

N° 20 NOUVELLE SÉRIE 15^e ANNÉE

L'AUDIOPHILE

HAUTE FIDÉLITÉ PLUS!



PANORAMA 27 ENCEINTES ACOUSTIQUES

- **REALISATION PERSONNELLE**
BLOC MONO
A TUBES 6 W
CLASSE A
- **THEORIES**
TRANSDUCTEURS
ELECTROSTATIQUES
OU LE CHANT
DES CONDENSATEURS
- **POINT DE VUE**
LE HAUT RENDEMENT,
UNE LONGUE HISTOIRE...



LES MUSES D'OR



à l'Ensemble
FM Acoustics
Resolution Series
FM 811+FM266

JAZZ

un jazz de printemps

CLASSIQUE

la fugue ; jeu de l'esprit
ou refuge de l'âme ?

M2569 - 20 - 55,00 F - RD



**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

Quoi de neuf?

LE SON NUMERIQUE AU CINEMA

Jean Hiraga

S

il faut remonter au milieu du siècle dernier pour assister, grâce aux travaux de Ducos du Hauron, à l'apparition des premières photographies en couleurs, s'il faut remonter à 1895 pour assister à la naissance du cinéma, une invention des frères Lumière et approximativement aux mêmes périodes pour l'enregistrement et la reproduction du son par procédé mécanique, le cinéma parlant ne commença à se faire connaître qu'à la fin des années 30. Il y aurait beaucoup de choses à dire à propos des différentes étapes technologiques qui ont marqué le perfectionnement du cinéma parlant. Il faut s'attendre, d'ici les prochaines années, à la vulgarisation de l'image numérique, puis à celle utilisant la compression des données. Les dernières innovations dans ce domaine en pleine mutation, ne serait-ce qu'en raison des possibilités que nous offrira la télévision haute définition, semblent viser les objectifs suivants : faire appel aux techniques audionumériques et au son multipistes d'une part et, d'autre part, trouver une formule intéressante sur les critères de compatibilité et de coût de revient.

Progrès contre rentabilité

Comme on le sait, on assiste, principalement en région parisienne, à la renaissance récente de quelques grandes salles qui font figure d'exemple en termes de qualité de projection sur écran géant ou de son multipistes. Ces excellentes initiatives, sont les seules capables de mettre vraiment en valeur certains films à grand spectacle mais il ne faut

pas être trop optimiste sur l'avenir du cinéma. En l'espace d'une vingtaine d'années, de nombreuses salles ont dû fermer ou se subdiviser en « mini-salles » pour des questions de baisse sensible de fréquentation, de mauvaise rentabilité. D'une année sur l'autre on a même assisté à des diminutions de 20 à 30 % de nombre de spectateurs : moins de 120 millions d'entrées en 1991 contre plus de 220 millions en 1983. Une situation qui apparaît

comme très mal venue vis-à-vis des derniers progrès qui s'annoncent pour le perfectionnement du son au cinéma. Quelques sondages effectués récemment ont permis de constater qu'une forte majorité des salles étaient encore équipées en monaural avec des matériels parfois très anciens, augmentant d'autant le coût global d'une transformation en son numérique 6 pistes. Or, l'achat des nouveaux systèmes audionumériques est au minimum de



Fig. 1 : New York, 6 octobre 1927, Warner's Theater. Projection du premier film parlant « The Jazz Singer » avec Al Jolson.

