panoplie de matériaux et de techniques.

Isolation

Doublage des murs

Le bien-fondé de cette méthode ainsi que sa justification technique ont été étudiés dans les précédents numéros de l'Audio-ophile. Cette technique nous autorise à appliquer un concept différent de la loi de masse. Dans la pratique, matériau et procédé sont décrits dans les figures 1 et 2.

L'élément de base est en réalité un système composé constitué de plusieurs couches de matériaux différents disposés sous forme de sandwich. La surface extérieure, visible, est formée par une plaque de plâtre, celle-ci peut être réalisée en plusieurs épaisseurs, selon le type de problème à traiter et en fonction des autres éléments du système multicouche. L'amortissement de cette plaque est assuré par un matériau spécifique pré-collé à sa surface intérieure. La combinaison plaque de plâtre - amortisseur peut représenter une plaque dure - une couche d'amortissement (fig. 1) ou une succession des deux éléments pour constituer un système multiple (fig. 2). La possibilité de sélectionner, d'une part, l'épaisseur des plaques de plâtre et des plaques d'amortisseur et d'autre part le nombre et la disposition des couches, permet l'obtention d'une capacité d'isolation adaptée à un problème et à une situation spécifique, à partir d'éléments modulaires et standardisés.

Dans ce procédé, le très classique problème des joints a également été résolu. Ce problème si fréquent ruine bien souvent un travail théorique excellent. Un système d'emboîtement est exécuté en usine de manière à obtenir, entre chaque plaque, une superposition croisée des éléments constitutifs (Fig. 1 et 2).

La méthode de fixation des plaques au mur existant mérite une attention toute particulière.

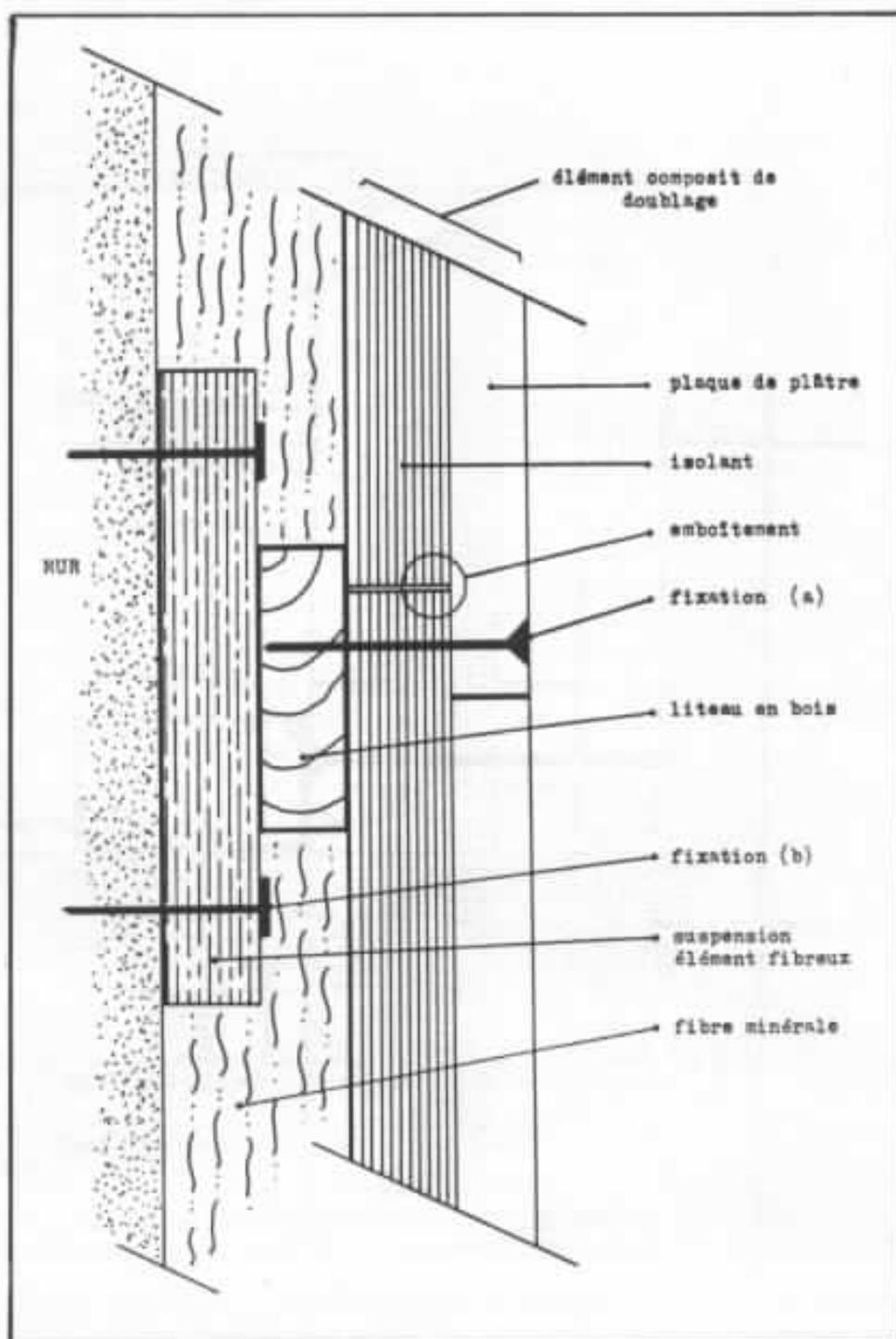


Fig. 1 : Système modulaire d'isolation. La constitution de l'élément de doublage est assez complexe, mais dans la pratique, le travail d'exécution est limité à la mise en place des fixations A et B, pointes ou vis. Les modules sont préfabriqués, leur épaisseur totale est de 35 mm.

Pour éviter toute liaison par voie solide entre la cloison et la structure de doublage, un élément élastique doit être interposé entre les deux surfaces en question. Dans notre cas, le composant de désolidarisation est associé à la structure rapportée. Dans la pratique les plaques isolantes sont fixées, à l'aide de vis ou de poin-

tes, à un linteau en bois qui a été, en usine, solidement collé à un feutre faisant office de suspension selon les schémas de fig. 1 et 2.

Ce linteau est préalablement fixé au mur à travers l'élément fibreux qui sert de suspension. De cette manière la pose est faite en sécurtié totale, aucun pont

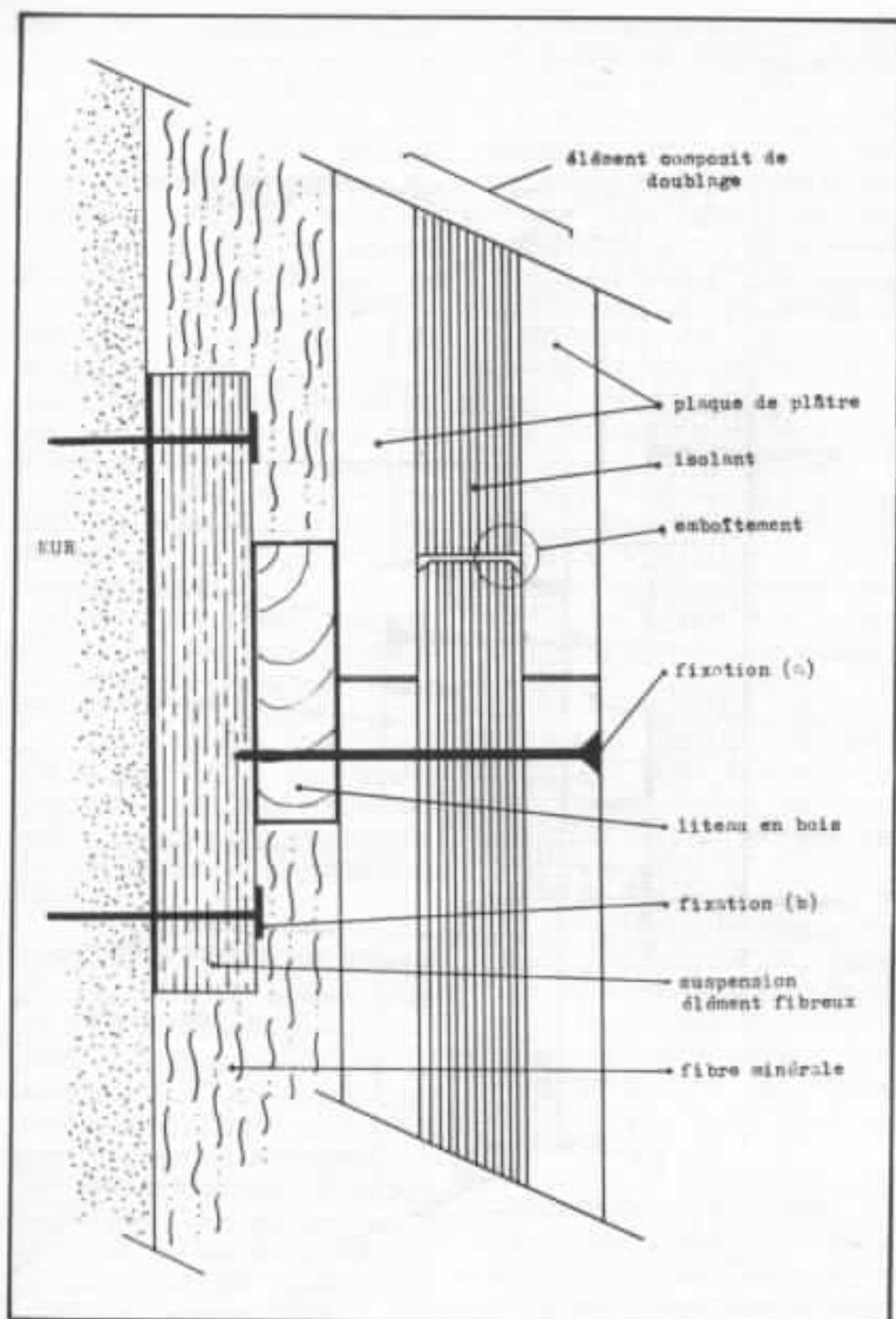


Fig. 2 : Système modulaire d'isolation. Le principe est le même que celui de la figure 1. Cet exemple montre des plaques de doublage composées de deux éléments durs, du plâtre en l'occurrence, reliés entre eux par un isolant. L'épaisseur totale d'un module de ce type est de 50 mm.

acoustique n'est possible. Et les plaques d'isolation sont parfaitement fixées au mur tout en représentant une structure flottante par rapport à ce dernier. L'espace compris entre l'ancien mur et le nouveau sandwich est rempli avec une fibre minérale. L'épaisseur de ce matériau

absorbant est légèrement plus importante que celle de l'espace qui lui est consacré. Ainsi lors de la fixation des plaques la fibre sera comprimée sans difficulté. Le montage de ce «meccano» d'isolation exige uniquement quelques opérations traditionnelles, visser ou clouer et le

découpage des plaques, selon les éventuels décrochements de la surface à traiter.

Doublage des plafonds

La technique est équivalente à celle du doublage des cloisons. Ici, la désolidarisation mécanique est obtenue à l'aide d'une suspension élastique à «sécurité positive» ; c'est-à-dire que, même en cas de destruction de l'élastomère, la structure rapportée reste accrochée à l'ensemble en dur. (Fig. 3).

Dans les deux cas, murs et plafonds, la surface extérieure du complexe d'isolation, en plâtre, admet tout type de finition ou de traitement acoustique complémentaire (conditionnement).

Conditionnement

Nos exemples portent sur des matériaux d'absorption, mais nous rappelons que le conditionnement acoustique, particulièrement important pour les mélomanes, est un ensemble de critères géométriques et fonctionnels qui aboutissent à l'adaptation optimale d'un volume à une fonction donnée. Cela par l'intermédiaire d'une distribution judicieuse de surfaces à comportement acoustique différente. C'est-à-dire, que le terme «matériau acoustique» (pour désigner des produits plus ou moins absorbants) est dépourvu d'un véritable sens physique. En réalité, tout matériau est un «matériau acoustique» selon le comportement recherché.

Obtention de surfaces à forte absorption

L'idée consiste à utiliser un absorbant puissant, présentant une épaisseur importante, dans une présentation industrielle, donc à prix relativement réduit. Ces matériaux absorbants par frottement visqueux ont nécessairement une mauvaise tenue mécanique ; ils sont fragiles face aux chocs, poinçonnements ou autres agressions extérieurs. Ces inconvénients sont éliminés grâce à la protection du matériau

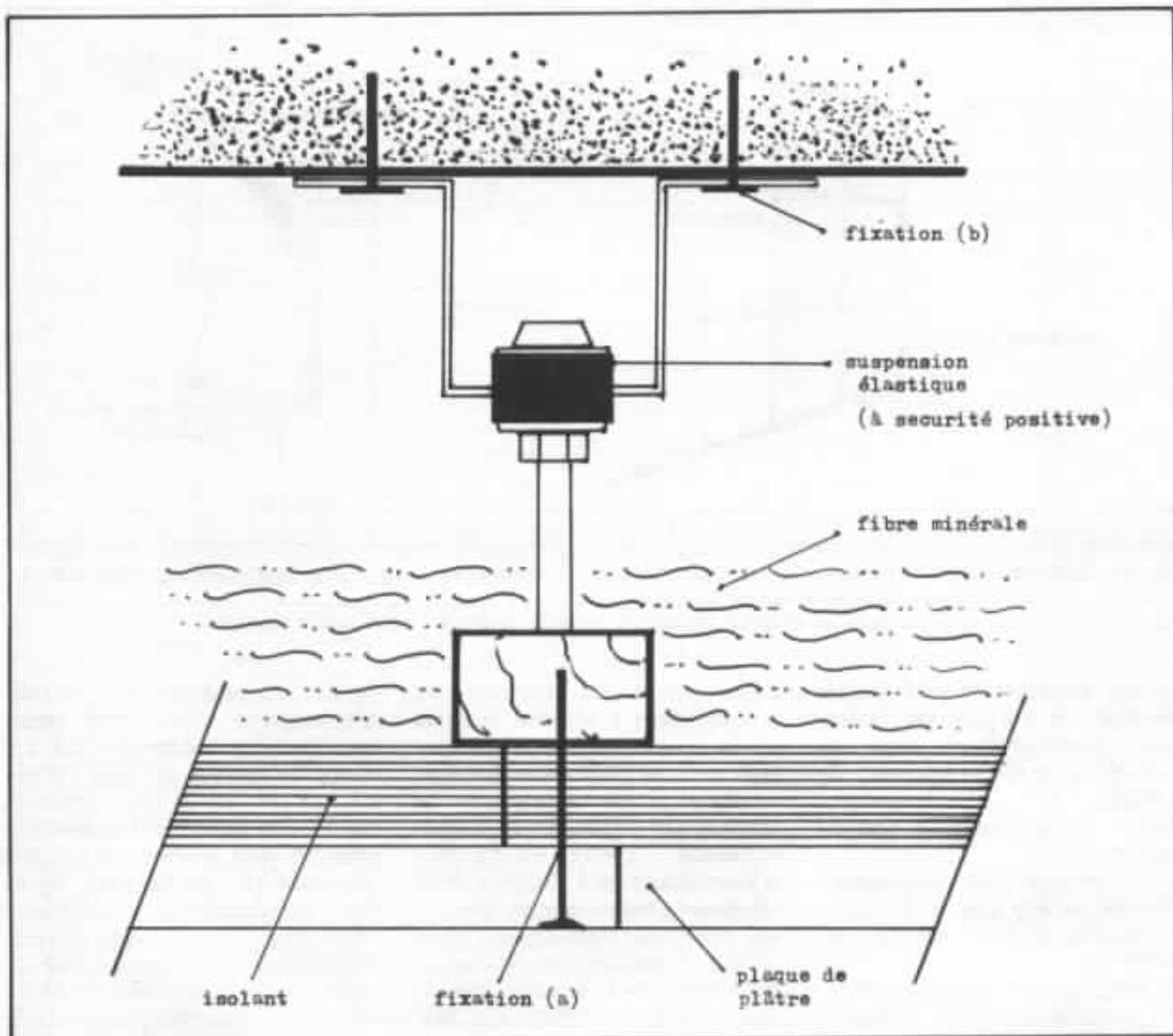


Fig. 3 : Constitution d'un plafond isolant suspendu. La méthode est équivalente au système de doublage des murs. Le type de suspension est dénommé à « sécurité positive » ; les éléments suspendus restent en place même en cas de destruction de l'amortisseur...

absorbant avec une surface textile résistante aux agents nuisibles, acoustiquement perméable et esthétiquement agréable.

Cette association d'un absorbant énergétique avec un tissu acoustique constitue un ensemble capable de faire face à un travail acoustique dur (ex. mur de fond dans les salles d'écoute) tout en présentant une surface traditionnelle. L'élément à forte absorption prend la forme d'un panneau autoportant en fibres minérales. L'arête des panneaux est constitué par un dérivé de

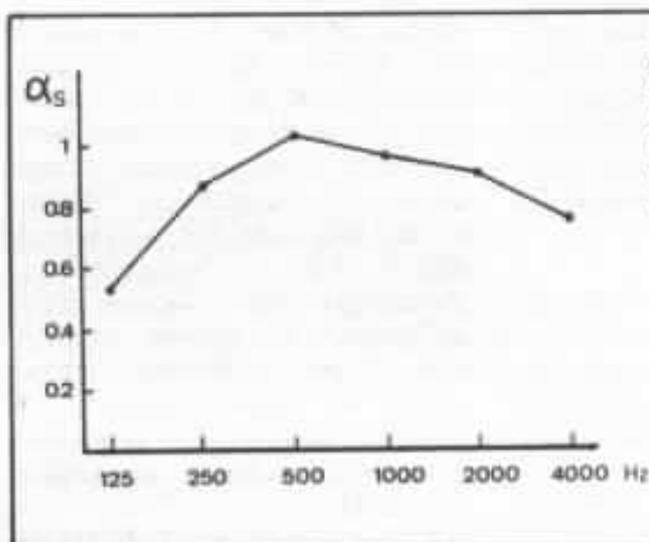


Fig. 4 : Performances acoustiques de la méthode « a » d'obtention de surfaces à forte absorption acoustique.