200 000 F. Il y a deux ans, une firme posa la question suivante à des directeurs de salles de cinéma américaines : « Combien pensez-vous pouvoir réellement investir dans une transformation en son audionumérique stéréo ? » A cette question, il est apparu que 7 % d'entre eux seulement étaient prêts à investir plus de 110 000 F (20 000 dollars environ) et que 75 % d'entre eux étaient par contre favorables à un investissement compris entre 18 000 F et 70 000 F (3 à 10 000 dollars environ). Ces chiffres montrent combien les budgets semblent limités, restant, en tout cas, très en-deçà des fourchettes de prix nécessaires à ces améliorations. De plus, il apparaît comme évident que ces améliorations ne sont pas visibles autrement que sur les affiches, mais qu'elles se répercutent par contre sur le prix des places. Déjà en hausse permanente, elles risquent d'augmenter encore de 10 à 15 % car de telles transformations du côté son impliquent aussi une modernisation « visible » plus ou moins complète (donc coûteuse) de la salle et de tous ses équipements. Or, on se trouve contraint de se baser sur une rentabilité au mètre carré des

locaux commerciaux. A peine né, le son audio-numérique au cinéma existe déjà en plusieurs standards, ce qui est aussi le cas de la TVHD et d'autres nouveaux projets de formats audio ou vidéo. On peut alors mieux comprendre pourquoi les laboratoires de traitement des films, les directeurs de salles prennent l'attitude à la fois sage et regrettable de l'attente, du « wait and see ». Pourtant, des salles s'équipent courageusement les unes après les autres, tantôt en LC Concept, tantôt en SR-D, tantôt en CDS, en dépassant quelquefois très largement les budgets généralement admis.

Ces améliorations, rehaussant le son cinéma au niveau de celui du Compact Disc mais en multipiste, semblent avoir un impact favorable sur le public, avec pour inconvénient une augmentation du prix des places : selon les salles, il se situe généralement entre 40 et 48 F. Il ne fait aucun doute qu'à l'heure où les magnétoscopes à 2 000 F et les cassettes VHS enregistrées à 120 F ne sont plus rares, on peut se trouver hésitant devant ce choix ou celui de trois ou quatre sorties en famille sur les grands boule-

vards. Les tendances récentes du marché de la vidéo montrent que le public investit plus facilement et plus fréquemment en vidéo, ce qui ne l'empêche pas d'apprécier la qualité image/son des nouvelles salles de cinéma... qu'il fréquente moins souvent.

Mais l'arrivée de la TVHD est proche et un des moyens les plus sûrs du cinéma pour conserver son public est de lui proposer un vrai « grand spectacle » ou de créer des centres dits « Multiplex » (projet de Toulon en 1993 par exemple). « Grand spectacle » c'est en quelque sorte la fusion d'un son multipistes de haute qualité, capable de créer des effets d'environnement ou de puissance sonore dépassant largement ce qu'il est possible d'obtenir en milieu domestique et d'une image lumineuse, très nette et de grande surface, ce qui est un complément quasi-indispensable de la partie son. Car, contrairement à ce que l'on tente parfois de faire croire au public, ce que l'on appelle « télévision haute définition » n'apportera que deux éléments intéressants : une image de plus grande netteté par rapport à celle de l'ancien procédé et un son stéréophonique. En revanche, nous savons tous que l'effet « grand spectacle » ne pourra être obtenu à partir de la TVHD, exception faite des rares installations professionnelles dont le prix peut dépasser celui de 300 téléviseurs couleurs.

Du côté image par exemple, des études ont prouvé que le champ de vision latéral devait être au moins égal à 30° pour satisfaire le spectateur. En appartement et pour une distance spectateur-écran de 3 mètres en moyenne, l'écran TVHD devrait avoir en conséquence une largeur égale ou supérieure à 2 mètres ! On dépasse très largement ce que l'on fait de mieux à prix réaliste du côté des téléviseurs grand écran.

En comparaison, le retour à l'écran de taille normale rend d'une part l'effet stéréophonique, voire DSP, totalement disproportionné par rapport à la taille de l'image et celle-ci, produisant un champ de vision latérale de 8 à 10° seulement conduit à l'inévitable impression de vision « trou de serrure », désagréable et insatisfaisante sur les opéras ou sur les films à grand spectacle. Il faudra donc faire un choix : opter pour la solution « fast image », « fast sound » au même titre que celle du phénomène « fast food » pour la restauration. Un résultat qui pourrait être obtenu par le son et l'image numérisés et compressés en données, définissant donc un plafond sur le critère de qualité. L'autre serait la solution de luxe, avec une qualité image/son très supérieure à ce qui pourrait être obtenu en TVHD mais dont la rentabilité n'a rien d'évident.

Cette situation « progrès contre rentabilité » explique aussi pourquoi, après plus de 100 ans de précieux services, il ne semble pas encore possible d'envisager la généralisation du téléphone haute-fidélité...

Son et image

Le 6 octobre 1927 une grande première eut lieu dans une salle de spectacle new-yorkaise. Pour la première fois, on assista à la projection d'un film parlant, « The Jazz Singer » ce, à partir d'un seul support : le film comportait sur un côté une piste en son optique. Ce procédé, très en avance sur son époque fut baptisé Vitaphone par Western Electric (fig. 1). Il fut utilisé de longues années durant, comme on peut le constater encore aujourd'hui en visionnant films et dessins animés des années 40 et 50.

Parallèlement à ce procédé, on en proposa un autre qui, curieusement, revient à la mode de nos jours : c'est celui du support son

séparé physiquement du film, ce qui nécessite un système de synchronisation liant son et image. Au début des années 30, le système français Pathé faisait appel à un phonographe à double plateau qui utilisait des disques spéciaux pourvus près du centre d'une seconde perforation servant à la synchronisation lors du passage automatique à commande pneumatique, d'un disque à l'autre. Ce même principe fut utilisé, mais en six pistes et sur magnétophone, pour le célèbre dessin animé « Fantasia ». Des systèmes très récents comme l'Omnimax l'utilisent aussi et c'est également le cas du son numérique-cinéma avec le procédé français LC Concept.

Par ailleurs, il faut savoir que c'est Altec qui, grâce au savoir-faire de Western Electric (qui devint successivement ERPI, puis All Technical Services, puis Altec) participa en 1953 au lancement du son stéréophonique multipiste avec la présentation des films en Cinérama « The House of Wax » et « The Robe ».

Comme on le voit, le son au cinéma a suivi différentes évolutions dont la toute dernière étape est celle de l'audio numérique. Avec autant de formats pour le son comme pour l'image, on s'imagine les difficultés qu'ont dû affronter des organismes comme la Société of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) : l'avènement de l'audio numérique risque de lui donner beaucoup de « films » à retordre.

Présentons brièvement trois procédés dont on a sans doute déjà entendu parler ou dont on a déjà eu l'expérience avec des films récents comme « The Doors » (procédé Kodak CDS), « Blanc d'ébène » (100 % numérique, procédé LC Concept), « Cyrano de Bergerac », « Tous les matins du monde » (procédé LC Concept), etc., ainsi que du procédé Dolby SR-D.

Le procédé Dolby SR-D

Compte tenu des nombreux procédés existants appliqués pour le cinéma, Dolby a préféré jouer la carte de la compatibilité tout en recherchant une solution n'augmentant que de façon raisonnable les coûts de revient. Depuis bien des années déjà Dolby Laboratories a apporté sa contribution aux progrès de la technique du cinéma en proposant tour à tour le réducteur de bruit Dolby, le procédé Dolby Stereo Type A, puis le procédé Dolby SR (Spectral Recording). Ce dernier, avant-dernière innovation de cette firme célèbre, permet de réduire très sensiblement le bruit de fond, en le plaçant même en-deçà de celui d'une salle et améliore d'autre part sensiblement la qualité sonore (niveau, distorsion), ce qui n'était jusqu'ici possible que sur les pistes magnétiques des films 70 mm. Dans les salles courantes, le son sur 6 pistes magnétiques exige une maintenance suivie et liée à la qualité sonore. Le son optique stéréo Dolby SR nécessite moins d'entretien et procure de plus une excellente séparation entre les canaux. Quant au procédé SR-D, il s'agit d'un nouveau format de copie d'exploitation compatible. On dispose de ce fait de pistes sonores analogiques, assurant la compatibilité avec les installations avec son analogique 4 canaux Dolby SR, ainsi que d'une piste numérique 6 canaux. Le procédé, qui minimise le coût des traitements en laboratoires pour la production des copies, ne change pas les formats existants. Ces nouvelles copies SR-D peuvent être lues en numérique 6 pistes, en SR-4 pistes, en Dolby Stereo Type A ou même en mono. N'oublions pas que plus d'une salle sur deux n'est encore équipée qu'en mono.