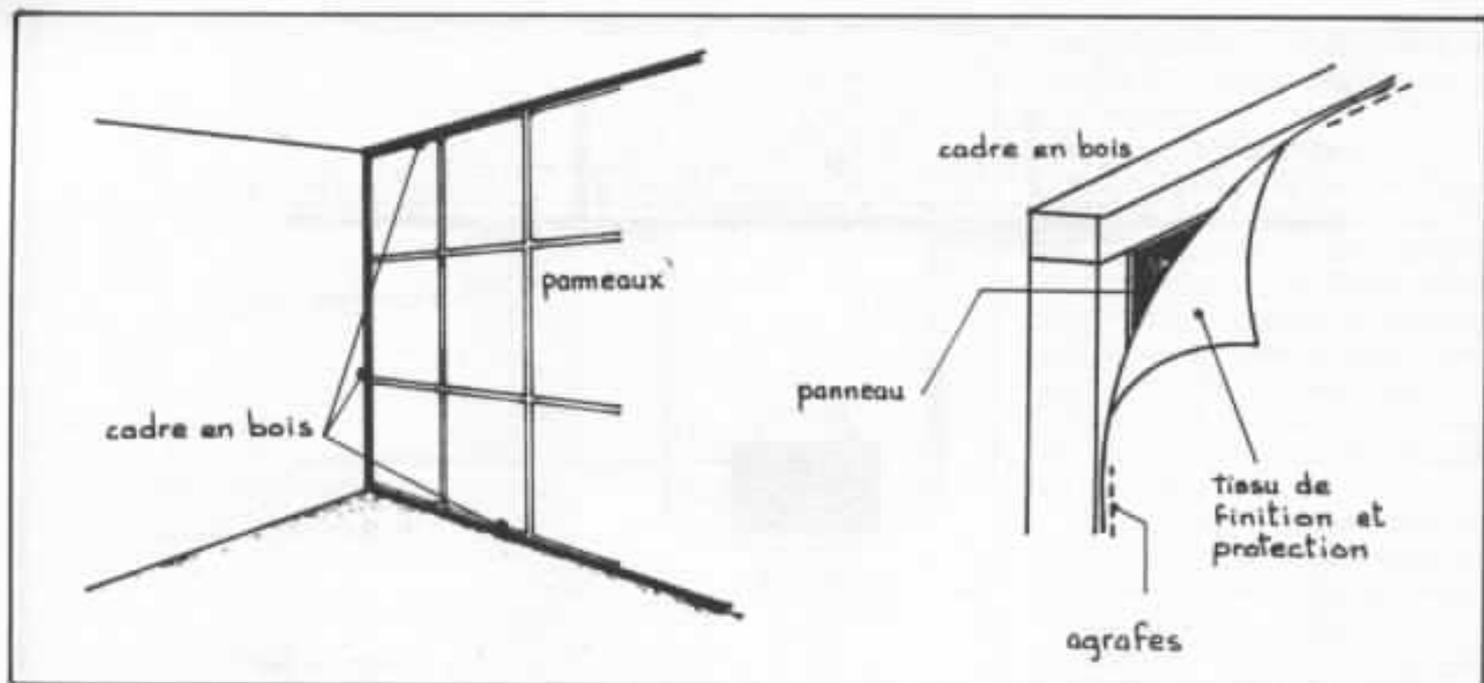


Fig. 5a : Méthode de pose de panneaux auto-portants à forte absorption. Les éléments rectangulaires sont collés ou cloués au mur à l'intérieur du cadre en bois.

Fig. 5b : Le cadre permet la pose du tissu de protection selon la méthode traditionnelle (agrafes).

roches métamorphiques (haute densité), la surface est traitée (par thermocollage) avec un voile de verre d'une épaisseur de 0,4 mm.

Autres caractéristiques techniques :

- dimensions des panneaux : 750 mm × 435 mm × 50 mm ;
- réaction au feu : MO incombustible ;
- masse volumique 65 kg/m³.

La figure 4 indique les performances acoustiques des éléments d'absorption. Les figures 5a et 5b montrent la technique d'exécution de ce type de surface. Un cadre en bois, fixé au mur, renferme les panneaux et sert simultanément de support pour la fixation du tissu de finition. Celui-ci peut s'agrafer au cadre selon la méthode de pose traditionnelle.

Absorption et finition dans un même élément

Pour obtenir des absorptions moins importantes il est conseillé d'utiliser certains matériaux multifonction.

Trois exemples nous aiderons à comprendre la technique.

a) Ensemble de mousse de polyuréthane à cellules ouvertes et de fibres textiles. L'association des composants se fait par soudure d'une épaisseur de mousse sur l'élément de recouvrement. Cette technique d'assemblage est à l'origine d'un rendement maximum du processus physique d'absorption dans un milieu poreux. Des épaisseurs différentes de la sous-couche en mousse de polyuréthane sont responsables des comportements décrits dans la figure 6. Pose tendue ou par collage.

b) Nappe de polyester enduite de mousse de latex SBR. L'élasticité de la mousse SBR est à l'origine d'une grande capacité de relaxation, d'une elongation sans contrainte qui rendent le revêtement capable de franchir des fissures et des inégalités des surfaces à traiter. Les performances en absorption sont indiquées dans la figure 7. Ce revêtement peut recevoir un recouvrement mural textile, un papier décoratif, il peut être peint ou être recouvert d'un crépi, grâce à sa surface résistante.

c) Dalles constituées de fibres de

roche. Présentant un pouvoir d'absorption assez élevé pour une épaisseur faible (19 mm). Le décor de surface est non répétitif, et revêtu d'une peinture mate. Ces dalles, originalement conçues pour la construction des plafonds sur profil non apparent, possèdent des rainures sur leurs chants. Nous avons adapté ce matériau au traitement aisé de surfaces verticales grâce à l'utilisation de languettes glissées dans les rainures. La liaison ainsi obtenue entre les dalles contiguës assure la parfaite planéité d'une surface de recouvrement collée au mur existant. (Fig. 8).

Ces trois exemples de matériaux de conditionnement et la méthode d'isolation décrite ne peuvent pas résoudre tous les problèmes acoustiques qui sont susceptibles d'être rencontrés chez un audiophile. Cependant, ils constituent un système modulaire, qui à doses différentes, dotent l'amateur d'une arme efficace pour attaquer un grand nombre de situations. D'autres méthodes et d'autres matériaux sont en réserve pour venir à leur aide dans des cas spécifiques.

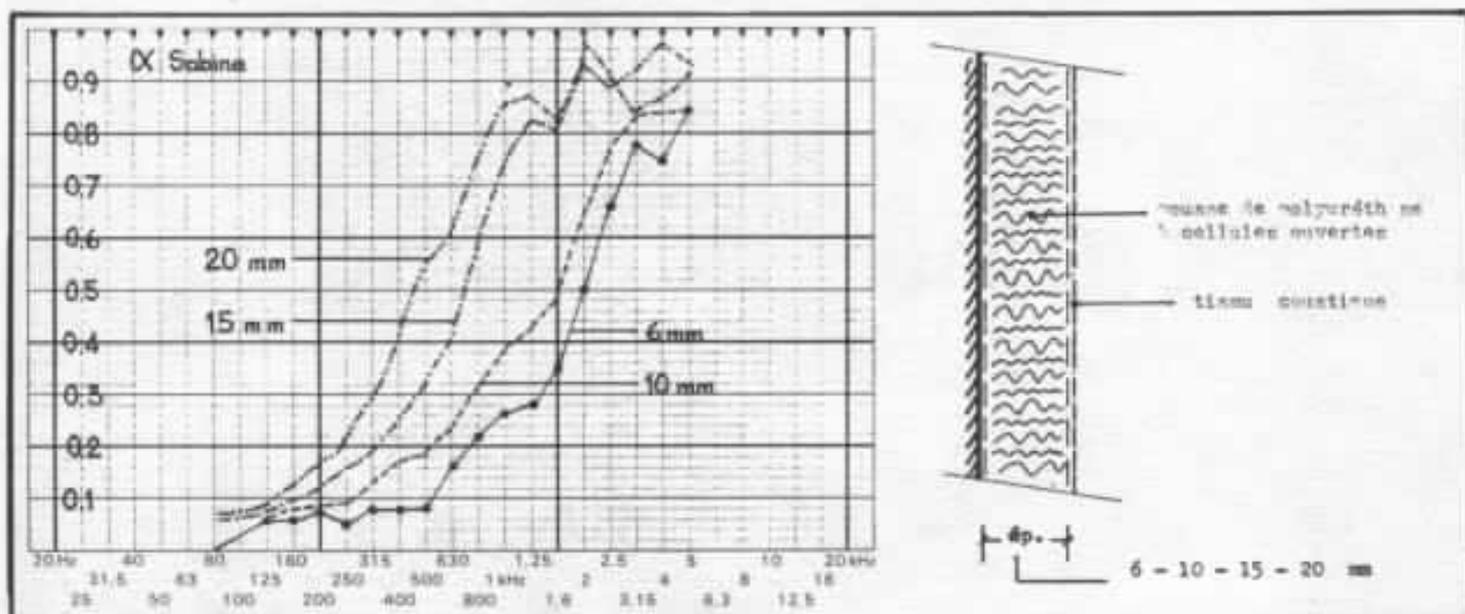


Fig. 6 : Performances acoustiques du tissu acoustique associé à une sous-couche en mousse de polyuréthane à cellule ouverte. L'absorption est indiquée pour quatre épaisseurs de mousse. La finition obtenue est tout à fait compatible avec l'esthétique d'une salle de séjour.

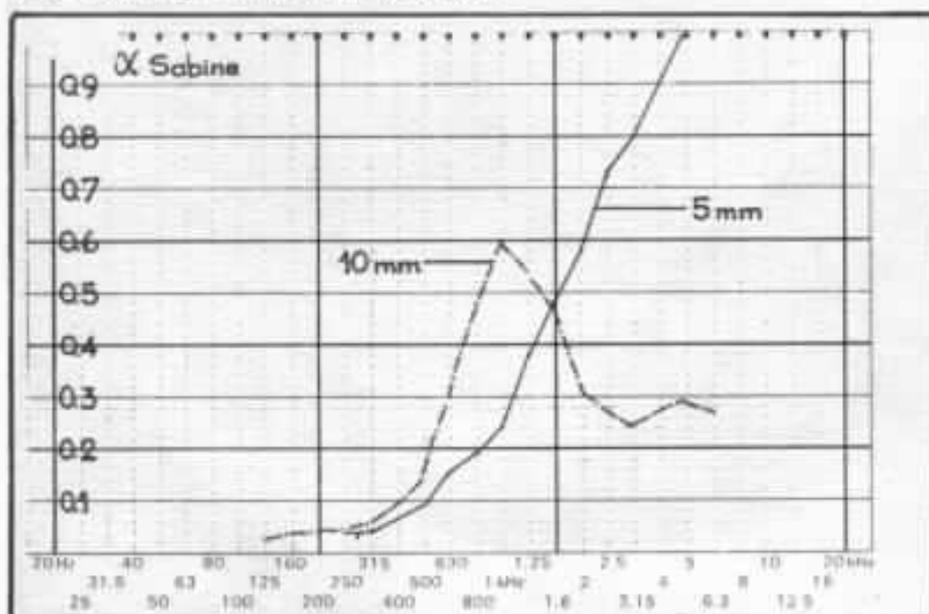


Fig. 7 : Absorption acoustique d'un système de revêtement admettant un traitement de surface très varié : papier, peinture, crépi, tissu.

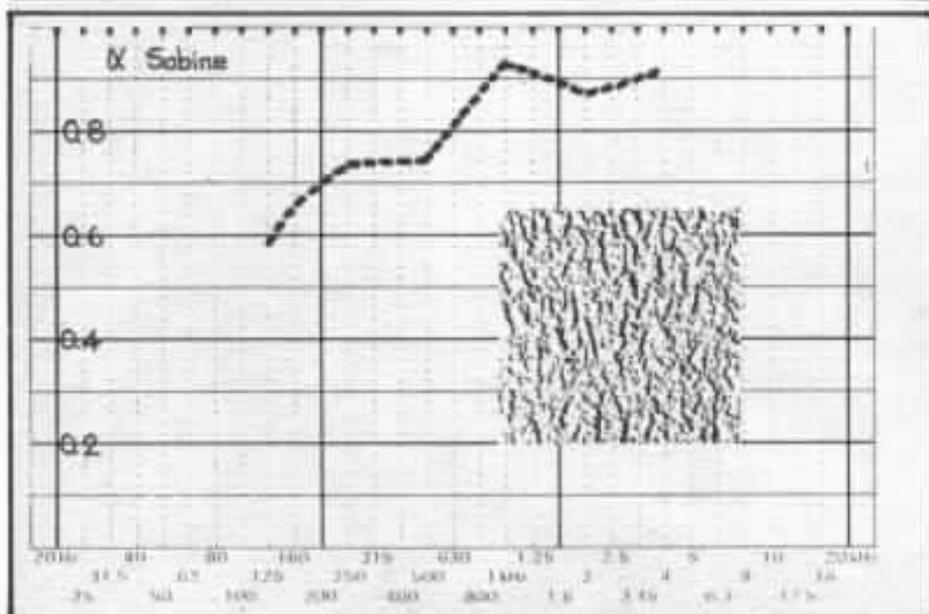


Fig. 8 : Performances et présentation de dalles de conditionnement, dimensions 30 cm x 30 cm, permettant la réalisation du traitement de surfaces horizontale et verticale. Tout comme les exemples des figures 6 et 7 l'exécution des travaux est à la portée de tout amateur soigneux.



On ne vainc la nature qu'en lui obéissant

Jean-Luc Dubois

La principale originalité de notre démarche est d'avoir assuré nous même la conception et la réalisation, de l'étude acoustique à la fabrication du matériel électronique : (ampli, console, enceinte) d'un studio d'enregistrement 32 pistes.

Dix années de travail dans des conditions précaires (studio 8 pistes) ont permis de cerner les problèmes propres à cette profession.

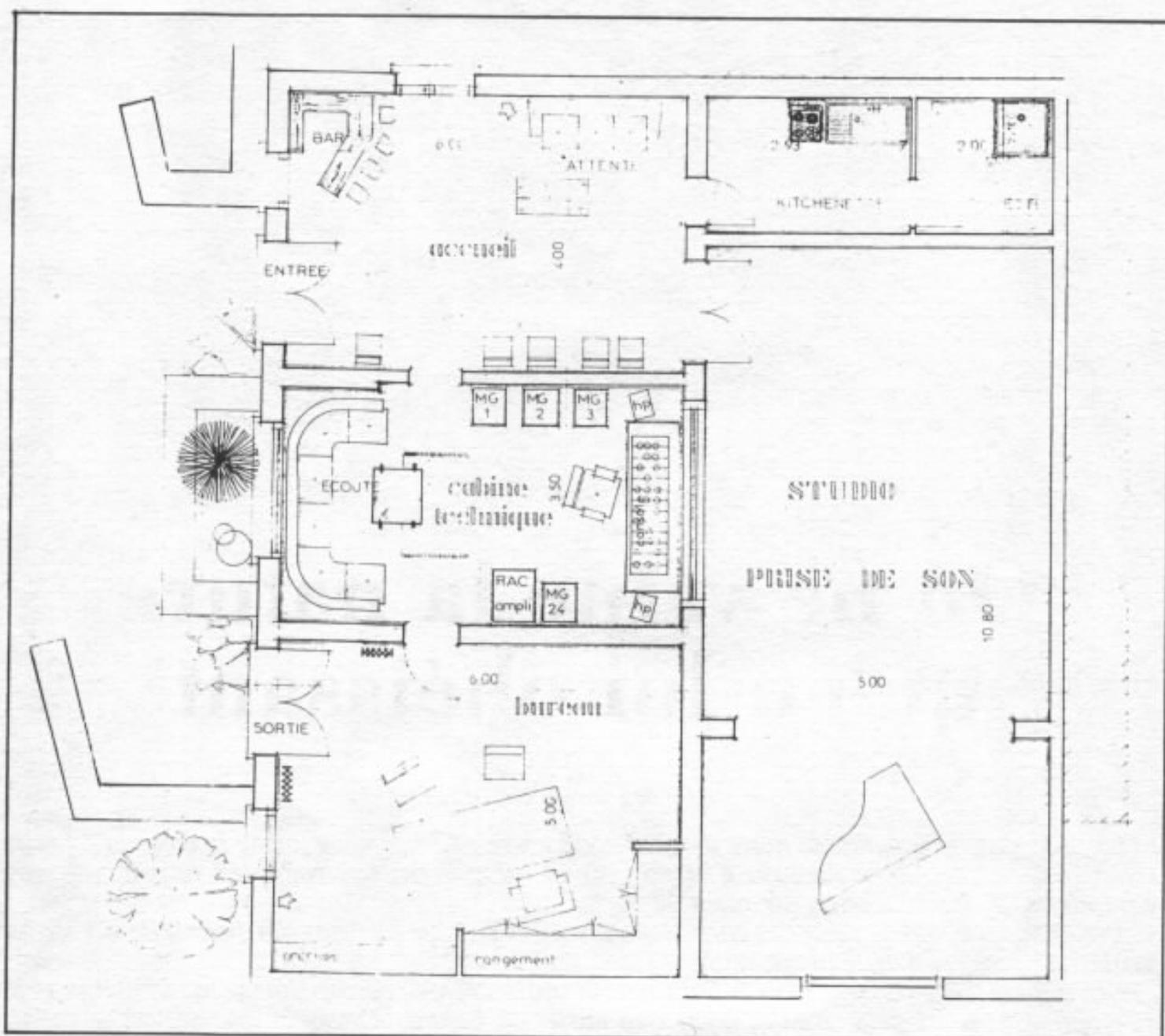
Les connaissances acquises sur le terrain nous ont montré la nécessité dans la réalisation et la conception de notre futur studio, de ne rien laisser au hasard, d'adopter une démarche audio-phile, seule garantie à nos yeux de réussir dans notre entreprise.

Naissance du studio

La Corse est une montagne dans la mer, les distances sont décuplées par le relief tourmenté, aussi n'est-il pas absurde de parler de régions pour les différentes zones de l'île. Cette particularité a permis de préserver le patrimoine composé de richesses culturelles propres à chaque région. Le Groupe « Canta u populu corsu » (chante le peuple corse) est constitué d'une quarantaine de personnes originaires des différents coins de l'île. Ce groupe s'est attaché, d'abord, à remettre en valeur le patrimoine culturel menacé de disparition. Il



Le studio, vue de la cabine technique.



s'est créé un mode d'expression propre à partir d'éléments recueillis dans chaque région.

L'insularité et l'éclatement géographique de « Canta u populu corsu » nous a poussé à concevoir et réaliser nos produits par nous même.

Ce groupe a donné naissance au premier studio. Malgré un local aménagé de façon sommaire, une surface réduite (environ 30 m²), un matériel limité (console et magnétophone 8 pistes), des moyens financiers restreints, nous avons pu graver sur vinyl une centaine de chansons dont la majorité est très appréciée par les insulaires, évidem-

ment, et, à notre surprise, à l'étranger.

Evolution

L'épanouissement du groupe, la qualité artistique et musicale de ses œuvres, la naissance d'autres groupes, a suscité chez nous le désir de doter la Corse de moyens techniques appropriés.

La réunion de trois personnes issues d'horizons différents : un musicien de Canta, un preneur de son, un technicien, va permettre de constituer un cahier des charges rigoureux qui servira de base à la réalisation du futur studio.

La complémentarité de trois

approches différentes : musicale, pratique, technique, apporte une vue d'ensemble plus précise des problèmes acoustiques, techniques et pratiques ; elle permet également à chacun de satisfaire ses exigences sur la base d'un compromis global.

Exemple : le musicien souhaitera préserver un confort auditif de travail, le preneur de son une acoustique particulière, le technicien des performances optimales.

Cahier des charges :

Les problèmes posés par l'antériorité des fondations sur l'étude acoustique dénotent

l'importance d'analyser collectivement les éléments constitutifs d'un studio ; en effet, l'application d'un rapport de dimension pour le studio et la cabine technique plus proche du nombre d'or aurait entraîné une meilleure répartition spectrale des fréquences de résonances des dites pièces (fig. 1/2/3).

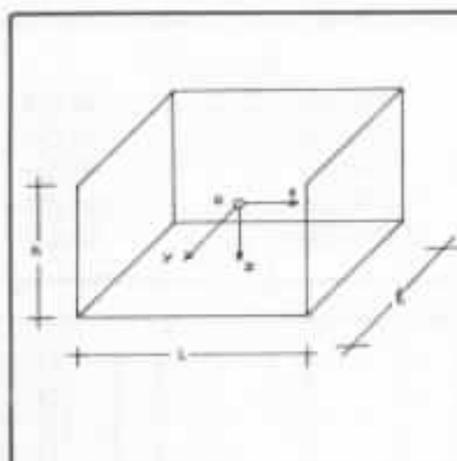
Isolation acoustique

En bref rappel :

— L'isolation acoustique correspond à l'ensemble des moyens mis en œuvre pour empêcher le son de pénétrer dans un local par voie aérienne ou matérielle.

— L'isolement acoustique correspond au résultat chiffré : il exprime l'atténuation des sons transmis en décibels.

La proximité de l'aéroport d'Ajaccio (environ 10 kms) nous



$$\text{Sulvant } O_x : F_1 = \frac{V}{2L}$$

$$\text{Sulvant } O_y : F_2 = \frac{V}{2l}$$

$$\text{Sulvant } O_z : F_3 = \frac{V}{2h}$$

V : vitesse du son dans l'air.

La formule de Rayleigh :

$$f = \frac{V}{2} \left[\left(\frac{K_1}{L} \right)^2 + \left(\frac{K_2}{l} \right)^2 + \left(\frac{K_3}{h} \right)^2 \right]^{1/2}$$

K1, K2, K3 sont des entiers positifs pouvant prendre pour valeurs 0, 1, 2, 3, etc.

Pour K1 = 1 K2 = 0 K3 = 0, nous retrouvons bien F1.

Fig. 3 : La formule de Rayleigh, calcul des modes de résonance.

a imposé afin de satisfaire la norme Iso (courbe d'égale nuisance) des valeurs d'isolement acoustique pour le gros-œuvre plus que conséquentes. Le principe de la boîte dans la boîte va nous permettre de les obtenir.

murs extérieurs. Ce vide sera rempli par de la mousse plastique de densité appropriée afin que la lame d'air prisonnière ne puisse résonner à une fréquence particulière. Des morceaux de tuyaux pour air comprimé feront office, en l'occurrence, de liaison élastico-mécanique entre la double cloison et le mur extérieur (Fig. 4)

Les lois expérimentales de masse et de fréquence (cf tableau 1), nous permettent de connaître rapidement d'indice d'isolement acoustique d'une structure, de placer le point A et de tracer une droite de pente 4 dB par octave sur la figure 5.

Toute paroi a une fréquence critique inversement proportionnelle à l'épaisseur de cette paroi (il existe des tables donnant la fréquence critique des différents matériaux de 1 cm d'épaisseur, ainsi que leur chute d'isolement

Fréquences	Mode	Fréquences	Mode
18,2	001	131,5	202
36,2	010	131,5	210
36,4	002	132,7	211
40,6	011	136,4	212
51,4	012	137,1	133
54,6	003	137,7	203
63,2	100	142,3	213
65,5	013	145,7	220
65,8	101	146,8	221
72,5	020	150,2	222
72,8	110	155,6	223
72,9	102	166,7	230
74,7	021	167,7	231
75,1	111	170,6	232
81,1	022	175,4	233
81,4	112	189,6	300
83,5	103	190,4	301
90,7	023	193,0	302
91,0	113	193,8	310
96,2	120	193,8	311
97,6	121	196,4	312
102,8	122	197,3	303
108,7	030	200,6	313
110,2	031	202,9	320
110,6	123	203,8	321
114,6	032	206,2	322
121,7	033	210,2	323
125,7	130	218,5	330
126,4	200	219,3	331
127,1	131	221,5	332
127,7	132	225,2	333
130,9	202		

Fig. 1A : Liste des fréquences fondamentales, jusqu'à H3 pour une salle de 9,48 m x 4,76 m x 2,73 m.

Mode : Explication
0 = 0
1 = FR
2 = H ₂ FR
3 = H ₃ FR
1 ^{re} colonne : 63,2 Hz (2,73 M)
2 ^e colonne : 36,2 Hz (4,76 m)
3 ^e colonne : 18,2 Hz (9,48 m)

Une dalle flottante en béton d'épaisseur importante, posée sur un lit de sable, désolidarisée des murs extérieurs par un isolant visco-élastique, supportera les doubles cloisons en briques de 5 cm. espacées de 8 cm. des

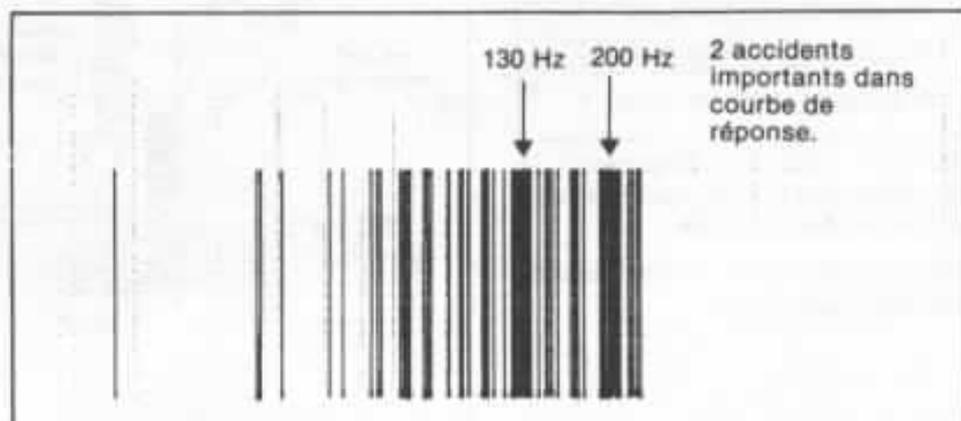


Fig. 1B : Fréquences fondamentales de résonances jusqu'à H3 pour une salle de 9,48 m x 4,76 m x 2,73 m sans traitement acoustique sur les murs.

500 Hz			100 kg/m ²	
25 kg/m ²	32 dB	↑ 4 dB ↓	125 Hz	32 dB
50 kg/m ²	36 dB		250 Hz	36 dB
100 kg/m ²	40 dB		500 Hz	40 dB
200 kg/m ²	44 dB		1 000 Hz	44 dB
250 kg/m ²	48 dB		2 000 Hz	48 dB

Tableau 1

Fréquences	Mode	Fréquences	Mode
29	001	167	130
50,1	010	169,1	203
57,9	011	169,5	131
58,1	002	173,8	033
72,5	100	176,5	220
73,5	012	176,4	213
87,1	003	176,8	123
78,1	101	185,6	222
92,8	111	188,3	133
92,9	102	196,6	223
100,3	020	208,9	230
100,5	013	210,9	231
104,5	021	216,8	232
105,5	112	217,4	300
113,3	103	219,4	301
115,9	022	223,1	310
123,7	120	225	311
124	113	225,1	302
127,1	121	230,6	312
132,8	023	234,2	303
136,7	122	239,5	320
145	200	239,6	313
147,8	201	241,2	321
150,5	030	246,4	322
151,3	123	257,8	323
153,2	031	264,4	330
153,4	210	266	331
156,1	211	270,7	332
156,2	202	278,4	333
161,2	032		
164	212		

Mode : explication

0 = 0

1 = Fr

2 = H₂ Fr

3 = H₃ Fr

1^{re} colonne : 29 Hz (5,94)

2^e colonne : 50,1 Hz (3,44)

3^e colonne : 72,5 Hz (2,38)

Fig. 2A : Liste des fréquences de résonance jusqu'à H3 pour une salle de 5,94 × 3,44 × 2,38.

tenant compte des pertes internes des dits matériaux).

$$F_c = \frac{c^2}{1,8 h} \cdot \sqrt{\frac{P}{E}}$$

$$F_c = \frac{F_c (1 \text{ cm})}{h}$$

caoutchouc) : chute d'isolement 4 à 6 dB.

— Le béton, la plâtre et le bois sont des matériaux à pertes internes moyennes : chute d'isolement 6 à 8 dB.

— Les matériaux tels que l'acier, l'aluminium et le verre sont des

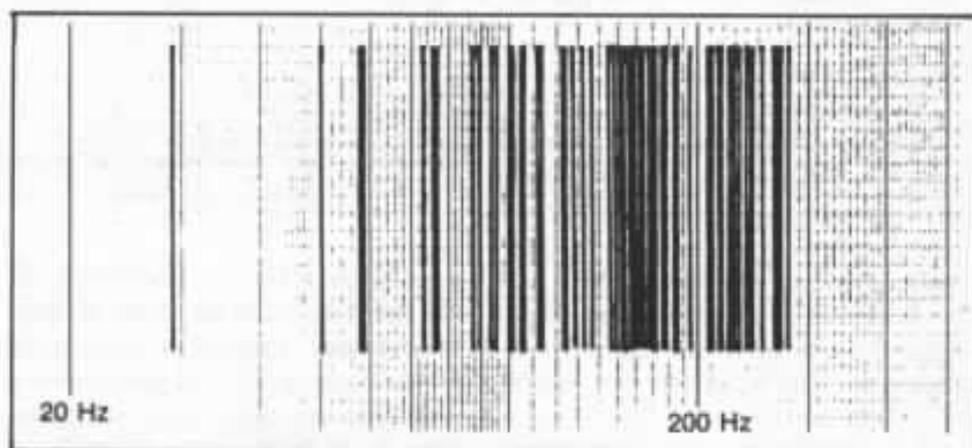


Fig. 2B : Fréquences de résonance jusqu'à H3 pour une salle de 5,94 m × 3,44 m × 2,38 m sans traitement acoustique.

h : épaisseur de la paroi ; P : densité du matériau constituant la paroi ; e : coefficient d'élasticité (module de Young) du matériau.

— Les matériaux mous et denses sont les matériaux à plus fortes pertes internes (plomb, liège,

matériaux à plus faibles pertes internes : chute d'isolement 10 dB.

Connaissant la fréquence critique et la chute d'isolement, plaçons le point B à Fc en enlevant de la droite 4 dB/oct. le niveau correspondant à la perte d'isole-

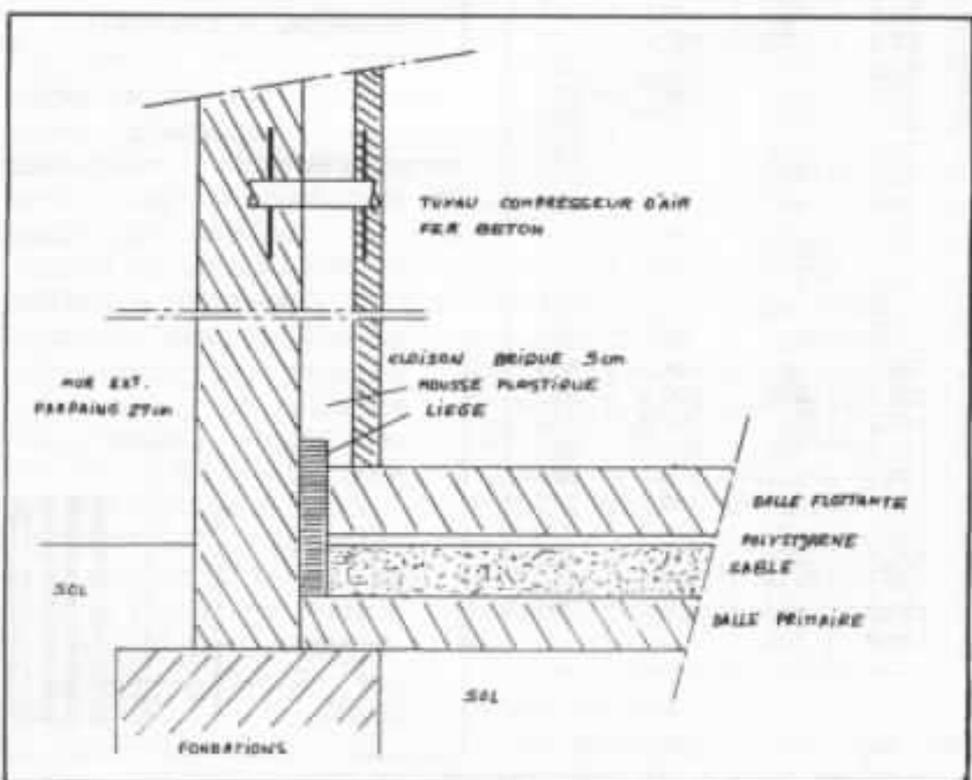


Fig. 4 : Détail de la structure extérieure.

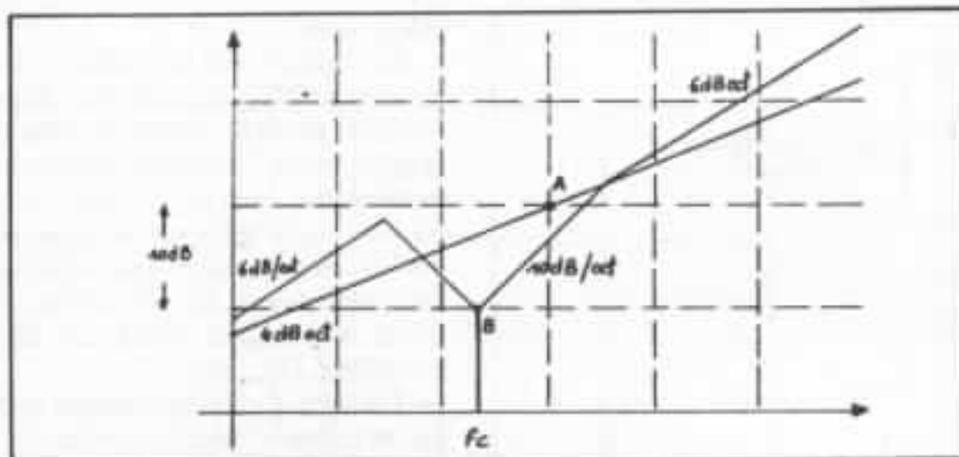


Fig. 5 : Indice d'isolement acoustique de la structure.