En numérique, les 6 canaux qui sont obtenus sont les sui-

vants :

- gauche
- centre
- droite
- ambiance surround gauche
- ambiance surround droite
- extrême-grave

ou, plus exactement, les mêmes qu'en 6 pistes analogiques mais à un coût plus réduit et avec une qualité sonore identique à celle du Compact-Disc. Dolby prévoit en plus l'application possible du même procédé sur les supports 70 mm. Les premières présentations à la presse et aux propriétaires de salles ont eu lieu en 1991. Dolby prévoit une vulgarisation progressive des copies SR-D et des équipements associés à partir de cette année. Signalons, pour les salles déjà équipées en Dolby SR que la transformation en SR-D se limite à la mise en place d'un capteur CCD, d'un processeur numérique et de l'ajout éventuel de deux autres canaux pour obtenir les six disponibles. Deux gros avantages à signaler dans le procédé : le film dans sa totalité n'est constitué que d'un seul support, sans pistes magnétiques rapportées, ce qui réduit le coût et facilite la réalisation des copies.

Le film 35 mm répond à des standards précis, ceux de l'American National Standard par exemple. La largeur n'est pas exactement de 35 mm mais de 1,376 pouces, soit 34,95 mm, à laquelle il faut ajouter des tolérances. Par exemple, il est accepté une tolérance de 80 μm à partir d'un des bords (bord droit lorsque le film défile vers le bas). Pour les deux pistes optiques, on dispose d'une largeur de 2,94 mm. Ceci ne laisse donc que très peu de place pour la piste numérique. Souvent, les poussières et l'usure produisent des rayures dans le sens de défilement, d'où un risque de détérioration.

Il avait déjà été réalisé, à titre expérimental, des procédés plaçant les pistes numériques près



Système de son numérique Dolby SR-D. On dispose, en plus des deux pistes analogiques d'une piste numérique qui prend place entre les perforations. Ce système offre pour principal avantage d'être compatible.

des bords du film ou même sur la surface du film, par impression fluorescente. Ces solutions n'ont pas été retenues. Pour le SR-D, Dolby a choisi, à la suite de longs essais sur supports neufs et usagés, un emplacement tout à fait inattendu pour cette piste numérique. Elle prend place à proximité des pistes optiques mais entre les perforations, ce qui ne laisse approximativement qu'une surface de $1,6 \times 2$ mm par espace utile (figure 2). Le format adopté offre une résolution de 18 bits, de qualité sonore légèrement supérieure à celle du CD.

Des démonstrations qui eurent lieu en juin 1991 à Los Angeles et New York ont prouvé que, même en présence de copies couvertes de rayures et de poussière, la lecture numérique restait impeccable, sans la moindre trace de décrochement. Les pistes optiques et numériques contenant les mêmes informations, Dolby va jusqu'à prévoir un système de commutation silencieux et automatique sur la piste optique en cas de défaillance de la piste numérique. Sur le système SR, Dolby avait déjà prévu un système de bascule automatique en monaural en cas de défaillance du signal stéréo.

L'ensemble de l'équipement Dolby qui comprend le rack modulaire CP 65 contient (en option) un détecteur automatique de format de la piste son. A cet effet, se trouve sur le bord du

film, du côté opposé aux pistes son, un codage, sorte de code-barres servant à la détection. D'autres dispositifs existent comme la mise en service automatique d'alimentations de secours en cas de panne, l'allumage et l'extinction synchronisés des lumières de la salle, l'ouverture et la fermeture des rideaux, la mise en route ou la coupure de la musique de fond pendant l'entr'acte. Ils font parfois partie de savantes transformations de la part des installateurs. Le rack CP 65 pourra désormais se compléter du module DA 10, le décodeur numérique/analogique. Nous y reviendrons sans doute.