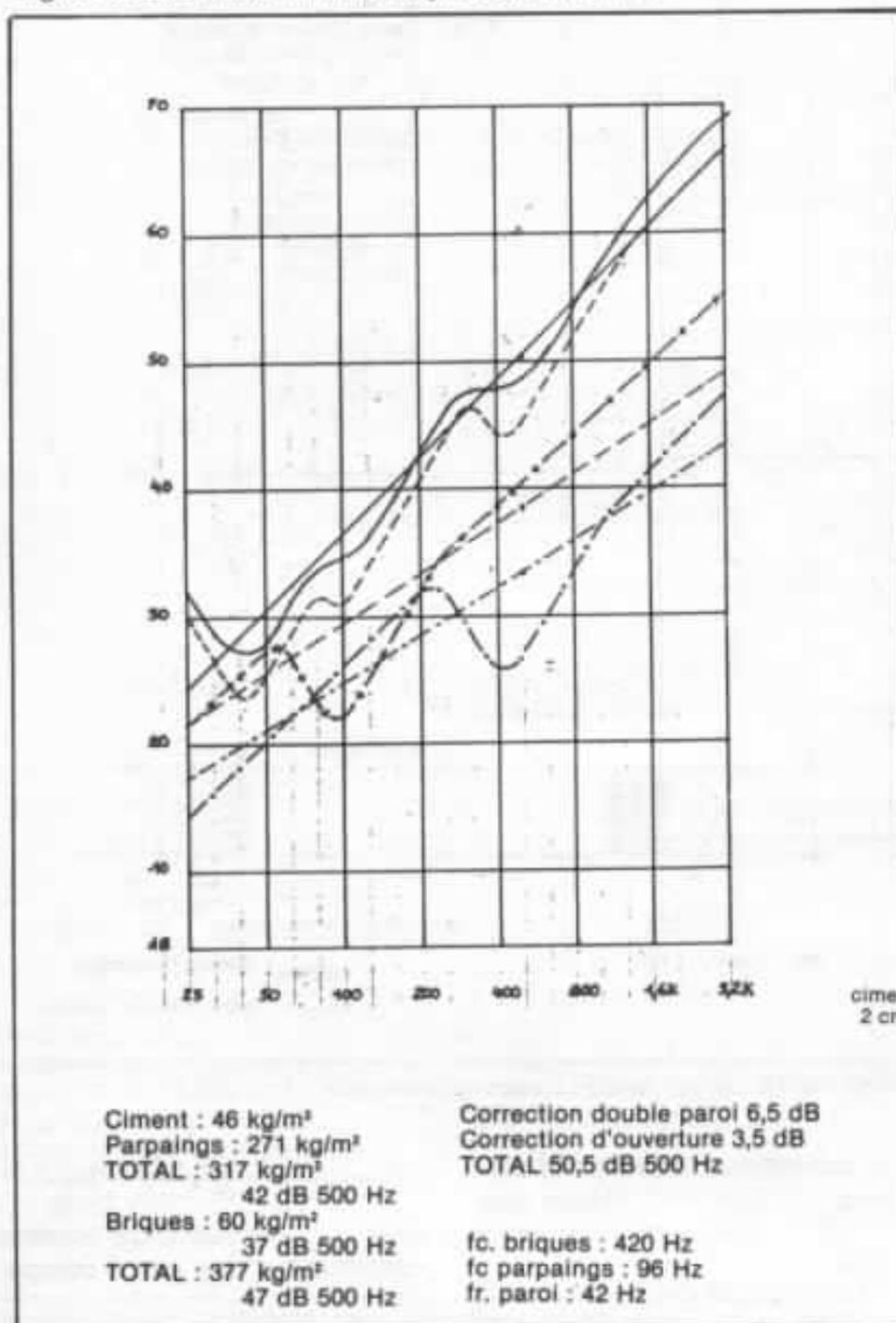


Fig. 6 : Indice d'affaiblissement acoustique murs-studio.

ment sur la figure 5.

Tracer la courbe d'affaiblissement en tenant compte des pentes indiquées sur cette figure.

Dans le cas de doubles parois espacées d'une distance d, la fréquence de résonance globale est donnée par la formule :

$$Fr = 840 \sqrt{\frac{1}{d} \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)}$$

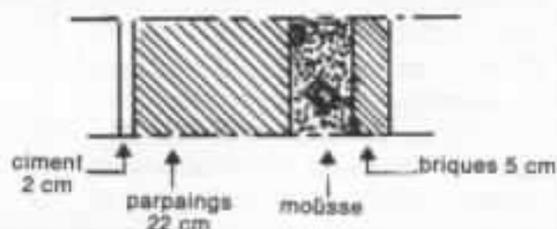
m_1, m_2 : masse des parois en kg/m²,

La pente sur la figure serait de 6 dB/oct., il y aurait défaut d'isolation aux fréquences critiques des deux parois, à la fréquence de résonance de la paroi double et aux fréquences de résonance de la lame d'air.

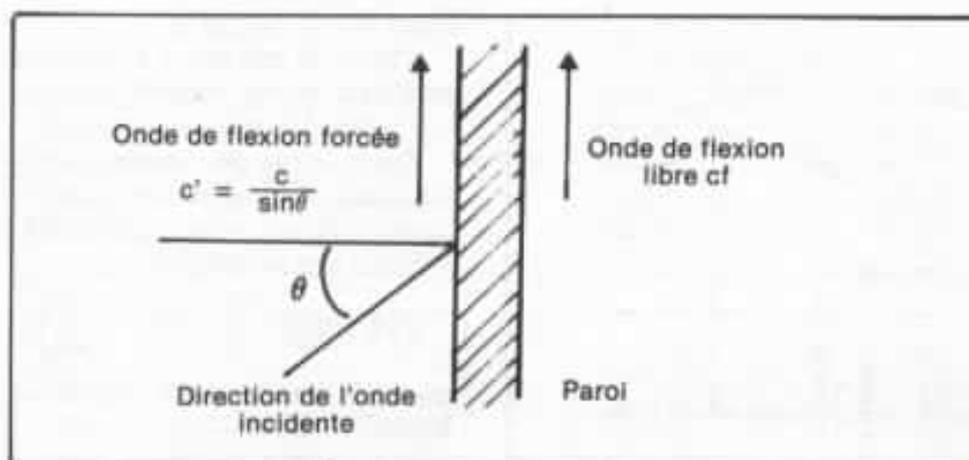
Les figures 6/7/8 montrent respectivement les indices d'affaiblissement acoustiques des murs et des ouvertures du studio. Les résultats présentés n'ont pas été établis par la méthode exposée ci-dessus, mais d'une façon beaucoup plus complexe faisant intervenir notamment les fréquences de coïncidences dont l'expression mathématique s'écrit :

$$F = \frac{c^2}{2\pi \sin^2 \theta} \times \frac{1}{h} \left(\frac{12P}{E} \right)^{1/2}$$

E : module de Young ; h : épaisseur de la paroi ; P : masse volumique en kg/m³ ; F : fréquence considérée.



- Courbe théorique
- paroi avec mousse
- paroi sans mousse
- .- parpaings seuls
- ... briques seules



empirique.

La figure 9 est la synthèse des figures 6/7/8, elle présente deux courbes de bruit résiduel dans le studio, pour 2 niveaux de bruits extérieurs correspondant aux passages d'avions à 200 et 400 m, en fonction des courbes Iso (définissant ici un critère de bruit admissible dans un lieu considéré Fig. 10).

— l'indice d'affaiblissement global est obtenu par la relation :

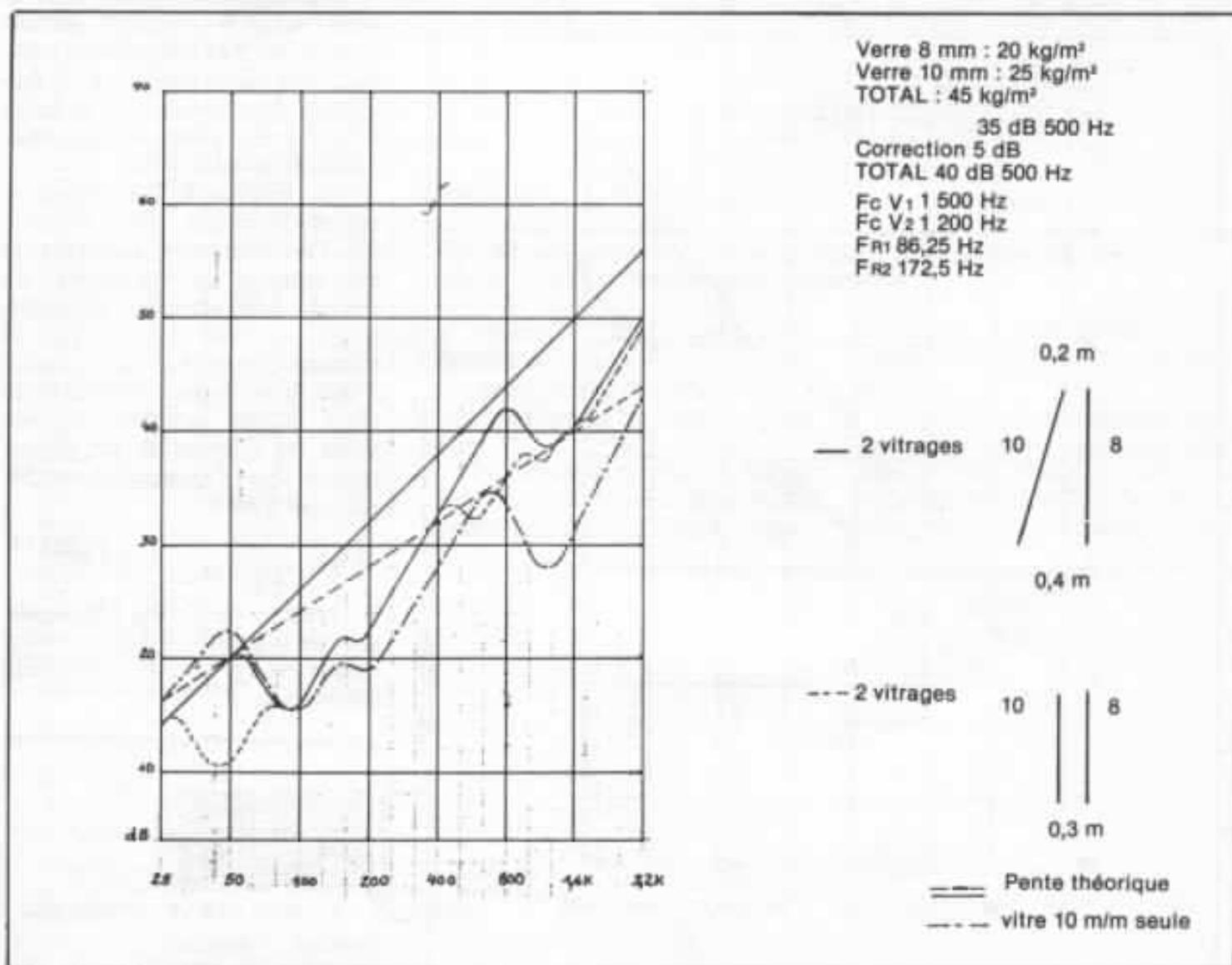


Fig. 7 : Indice d'affaiblissement acoustique double vitrage fenêtre studio. Dimensions : 2 m x 1 m.

La fréquence f pour laquelle il y a égalité des célérités c' et cf est la fréquence de coïncidence.

On s'aperçoit que la plus basse de ces fréquences est la fréquence critique de la paroi.

Il ne faut pas confondre l'effet

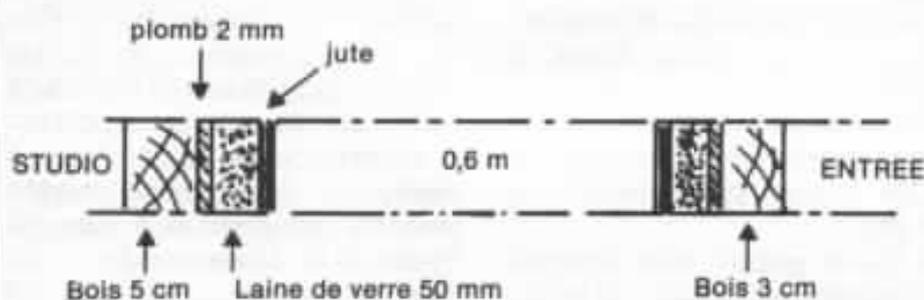
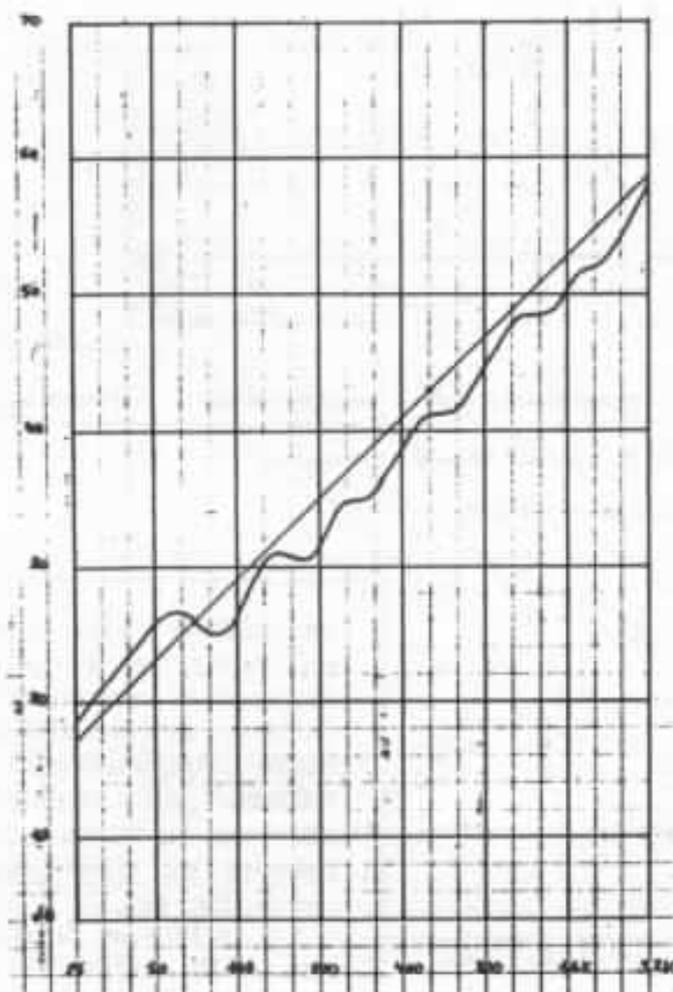
de coïncidence d'une paroi supposée de dimension infinie avec l'effet de résonance d'une paroi finie.

Les résultats des figures 6/7/8 sont néanmoins très proches de ceux obtenus par la méthode

$$R = 10 \log \frac{S_1 + S_2 + S_n}{t_1 S_1 + t_2 S_2 + t_n S_n}$$

avec S_n : surface d'un élément constitutif d'une paroi composite

t_n : facteur de transmission de cet élément.



Porte côté studio
 5 cm bois plein + plomb 2 mm
 51,2 kg/m² 37 dB 500 Hz
 Porte côté entrée
 3 cm bois plein + plomb 2 mm
 39,2 kg/m² 35 dB 500 Hz
 Correction 5 dB
 TOTAL 43 dB 500 Hz

Fc P₁ 2 kHz
 Fc P₂ 1 200 Hz
 Fc plomb 40 kHz
 FR₁ 172,5 Hz
 FR₂ 86,25 Hz
 FR. air jour d. 0,6 m

Fr paroi 9 Hz

287 Hz
 575 Hz
 1 150 Hz

Fig. 8A : Indice d'affaiblissement acoustique double porte studio. Dimensions : 2 m x 1 m.

$$t_n = \frac{1}{T_n}$$

R : indice d'isolement acoustique de l'élément ;

R : 10 × log(T_n).

L'isolation entre la cabine technique et le studio est primordiale. Elle vise à s'affranchir de l'effet Larsen et de la reprise par les micros sous forme de distorsion de la résiduelle sonore provenant des écoutes cabine par manque d'isolation (rappelons que 1 % de distorsion représente un écart de niveau de 40 dB).

Ceci nous contraint à utiliser une épaisseur globale de 25 mm de verre sous forme de vitres espacées et inclinées de façon à obtenir une résonance diffuse du volume d'air emprisonné (Fig. 11/12).

La figure 13 montre les courbes de bruit résiduel dans le studio pour différents niveaux et types de signaux en cabine. Nous pouvons considérer le bruit rose comme : un signal musical de régime transitoire, son homologue filtré à 3 dB/oct. au même signal musical en régime établi, (le bruit rose filtré a une énergie se rapprochant statistiquement de celle d'une source musicale).

Cette façon de procéder à 2 avantages : elle se prête bien au calcul et permet surtout de contrôler la conformité de la réalisation au cahier des charges. Aux vues des courbes, nous constatons que des isolements moyens de 35 et 45 dB engendrent des distorsions de 1.78 et 0.56 % pour des régimes transitoires et établis. L'évaluation subjective de la distorsion laisse prévoir que la distorsion réelle, non pondérée par la courbe Iso, sera beaucoup plus importante.

La déficience de certains résultats nous amène aux lois acoustiques de base. Ces lois, immuables, imposent dans toutes conceptions la meilleure homogénéité possible des éléments la constituant et nous oblige à constater que la débauche appa-

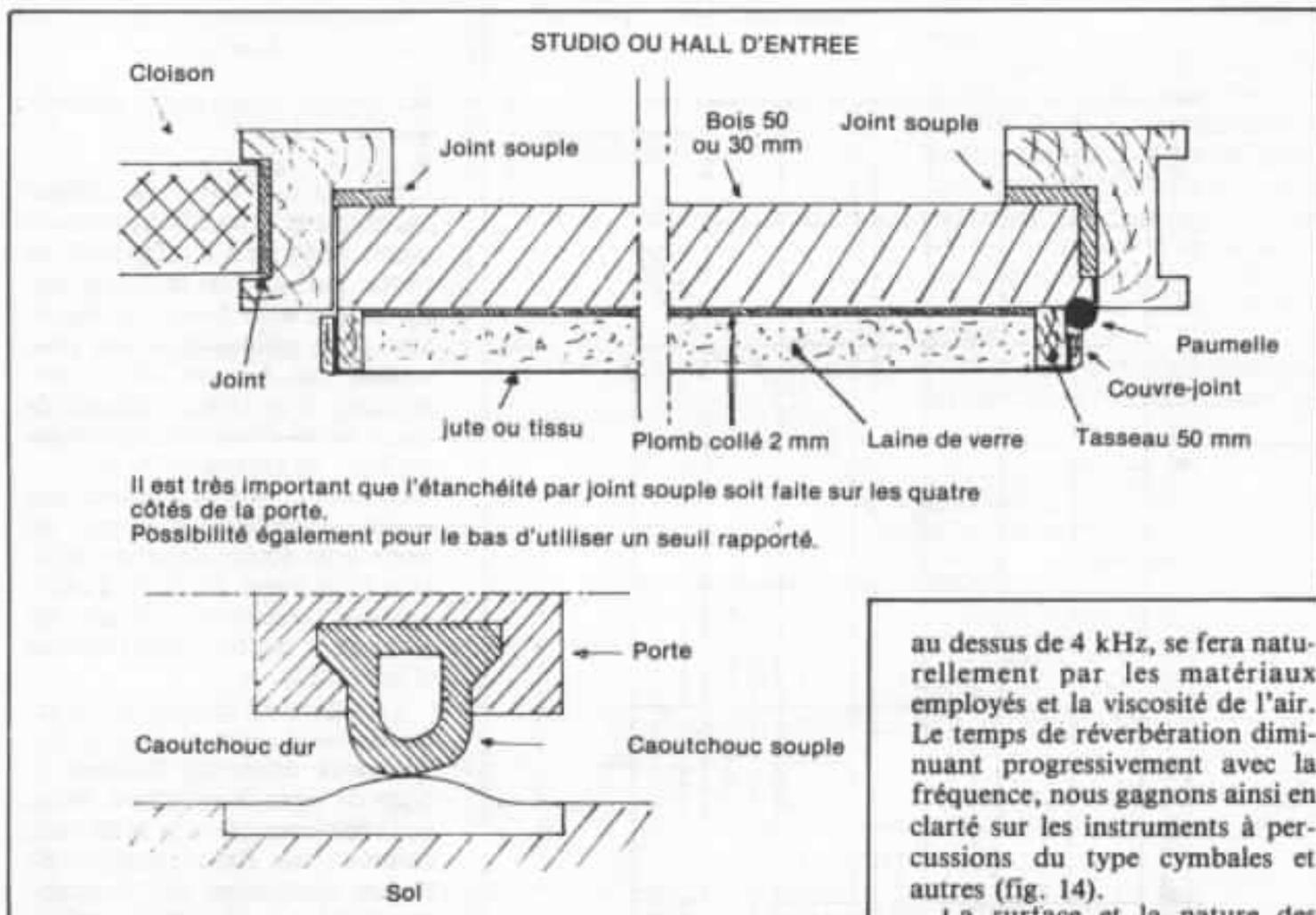


Fig. 8B : Conseils de montage des portes.

rente de moyens mis en œuvre dans une réalisation audiophile, n'est pas une vue de l'esprit, mais une réalité nécessaire à l'obtention de résultats probants et sans surprise.

Traitement acoustique du studio

Quatre principaux facteurs sont à prendre en compte dans le traitement acoustique d'un studio :

- la destination du studio,
- son volume,
- la surface et la nature de ses parois,
- le type de mobilier et le nombre d'occupants.

La destination et le volume du studio sont nécessaires pour déterminer son temps de réverbération.

Selon la loi empirique :

$$T_R = A \times V^{1/3}$$

$A = 0,09$ pour la musique, $0,075$ pour la parole ; $V =$ volume de la salle.

Le calcul du temps de réverbération optimal nous donne 2 valeurs :

- un minimum de $0,36$ s.
- un maximum de $0,44$ s. à 1 kHz pour un volume de 118 m³.

Afin de garder une certaine polyvalence au studio, d'éviter une acoustique trop mate, de nous réserver la possibilité d'effectuer des compensations après mesure, nous prenons le temps maximal pour les fréquences allant de 500 à $4\,000$ Hz. Du fait d'accidents prévisibles sur la courbe de réponse en dessous de 500 Hz (fig. 1) nous diminuons le temps de réverbération progressivement de façon à obtenir $0,36$ s. à 125 Hz (valeur minimale). L'absorption dans l'aigü,

au dessus de 4 kHz, se fera naturellement par les matériaux employés et la viscosité de l'air. Le temps de réverbération diminuant progressivement avec la fréquence, nous gagnons ainsi en clarté sur les instruments à percussions du type cymbales et autres (fig. 14).

La surface et la nature des parois, le mobilier, le nombre d'occupants moyen nous permettront de calculer l'aire d'absorption équivalente A , liée au temps de réverbération par la formule de Sabine (rappelons que cette formule est le résultat d'expériences et non le fruit de la réflexion de mathématicien). L'utilisation de matériaux à coefficient d'absorption moyen nous l'a fait préférer à celles de Eyring et de Millington).

$$T = \frac{0,16}{A}$$

$A = \sum S_i \cdot \alpha_i$; $S_i =$ surface de matériaux considérés ; $\alpha_i =$ coefficient d'absorption du matériau,

nous obtenons pour :

- $0,36$ s à 125 Hz $0,271$
soit $45,05$ unités
- $0,40$ s à 250 Hz $0,248$
soit $41,16$ unités
- $0,44$ s à partir de 500 Hz $0,228$
soit $37,88$ unités.

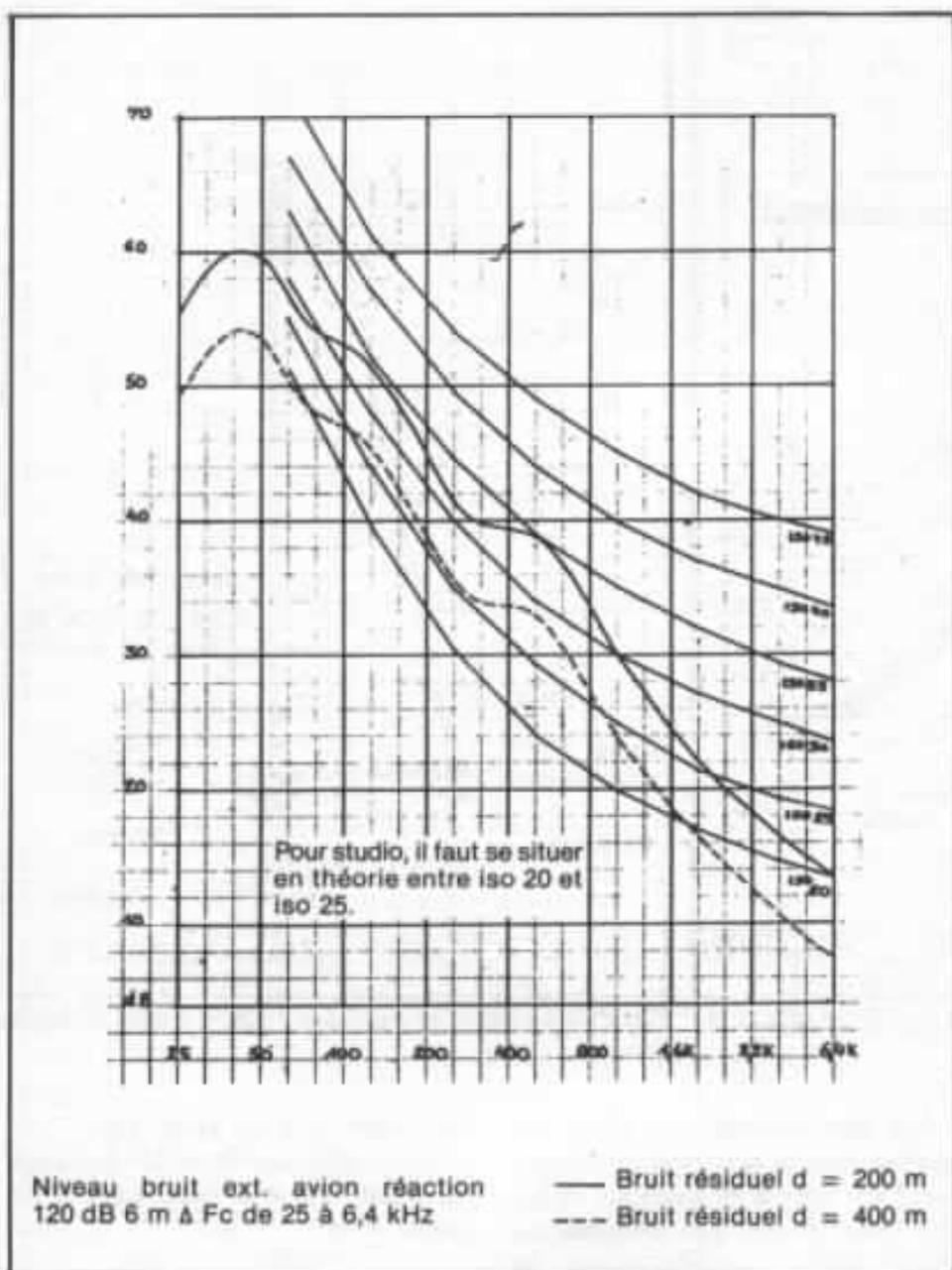


Fig. 9 : Courbes i.s.o. Courbes bruit résiduel dans studio.

La répartition de ces unités apparaît dans les figures 15 et 16. Les contreplaqués de 5 mm à 5 cm des murs permettent, suivant la face utilisée, de modifier dans les limites des 2 courbes de la figure 17 le temps de réverbération du studio et son adaptation à différentes utilisations.

Lors des mesures, ils permettront d'ajuster le traitement acoustique jusqu'à l'obtention des résultats souhaités.

Ces panneaux se décomposent comme suit :

- 5 m² CP5 à 3 cm du mur
- fa 200 Hz

- 5 m² CP5 à 5 cm du mur
- fa 155 Hz
- 4 m² CP10 à 5 cm du mur
- fa 109 Hz
- 4 m² CP15 à 5 cm du mur
- fa 89 Hz
- 2 m² CP15 à 10 cm du mur
- fa 63 Hz

Fréquence d'absorption d'un panneau fléchissant :

$$f_a = \sqrt{\frac{600}{md}}$$

m : masse du panneau en kg/m² ; d : épaisseur de la lame d'air derrière le panneau.

Traitement acoustique de la cabine technique :

Le traitement acoustique dépend de la détermination des critères de qualité de la cabine technique en matière d'écoute.

Le critère essentiel de qualité d'une cabine technique paraît être sa neutralité, il faut que ce que l'on y écoute soit ce qui est sur la bande exclusivement et non une couleur d'écoute aussi agréable soit-elle.

Nous avons donc affaire à un ensemble haut-parleurs plus salle qui doit se traiter au plus haut niveau.

Afin d'aller plus avant il est nécessaire d'effectuer un rappel d'acoustique : lorsque l'on s'éloigne d'une source sonore on observe une décroissance de 6 dB chaque fois que la distance double, à partir d'un certain moment le niveau ne décroît plus : nous sommes alors dans le champs réverbéré de la salle (le niveau sonore y est théoriquement égal en tous points). La limite à laquelle le niveau ne décroît plus s'appelle la distance critique.

L'oreille intègre le rapport : son direct, son réverbéré : prenons un instrument de musique jouant dans une salle, si l'auditeur se place à la distance critique, l'impression sonore perçue est celle d'une image naturelle, l'instrument paraît avoir sa taille normale. A partir de ce point, si l'on se rapproche de moitié, l'instrument paraît deux fois plus grand, et si l'on s'éloigne du double, il paraît deux fois plus petit.

On peut dire qu'à la distance critique le grossissement est égal à 1, à la demi-distance à 2, au double à 0.5. Le même phénomène existe si l'on remplace l'instrument par un haut-parleur.

Le grossissement étant le rapport son direct/son réverbéré :

$$G = \frac{N_d}{N_r}$$

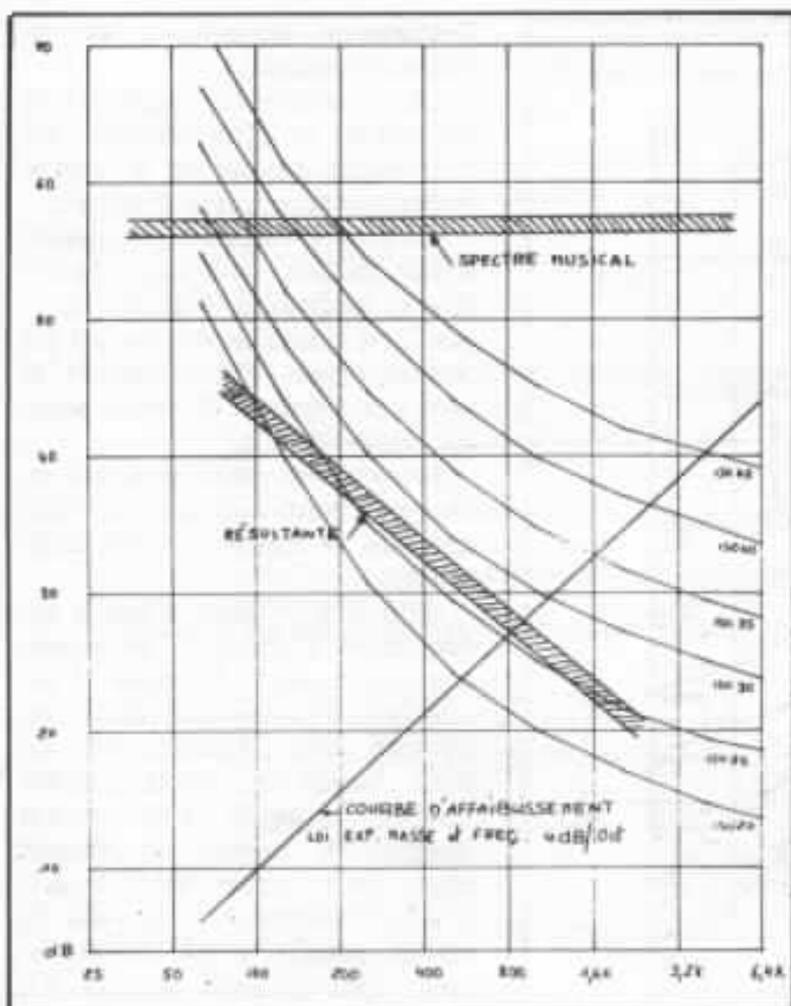


Fig. 10 : Utilisation des courbes i.s.o. pour définir un niveau de bruit admissible.

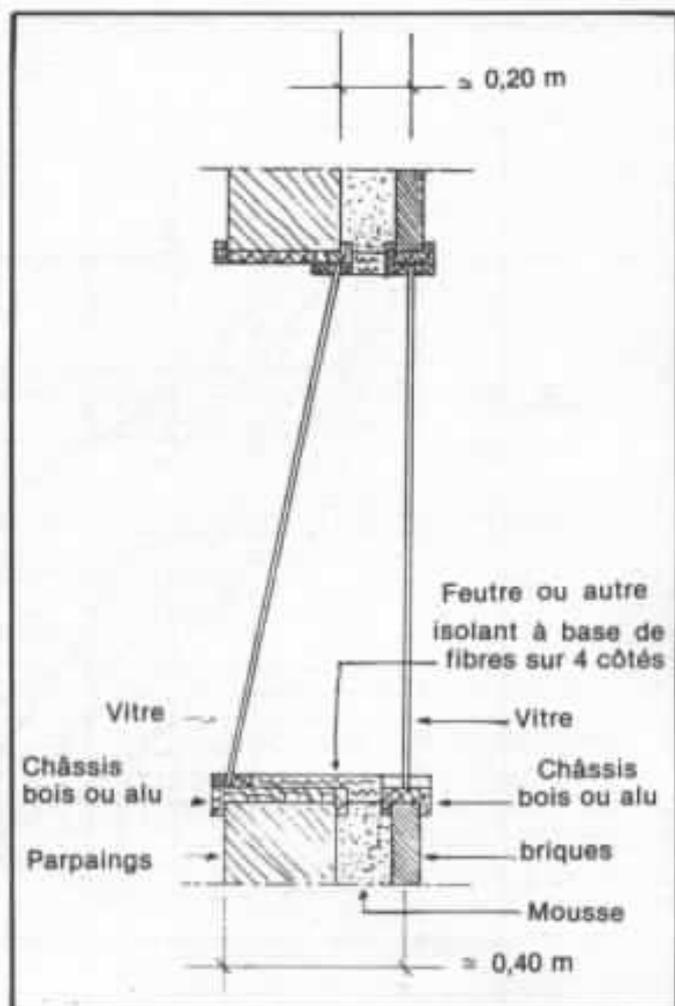


Fig. 11 : Conseils de montage fenêtre studio et cabine.

pour que G soit égal à 1 il faut donc que le niveau son direct soit égal au niveau son réverbéré.

Lorsque l'on superpose l'écoute à l'enregistrement on additionne les niveaux direct et réverbéré :

$$G = \frac{10 \log N_d + 10 \log N_r}{10 \log N_r + 10 \log N_r}$$

$$G = 10 \log \frac{N_d + N_r}{N_r + N_r}$$

Le grossissement d'écoute multiplie celui de l'enregistrement. Pour que celui-ci ne soit pas changé il est impératif que celui d'écoute soit égal à 1.

Le grossissement d'écoute doit être égal à 1 à chaque fréquence ou tout au moins homogène le long du spectre : on imagine mal la fondamentale d'un message sonore ayant un grossissement 1 alors que sa première harmonique ferait 0.5.

Un des critères essentiels de qualité sera la position de l'ingénieur du son à la distance critique pour toutes les fréquences. Dans cette configuration la courbe de fréquence des haut-parleurs sera la même que celle qui provient de la salle. Nous pourrions donc nous servir d'un égaliseur pour rattraper ou modifier une courbe de réponse. Sachant que le son se propage dans un local, du réverbérant vers le sourd, il faut placer les haut-parleurs dans un milieu réfléchissant et l'ingénieur du son dans un milieu absorbant.

Il est souhaitable que le mur du fond ne soit pas immédiatement derrière l'ingénieur, mais à une distance correspondant à la demi-longueur d'onde de la fréquence la plus basse à reproduire :

$f = 43 \text{ Hz}$ nous donne une

distance de 4 m. (Fig. 18).

La relation liant la distance critique DC à la constante d'un local R est :

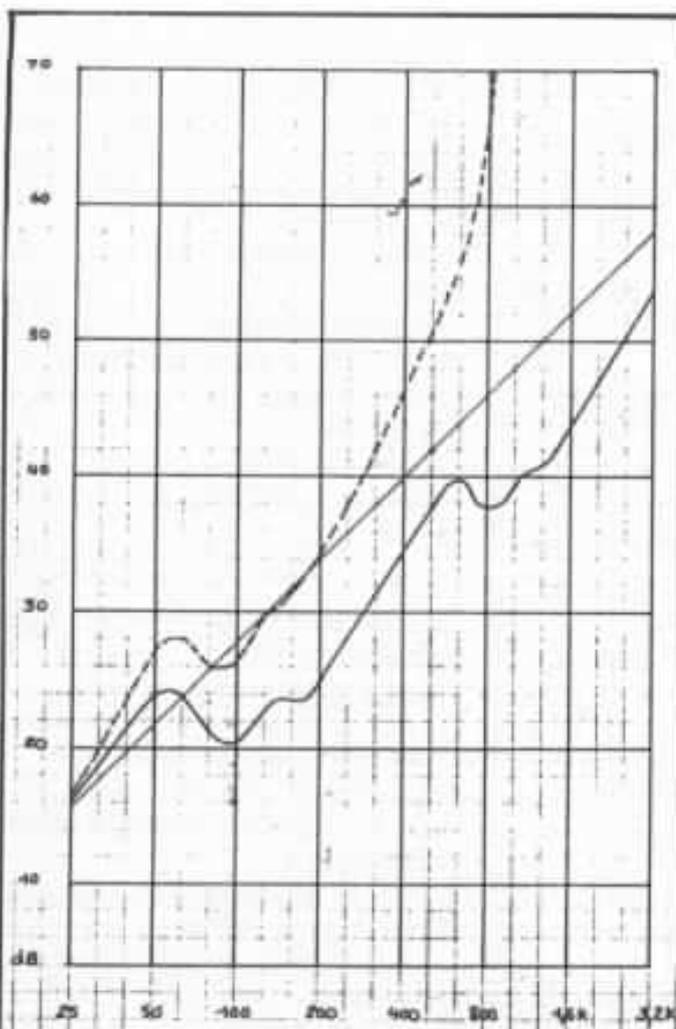
$$DC = 0,14 \sqrt{QR}$$

$$R = \frac{S\alpha}{1-\alpha}$$

S = surface totale α = coefficient d'amortissement ; Q = coefficient de directivité du système H.P.

Notre système H.P. nous permet de prendre comme coefficient de directivité Q, une valeur 4 correspondant à un angle de rayonnement solide de 120° (fig. 19).

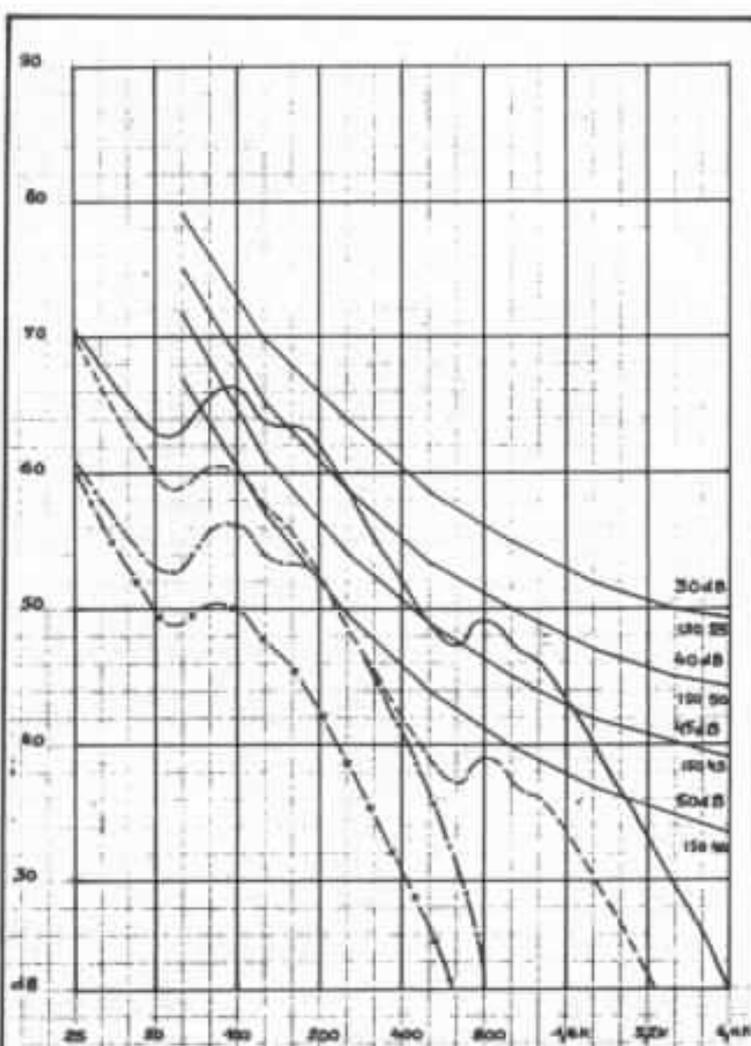
Nous nous fixons DC = à 2 m, l'ingénieur du son ne pouvant se trouver trop éloigné de la baie vitrée pour des raisons de champs visuel. Ceci nous donne une constante R de 50.3 et un



Verre 15 mm : 37,5 kg/m²
 Verre 10 mm : 25 kg/m²
 TOTAL : 62,5 kg/m²
 37 dB 500 Hz
 Correction 5 dB
 TOTAL 42 dB 500 Hz
 Fc V1 800 Hz
 Fc V2 1 200 Hz
 FR1 86,25 Hz
 FR2 172,5 Hz

- Courbe théorique
- Pente d'affaiblissement
- Courbe pondérée à 3 dB/oct. correspondant à une source dont la décroissance énergétique est de 3 dB/oct.

Fig. 12 : Indice d'affaiblissement acoustique double vitrage cabine. Dimensions : 2 m × 1 m.



- Bruit résiduel source cabine bruit rose 78 dB (500 Hz)
- Bruit résiduel source cabine bruit rose 88 dB (500 Hz)
- x- Bruit résiduel source cabine bruit rose filtré à 3 dB/oct. 78 dB (500 Hz)
- Bruit résiduel source cabine bruit rose filtré à 3 dB/oct. 88 dB (500 Hz)

La courbe — donne un isolement moyen basé sur la gêne à partir de la courbe ISO de 35 dB.
 La courbe — donne un isolement moyen basé sur la gêne à partir de la courbe ISO de 45 dB.
 La distorsion subjective serait donc de 1,78 % en régime transitoire, 0,56 % en régime établi.

Fig. 13 : Courbes bruit iso. Courbes bruit résiduel dans studio. Essais d'évaluation subjective de la distorsion.

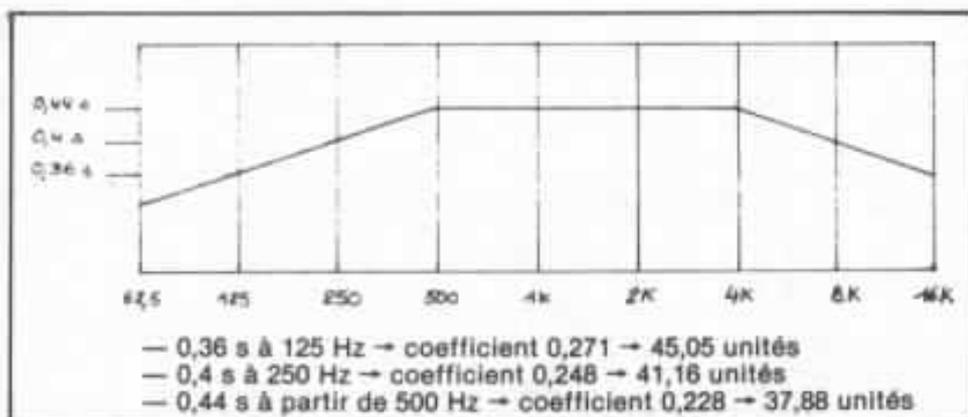


Fig. 14 : Temps de réverbération en fonction de la fréquence.

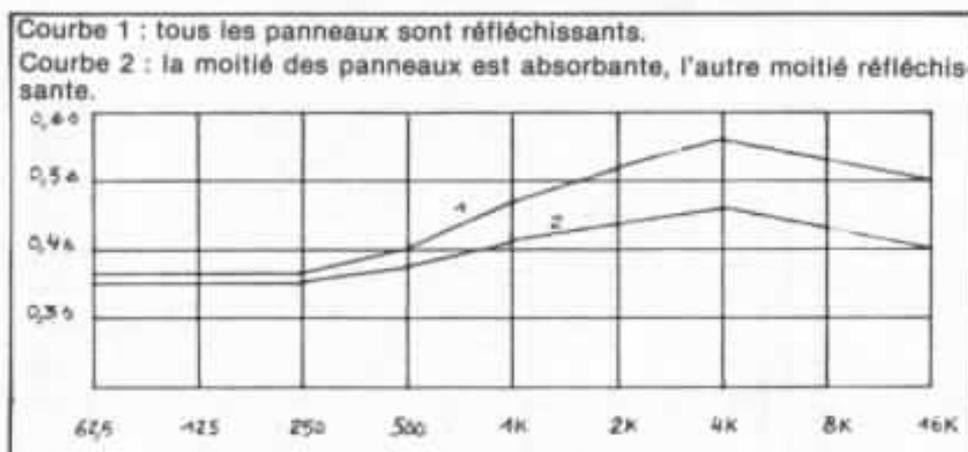


Fig. 17 : Courbes temps réverbération studio.

coefficient (α) de 0,37.

Ces valeurs permettent d'obtenir dans la zone d'écoute un niveau ne variant que de plus ou moins 1 dB (fig. 20).

Une variation de la constante R (37,65) ne déplace la distance critique que de 20 cm vers l'avant, une diminution de l'angle solide de rayonnement (95° , $Q = 6$) ne la fait reculer que de 10 cm.

Connaissant R et α il est aisé de déterminer le temps de réverbération nécessaire dans la cabine technique et d'adopter un traitement permettant de l'obtenir (fig. 21).

L'importance des faits exposés rend nécessaire la confirmation des résultats théoriques par des mesures systématiques afin de régler la position de l'ingénieur

du son à la distance critique au mieux à toutes les fréquences.

Le principe des mesures à effectuer pour obtenir la distance critique sera celui d'une comparaison des niveaux directs et réverbérés.

Nous effectuerons une première mesure, la plus éloignée possible des H.P., en dehors de leur cône de directivité, la seconde à une distance connue et dans l'axe.

La formule liant ces deux mesures à la distance critique est :

$$DC = D_1 \sqrt{10(1 N_1 - N_2)}$$

D_1 = distance de mesure ; N_1 = niveau mesuré à D_1 ; N_2 = niveau réverbéré.

Nous allions ainsi l'adaptation salle-haut-parleurs avec les exigences d'une acoustique propre et agréable dans la cabine technique.

Critères de choix des transducteurs écoute cabine

Trois points importants sont à considérer :

- le rendement,
- la directivité,
- la distorsion.

Le rendement doit être aussi élevé que possible ; ceci permettra d'obtenir le maximum de dynamique avec une amplification de moyenne puissance. L'écoute d'un piano en direct donne des niveaux de 103 dB en

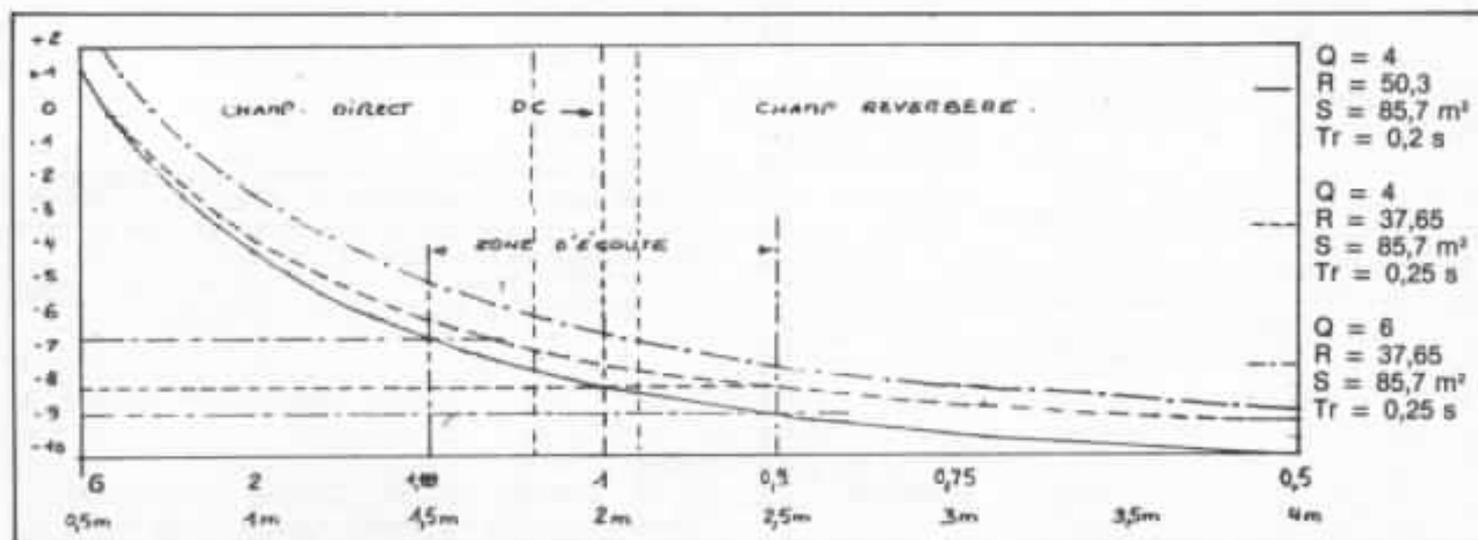


Fig. 20 : Courbe de décroissance du niveau sonore écoute cabine.

Fig. 15

CALCUL UNITES D'ABSORPTION

DESIGNATIONS	U ou S/m^2	425	500	4K	2K	1K	500	1K	2K	4K
Fenêtres studio et cabine - Verre 8 mm	4 m ²	0,18	0,04	0,05	0,02	0,02	0,24	0,12	0,08	0,08
Piano demi-queue	5 U	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,15	0,15	0,15	0,15
Musicien avec instruments	3 U	0,4	0,85	1,40	1,20	1,20	3,45	4,20	3,6	3,6
Instrument à demeure + sièges + divers	5 U	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,2	0,25	0,25	0,30
Placard rangement bois à + de 10 cm du mur	7,73 m ²	0,63	0,42	0,12	0,08	0,08	3,41	4,17	0,78	0,78
Porte d'entrée studio bois à + de 20 mm épaisseur	2 m ²	0,75	0,20	0,40	0,38	0,39	1,6	0,8	0,76	0,66
Plafond liège aggloméré 8 cm sans vide d'air	44,5 m ²	0,15	0,22	0,22	0,2	0,2	6,67	9,57	8,70	8,70
Sol parquet bois 2 cm sur lambourde avec isolant	44,5 m ²	0,2	0,15	0,10	0,08	0,07	8,92	4,35	3,48	3,04
TOTAL PARTIEL							23,16	20,61	17,80	17,31
Murs 68,4 m ² à répartir :										
Laine de verre 50 mm recouverte toile de jute	20 m ²	0,39	0,45	0,59	0,61	0,55	7,80	11,8	12,2	11
Contreplaqué 5 mm peint à 5 cm du mur	20 m ²	0,47	0,34	0,44	0,08	0,08	6,8	2,2	1,6	1,6
Lames de bois verni épaisseur 10 mm	28,4 m ²	0,05	0,04	0,03	0,03	0,05	1,42	0,85	0,85	0,85
TOTAL PARTIEL							18,62	14,85	14,65	13,45
TOTAL GENERAL 1							41,78	35,46	32,42	30,76
Contreplaqué de 5 mm à 5 cm du mur recouvert moquette	10 m ²	0,60	0,50	0,50	0,60	0,68	6,00	5,00	6,00	6,80
Contreplaqué de 5 mm à 5 cm du mur peint	10 m ²	0,67	0,30	0,41	0,08	0,08	4,70	1,40	0,80	0,80
Laine de verre 50 mm recouverte toile de jute	20 m ²	0,39	0,45	0,59	0,61	0,55	7,80	11,8	12,2	11,0
Lame de bois vernies épaisseur 10 mm	28,4 m ²	0,05	0,04	0,03	0,03	0,05	1,42	0,85	0,85	0,85
TOTAL PARTIEL							19,92	18,75	19,85	19,45
TOTAL GENERAL 2							43,21	39,36	37,65	36,76
T. REVERB. 1							0,376	0,476	0,526	0,566
T. REVERB. 2							0,366	0,426	0,466	0,466



Vue du studio.

moyenne et de 115 dB en crête, nous ne pouvons donc descendre en dessous d'un rendement de 96 dB pour 1 W à 1 m, ce qui nécessitera quand même 79 W pour reproduire 115 dB (une enceinte de 86 dB/W/1 m aurait nécessité 790 W pour donner 115 dB), nous retenons une puissance de 100 W pour l'amplification, ce qui nous laisse une petite marge.

Pour des raisons de facilité de

réglage (adaptation haut-parleur-salle) et pour le meilleur contrôle dynamique de la membrane H.P. qu'elle procure, nous utiliserons la multi-amplification. L'information pouvant se concentrer sur un canal ou sur une voie, chaque voie et chaque canal aura la même puissance. Le fait d'utiliser un système multi-amplifié permettra probablement de s'affranchir de l'équaliseur.

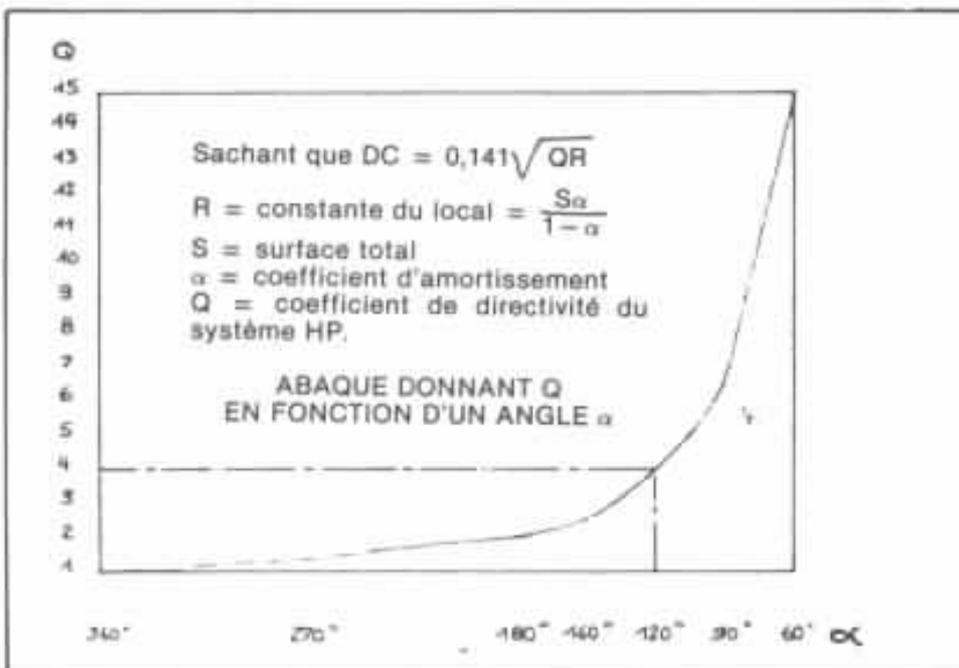


Fig. 19 : Calcul de l'amortissement cabine technique.

La directivité : nous avons vu précédemment qu'il était important de garder une directivité aussi constante que possible pour ne pas modifier la distance critique aux différentes fréquences. Ceci impose le choix de trois transducteurs : un grave, un médium, un aigu, spécialisé chacun dans leur domaine de fréquences. En effet, lorsque le diamètre émissif est égal à deux fois la longueur d'onde à reproduire, l'angle solide de rayonnement ne fait plus que 60°.

La linéarité en puissance de chaque transducteur est aussi un facteur important : il faut qu'elle soit aussi bonne que possible pour éviter qu'une chute de niveau qui se produirait lorsque le niveau augmente, modifie le cône de directivité et produise un tassement de la dynamique.

La distorsion doit être aussi faible que possible, pour des raisons évidentes, et ne comporter que des harmoniques 2 beaucoup mieux tolérées par l'oreille que les harmoniques 3, ceci à des niveaux aussi élevés que 115 dB (rappelons que le seuil de la douleur est à 120 dB).

Pour limiter la distorsion, chaque haut-parleur sera mis dans une enceinte indépendante (élimination quasi-totale des vibrations mécaniques des différents baffles, les uns par rapport aux autres). De cette façon, nous pourrions également obtenir la meilleure mise en phase possible (à tester en régime impulsionnel).

Réalisation :

Ce studio a été réalisé dans sa quasi-totalité sans l'aide de corps de métier étrangers. Après deux ans de labeur acharné, c'est avec un certain sourire que nous nous penchons sur le passé.

Les difficultés rencontrées :

- financières : nous ont obligé à travailler épisodiquement pendant la réalisation,
- la lenteur et le manque de

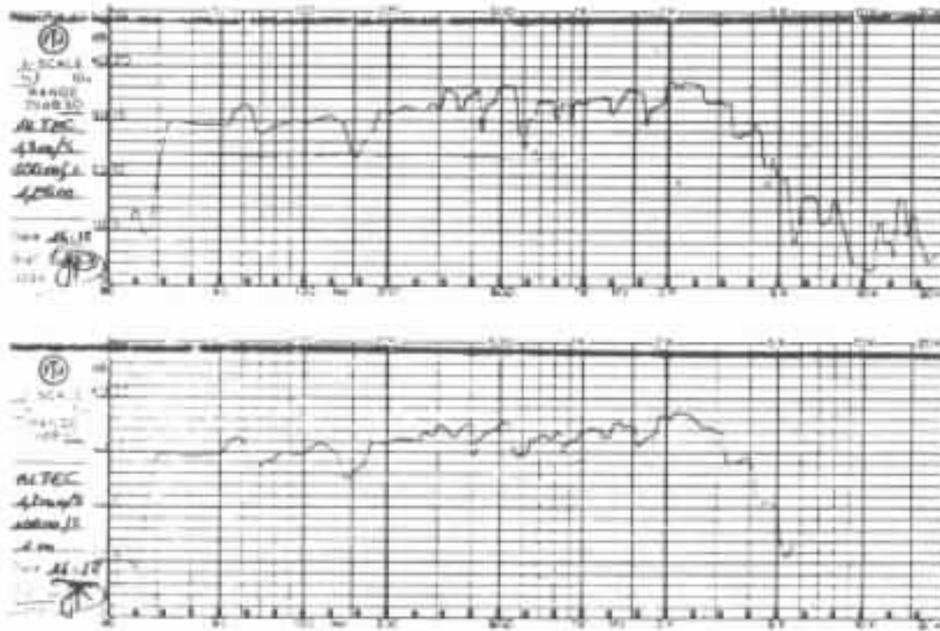


Fig. 22 : Courbes relevées dans la cabine technique en fréquence pure sensiblement à la position de l'ingénieur du son (les écarts de niveaux sont nettement inférieurs à ceux relevés dans le cadre d'une installation domestique).

nos synthétiseurs notamment, d'utilisation pratique, dans un cadre agréable.

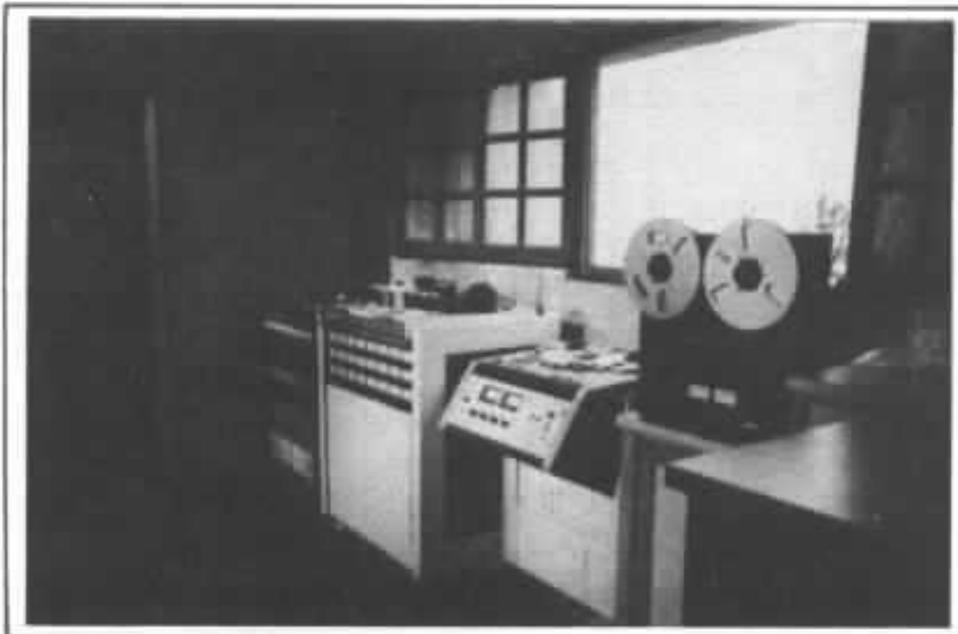
Conclusion :

A l'heure actuelle, il est vital, notamment face aux techniques numériques, de mettre sur le marché des produits préservant au maximum la qualité artistique des œuvres.

Il ne faut pas oublier qu'un groupe est une entité vivante, qui n'est pas uniquement composée

de l'association de ses membres. Par conséquent, il est nécessaire, lors des séances d'enregistrement (Rerecording compris), de travailler avec la totalité du groupe (la structure mise en place vise essentiellement ce but).

L'inadéquation des matériels existants (consoles) nous a obligés à concevoir notre propre console, sur un cahier des charges audiophile, qui fera l'objet d'un prochain article.



Les machines d'enregistrement.

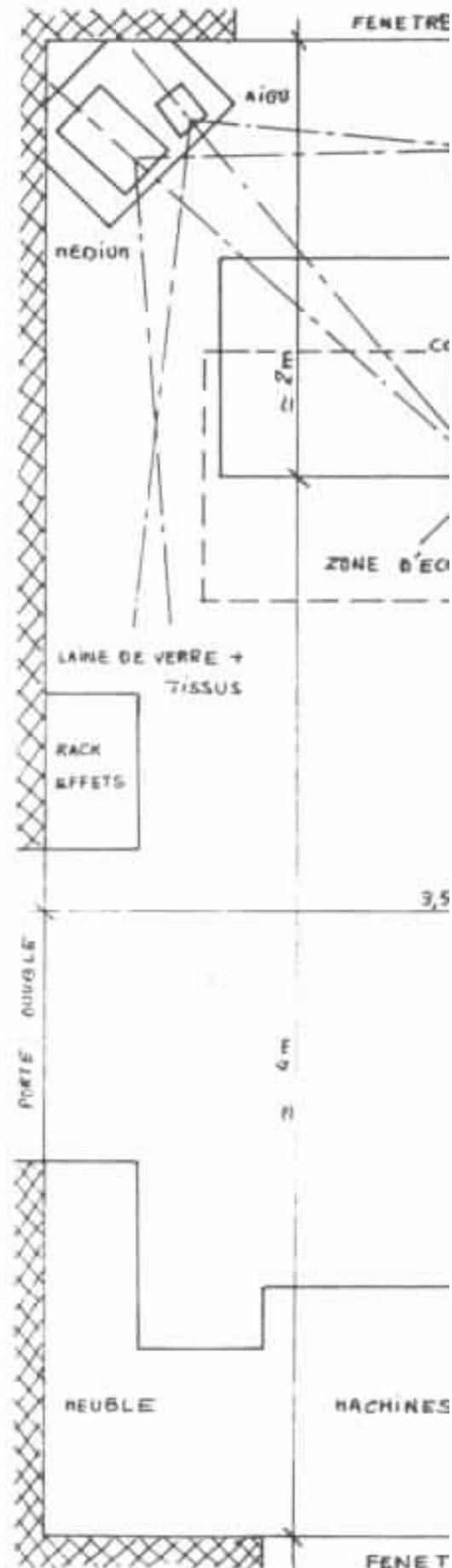
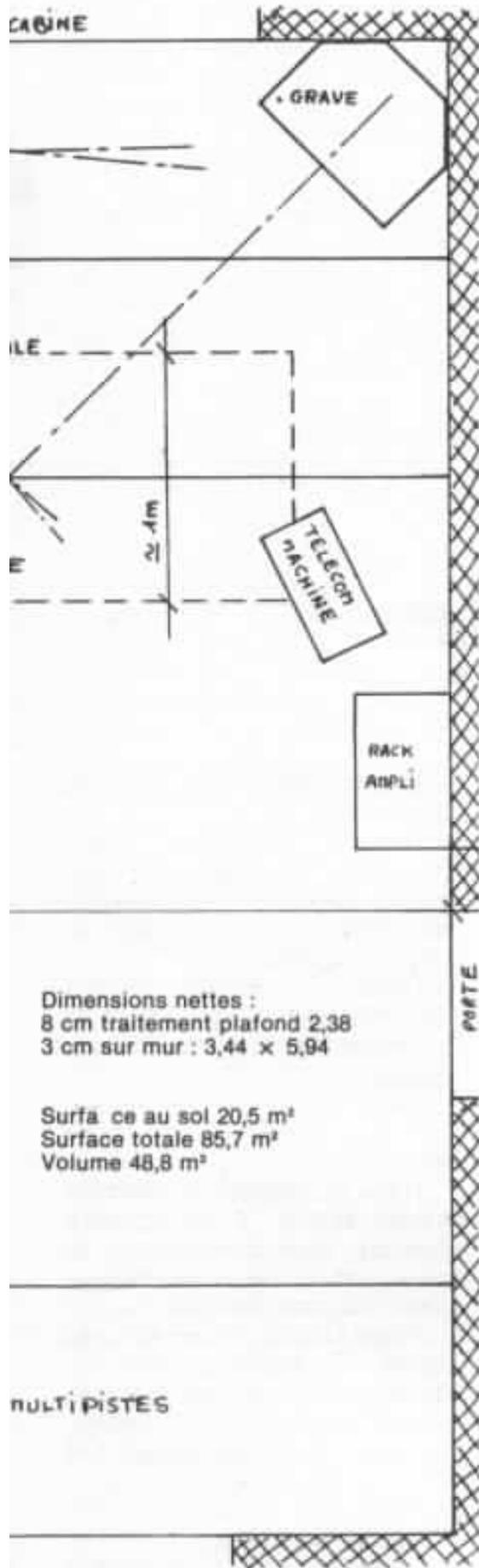


Fig. 18 : La cabine technique.



DESIGNATIONS	Uow S/m ²	A25	250	500	1K	2K	4K	A25	250	500	1K	2K	4K	2K	4K
Fenêtre cabine et fenêtre extérieure	4 m ²	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,12	0,24	0,16	0,12	0,08	0,12	0,08	0,08
Porte entrée et portes communication	4 m ²	0,63	0,22	0,35	0,12	0,08	0,08	2,52	1,68	1,4	0,48	0,32	0,48	0,32	0,32
Matériel audio (console, magnéto, etc.)	20 m ²	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,6	0,6	0,8	1	1	1	1	1,2
Fauteuil cuir	4,25 m ²	0,44	0,54	0,60	0,62	0,58	0,50	1,87	2,30	2,55	2,64	2,47	2,64	2,47	2
3 personnes assises sur siège	3	0,2	0,3	0,36	0,44	0,45	0,45	0,6	0,9	1,01	1,32	1,35	1,32	1,35	1,35
Plafond aggloméré 8 cm ép.	21 m ²	0,15	0,26	0,22	0,22	0,20	0,20	2,15	5,46	4,62	4,62	4,2	4,62	4,2	4,2
Sol moquette nylon sur béton	21 m ²	0,10	0,15	0,20	0,20	0,20	0,30	2,1	8,15	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	6,3
TOTAL PARTIEL								11,56	44,53	14,31	14,38	13,62	14,38	13,62	15,45
Murs 50 m ² à répartir	5 m ²	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,25	0,2	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
5 m ² lames de bois vernies épaisseur 10 mm	10 m ²	0,14	0,54	0,36	0,32	0,32	0,32	7,4	5,4	3,6	3,2	3	3,2	3	3
10 m ² laine de verre 50 mm recouverte skaï	15 m ²	0,39	0,45	0,56	0,59	0,61	0,55	5,85	6,75	8,4	8,85	9,15	8,85	9,15	8,25
15 m ² laine de verre 50 mm recouverte toile de jute															
TOTAL PARTIEL								13,5	12,35	12,15	12,2	12,3	12,2	12,3	10,1
TOTAL GENERAL	A							25,06	26,88	26,46	26,58	25,92	26,58	25,92	25,55
TEMPS REVERBERATION								0,264	0,244	0,246	0,246	0,256	0,246	0,256	0,256

Moyenne A = 26,16 Tr. moyen = 0,25 s

On en parle

Disque-test Omnidisc Telarc

La firme Telarc s'est fait un nom dans le domaine des disques « digitaux ». Elle propose depuis peu un disque-test qui est sans aucun doute l'un des plus sévères jamais édité. Il se présente sous forme d'un coffret comprenant trois disques avec une notice extrêmement détaillée. Les tests se décomposent de la manière suivante :

Face 1 : Gabarit d'alignement de l'ensemble bras-cellule.

Face 2 : Signaux de tests.

Plage 1 : Bruit rose canal gauche, permet d'identifier le canal et de tester la séparation entre canaux ;

Plage 2 : Bruit rose canal droit, idem plage 1 ;

Plage 3 : Canal droit + canal gauche en phase, bruit rose. Réglage de la balance et contrôle de la phase ;

Plage 4 : Canal droit, canal gauche en hors phase en bruit rose. Signal de référence hors phase ;

Plage 5 : Bruit rose balayant du canal gauche au canal droit. Aide à déterminer l'équilibre général des haut-parleurs ;

Plage 6 : Bruit rose en bande balayée pour tester les haut-parleurs et le local d'écoute ;

Plage 7 : Test de phase absolue, pour connecter son système en phase absolue ;



Plage 8 : Balayage en fréquence sinusoïdale à basse fréquence de 4 Hz à 125 Hz. Test des résonances de l'ensemble

bras-cellule ainsi que celles du local d'écoute ;

Plage 9 : Impulsions basses fréquences de 4 Hz à 125 Hz. Test de résonances de l'ensemble bras-cellule ainsi que celles du local d'écoute ;

Plage 10 : Fréquences proches de 1 000 Hz mélangées. Test de la lisibilité et du réglage d'anti-skating ;

Plage 11 : Plage silencieuse. Test du niveau de bruit du système ;

Plage 12 : Signal de référence 1 000 Hz à 5 cm/s RMS (latéral). Tests des standards de niveaux et de fréquences, alignement réducteur de bruit CX ;

Plage 13 : Bruit rose en large bande, 3 minutes. Test de réponse de l'ensemble système-pièce d'écoute ;

Plage 14 : 20 kHz, 1/3 d'octave, bruit rose ;

Plage 15 : 16 kHz, 1/3 d'octave, bruit rose ;

Plage 16 : 12,5 kHz, 1/3 d'octave, bruit rose ;

Plage 17 : 10 kHz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 18 : 8 kHz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 19 : 6,3 kHz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 20 : 5 kHz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 21 : 4 kHz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 22 : 3,15 kHz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 23 : 2,5 kHz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 24 : 2 kHz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 25 : 1,6 kHz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 26 : 1,25 kHz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 27 : 1 kHz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 28 : 800 Hz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 29 : 630 Hz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 30 : 500 Hz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 31 : 400 Hz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 32 : 315 Hz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 33 : 250 Hz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 34 : 200 Hz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 35 : 160 Hz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 36 : 125 Hz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 37 : 100 Hz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 38 : 80 Hz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 39 : 63 Hz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 40 : 50 Hz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 41 : 40 Hz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 42 : 31,5 Hz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 43 : 25 Hz, 1/3
d'octave, bruit rose ;
Plage 44 : 20 Hz, 1/3
d'octave, bruit rose.

Face 3 : Tests de lisibilité.

Plage 1 : Beethoven, Symphonie n° 5. Test de lisibilité médium-aigu ;

Plage 2 : Carl Orff, Carmina Burana. Test de lisibilité sur des chorales ;

Plage 3 : Tchaikovsky, Overture 1812. Test de lisibilité dans le grave et test de localisation ;

Plage 4 : Chopin, Tarentelle. Test de transitoires de piano ;

Plage 5 : Stravinsky, le Sacre

du Printemps. Test de lisibilité dans le grave et test de définition.

Face 4 : Musique, timbre et localisation spatiale.

Plage 1 : Britten, Fugue from Young Person's Guide to the Orchestra. Test de localisation, de timbre et de lisibilité ;

Plage 2 : Rock'n roll, Good vibrations. Tests de lisibilité, de dynamique et de réponse en fréquence.

Lowther C-45

Bien connue pour ses remarquables haut-parleurs large bande, la firme Lowther annonce une nouveauté. Nouveauté d'autant plus surprenante qu'il s'agit là d'un haut-parleur médium-aigu et non d'un large bande. La référence de ce nouveau modèle est C-45. Ce haut-parleur a été développé par la société anglaise pour satisfaire à

la demande de nombreuses personnes souhaitant obtenir la qualité de restitution du secteur médium-aigu qui a fait le renom de Lowther, dans un système à plusieurs voies. Nous avons récemment reçu deux échantillons et nous ne manquerons pas de vous communiquer nos impressions quant à cette nouveauté qui s'avère intéressante à plus d'un titre.



ABRIDGED SPECIFICATIONS SPECIFICATIONS ABREGÉES KURZ SPEZIFIKATIONEN	PM6	PM2	C.45
Overall Diameter Diamètre hors tout Gesamt-Ø	22,2 cm.	22,2 cm.	17,4 cm.
Overall Depth Épaisseur hors tout Gesamttiefe	7,3 cm.	7,8 cm.	6,6 cm.
PCD Mounting Centres Diamètres de cercle primitif des centres de montage Teilkreis-Ø D. Befestigungspunkte	20,8 cm.	20,6 cm.	15,6 cm.
Baffle hole cut-out Ouverture du baffle Schallwandöffnungs-Ø	19 cm.	19 cm.	14 cm.
Voice Coil Diameter Diamètre de la bobine mobile Schwingspulen-Ø	3,9 cm.	3,9 cm.	3,9 cm.
Voice Coil Impedance (nominal) Impédance de la bobine mobile Schwingspulenimpedanz	8 ohms	8 ohms	8 ohms
Air gap width Entrefer Luftspalt	1 mm.	1 mm.	1 mm.
Magnet type Type d'aimant Magnettype	Feroba 2	Feroba 2	Feroba 2
Flux density Densité du flux Kraftliniendichte	1,7 Tesla (17000 gauss)	2 Tesla (20000 gauss)	1,7 Tesla (17000 gauss)
Diaphragm Diaphragme Membran	Twin-paper Double/papier Doppelmembran/Pappe - Doppelpapier		
Frequency response Réponse de fréquence Übertragungsbereich	20Hz - 20KHz	20Hz - 20KHz	400Hz - 22KHz
Nominal free air resonance Résonance nominale à l'air libre Nennresonanzwert in freier Luft	30Hz	30Hz	45Hz
Sensitivity at 1 m/1KHz/1 Watt Sensibilité 2×10^6 N/M ² Ansprechempfindlichkeit 2×10^6 N/M ²	94 dB	95,5 dB	93 dB
Maximum voice coil travel Déplacement de la bobine mobile Schwingspulenweg	± 1 mm.	± 1 mm.	± 1 mm.
Shipping weight Poids d'expédition Versandgewicht	3 kg	4,5 kg	2½ kg

Das Ohr n° 5 - Octobre 83

Nous avons fait mention dans notre revue n° 29, dans cette même rubrique, de la publication allemande « Das Ohr » sous l'égide de laquelle était organisé en septembre dernier le salon « Haut de gamme » allemand High End 83.

Das Ohr se consacre aux tests d'écoute de matériel haut de gamme disponible sur le marché allemand un peu à la manière d'Absolute Sounds.

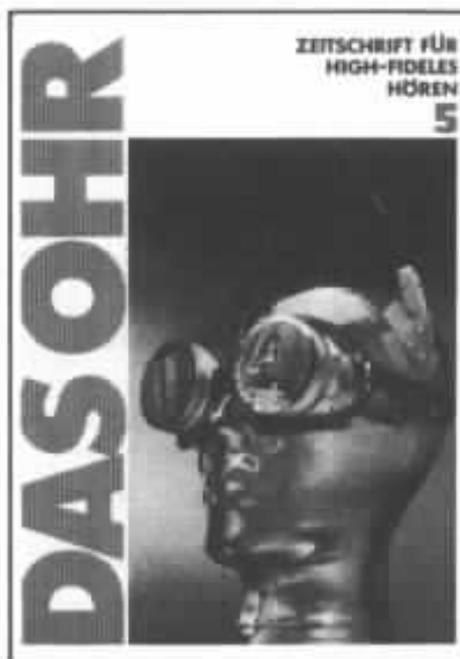
Dans le n° 5 d'octobre 83, l'amplificateur Hiraga 20 W classe A a été écouté. Il nous a paru intéressant (peu de nos lecteurs lisent l'allemand !) de publier la traduction du test. Test presque trop élogieux pour être crédible... (Mentionnons tout de même que Das Ohr sait être critique).

Nous remercions M. Faust pour la traduction.

Pour nos lecteurs désireux de s'abonner à cette très belle revue,

l'adresse est la suivante :

Das Ohr, Innerkoflerstraße
40, 8000 München 70, Telefon
089/71 61 79.



Combien de watts faut-il vraiment ?

Si un technicien mesure le Hiraga, il trouvera environ 30 watts, cela en fonction de la charge. Au début, j'ai pensé que cela serait sans doute un peu juste. A plusieurs reprises déjà, j'avais pu constater que des monstres de 100 W n'avaient pas manqué d'écarter avec mes enceintes « Acoustat Modèle 2 ». Les Acoustat ont la particularité d'être dans l'aigu non seulement une charge purement capacitive mais en plus de descendre en dessous de deux ohms. Avec de telles conditions de fonctionnement sonne pour un amplificateur l'heure de vérité. Le Hiraga en vient à bout avec panache. J'ai eu recours à d'autres enceintes encore (Kontrast, Audioplan, Primus, Rudolf Braun). Je n'ai pu constater le moindre manque de puissance. Certes, je me contente d'un niveau sonore constant de 90 dB au plus. S'il vous fallait 110 dB et qu'en plus vous ayiez des enceintes à faible rendement, alors peut-être... Quant à moi, je

préfèrerais renoncer aux 100 dB qu'au Hiraga. Que les fétichistes de la puissance sachent qu'une mesure de puissance selon les normes Din ne permet pas de dire grand chose quant au comportement réel d'un ampli avec une enceinte. Comme il serait dommage sous prétexte de puissance de ne pas écouter ce « petit » amplificateur. Avec le Hiraga, on a vite fait d'oublier ce qualificatif de « petit » dès que l'on se met à écouter de la musique. En prenant un peu les devants, je peux dire qu'il fait partie des « grands ».

D'une vivacité extrême

C'est ainsi qu'il faudrait qualifier sa dynamique. Il maîtrise tout aussi bien des sautes de niveau subites sur les nuances les plus subtiles. Un disque de batterie n'éclate pas seulement de vie lors des passages forts, le pianissimo des balais est rendu avec clarté et légèreté lui aussi. Le jeu de pédales de E.M. Graham a rarement eu cette présence. Les vagues de crescendo et de decrescendo d'un grand chœur sont plus impressionnants encore ; on distingue sans peine chacune des voix. Le Hiraga sait être doux, il sait murmurer, il sait être acide et prenant aussi selon ce que demande la musique. Quant à savoir si l'ampli était à mettre dans la catégorie « doux, ou « acide »... Je le plaçais dans l'une ou dans l'autre. Certains amplis à tubes célèbres sont plutôt doux et manifestent une certaine retenue. Le Bedini est un peu trop agressif et acide. Le Hiraga par contre reste extraordinairement équilibré ; on peut dire qu'il est même plus que cela encore. Les aigus ont tant de définition, de luminosité, un tel rayonnement que mêmes les tubes dont je viens de parler sont un peu voilés, voire enroutés bien que jusqu'à présent je les appréciais pour leur caractère non agressif. Le Hiraga tout simplement nous communique plus

d'informations, il est plus ouvert, plus aéré, moins terne. La brume, le brouillard disparaissent à tel point qu'il est difficile de revenir à d'autres appareils.

Si vous en doutez, mettez un de vos disques de voix préférées. Les voix de femmes toujours difficiles à reproduire sont plus nuancées, plus pures, moins chuintantes et moins enroutées ; elles apparaissent dans le même temps plus précises, rendant les émotions de la chanteuse, chatouillant un peu plus les sens de l'auditeur. S'il est vrai que les composants de cet ampli ont été sélectionnés à l'oreille, alors je tire mon chapeau aux collègues français qui ont participé à sa conception.

Le Hiraga ne brille pas seulement quand il s'agit de voix de femmes. Il donne la juste proportion dans tous les registres ; il est équilibré pourtant. Une basse est aussi bien rendue qu'un soprano.

La contrebasse a des contours aussi définis que le violon. Les cordes d'un orchestre sont harmonieusement réparties. Un alto reste bien un alto. On différencie sans peine des instruments qui, comme le saxo et la clarinette, sont difficiles à différencier dans les aigus, même quand une comparaison simultanée n'est pas possible. Pas étonnant non plus qu'avec un tel pouvoir d'analyse on entende la moindre poussière sous le diamant.

Homogène

Par là, je veux parler d'un des critères les plus rares et les plus difficiles à réaliser. Dans ce domaine, trop souvent cela laisse à désirer. On écoute un appareil pendant une période assez longue et on constate : aucun registre qui soit trop ou trop peu prononcé, pas même une partie du spectre qui soit gonflé ou en retrait, rien d'acide ni de pénétrant, pas de chaleur ni de retenue artificielle : en un mot, tout

y est d'une certaine manière. Quand je dis d'une certaine manière, je veux parler de certains effets auditifs assez bizarres. Ainsi, j'entends certes, tous les détails d'une voix mais l'impression générale n'est pas sensuelle et humaine, elle est simulée, comme sortie d'un ordinateur. Quand on pince une corde de guitare le son le plus fort ne tombe pas quand il le faudrait. L'aigu d'une contrebasse est comme celui du violoncelle alors que dans la réalité ce n'est pas le cas. Un piano se traîne, bien que les timbres soient exacts. Et ainsi de suite. Ce qui manque c'est ce que j'ai défini par le mot homogénéité. Pour les voix ou les instruments solos, les fondamentales et les harmoniques, leurs nuances dynamiques font une « unité ». Cette cohésion est difficile à reproduire, on peut dire aussi qu'elle est facile à perdre. Les constructeurs eux-mêmes ne savent pas ce qui ne colle pas quand un ampli ne sait pas la reproduire. (Pour les enceintes, nous connaissons quelques points faibles : filtres, caractéristiques différentes des haut-parleurs, etc.). Pendant un certain temps, les audiophiles ont pensé que le taux de contre-réaction était en jeu. Mais c'est moins simple que cela. Nelson Pass par exemple jure que seuls les circuits simples sonnent bien. Quoi qu'il en soit, je ne sais pas pourquoi le Hiraga est à tel point homogène. Il constitue l'une des exceptions dans le sens positif du terme. C'est pour cela qu'il comble tant.

Ce que les collègues américains définissent pas « touch of the real thing » c'est pour cela que nous le trouvons ici pleinement.

Des instruments ayant des structures tonales difficiles tels que pianos, cordes pincées, xylo ou métalphones prennent vie et deviennent naturels. Les voix humaines sortent de façon crédi-

ble d'un bouche humaine, le piano a de l'éclat, le violon chante. En un mot, le Hiraga me comble tant que j'aimerais le garder plus longtemps que le temps de ce test d'écoute.

En conclusion

En ce qui concerne l'impression spatiale, elle y est et à très haut niveau. Chaque chose est à sa place de façon très précise, et il y a de l'air tout autour. En conjugaison avec l'identité sonore que le Hiraga donne aux instruments, il se produit une impression spatiale précise et très exacte. Même dans la bousculade d'un orchestre on peut se concentrer sur chaque musicien sans la moindre difficulté. Si

avec le changement de tonalité, la directivité d'une clarinette change ou si le flûtiste tourne la tête, cela se remarque — à condition que cela se trouve sur le disque. Que dire de plus. Au cours de ces dernières années, étant à la recherche d'un amplificateur qui soit pour moi d'une sonorité convaincante j'ai écouté de nombreux appareils à tubes et à transistors. Leur prix était souvent le double de celui-ci. Tous passaient pour avoir des caractéristiques remarquables et possédaient certaines qualités. Le Hiraga, lui, me convainc par son écoute. Si Klaus Renner (*rédacteur en chef de la revue Das Ohr*) par jeu, m'avait dit qu'il valait le double, je n'aurais pas manqué

de le recommander. Il va être difficile de trouver des amplificateurs offrant des qualités d'écoute supérieures.

Le Hiraga est-il meilleur que le XY, dont vous avez parlé dans le numéro Z ne vont pas manquer de me demander les fanatiques du « mieux ou du moins bien ». Je ne le sais pas, je n'ai pas écouté tous les amplificateurs du monde entier et je n'en ai aucune envie. Pour moi, celui-ci est assez musical pour que je souhaite vivre en sa compagnie.

D'ailleurs j'aimerais posséder un système de lecture, un bras, une platine et un préamplificateur (dans l'ordre exact énuméré) qui puissent m'enthousiasmer autant que cet amplificateur.

G.W.