Le procédé Kodak C.D.S.

Kodak fait partie des précurseurs qui se sont lancés très tôt dans le son numérique cinéma de qualité CD. Les premières démonstrations publiques remontent à mai 90. Le procédé Eastman Kodak Cinema Digital Sound ou CDS offre, sous forme d'informations numériques lues par procédé optique 9 canaux dont 6 pour l'audio et 3 pour d'autres données. Dès 1985, Kodak étudia la possibilité d'inscrire une piste numérique dans l'espace aménagé pour le son sur le support 35 mm. Les essais conduirent à une inscription de surface 14×14 microns par bit. Kodak prouvait ainsi que le signal numérique 9 canaux 16 bits pouvait y être inscrit sans qu'il soit nécessaire de passer à des formats spéciaux comme le Showcan.

Les premiers films commercialisés en format CDS sont connus sous des titres comme « Dick Tracy », « The Doors ». Celui de démonstration, en format 70 mm s'intitulait : « Sounds like the reel world ». Sur un support 35 mm, le défilement étant de 18 pouces/seconde soit 457 mm, la piste son de largeur 2,54 mm procure une surface

utile de 1 160 mm² par seconde. Comme c'est le cas pour d'autres procédés de lecture optique du signal numérique, il faut tenir compte de différents paramètres tels que les tolérances de largeur du film, le sautilllement, le pleurage, le pouvoir de résolution sur

d'erreurs exclusive à Kodak de type EDAC (Error Detection And Correction, de base Reed-Solomon, mais modifiée), il a été possible de supprimer tout effet conséquent à une erreur de lecture, ce jusqu'à un seuil de l'ordre de 6 erreurs sur 100.

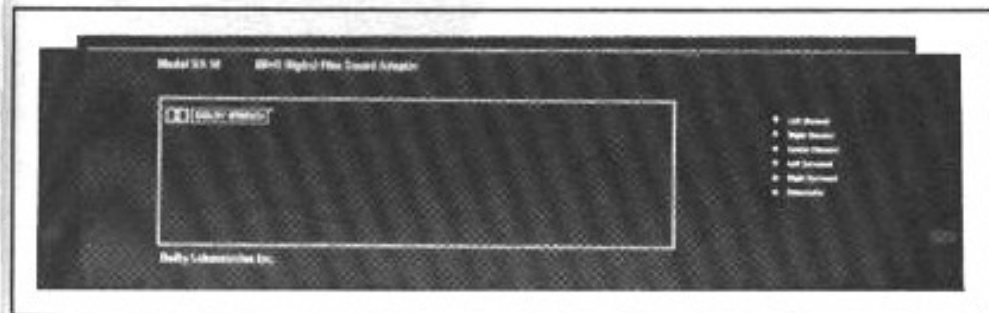
décalage est introduit afin de faciliter la mise en place du système de lecture du son optique.

Comme pour le système Dolby SR-D, le CDS Kodak permet de disposer de 5 canaux en large bande, 20 Hz à 20 kHz, 100 dB de dynamique, 100 dB de séparation entre canaux, 0,01 % de distorsion par harmoniques ainsi que d'un sixième canal réservé à l'extrême-grave. Les trois autres canaux, au format Midi s'utilisent pour les automatismes liés aux rideaux et à l'éclairage de la salle.

Le système de lecture Kodak CDS a été réalisé en collaboration avec la firme ORC, Optical Radiation Corporation qui se charge de la fabrication des équipements CDS. On trouvera, sur la figure 3, l'aspect et l'emplacement de la piste son CDS. Sur la figure 4 est représenté le principe de lecture d'un film avec piste en son numérique CDS. Un processeur numérique permet de retarder le son sur l'image de façon variable, jusqu'à 60 images, ce qui facilite la mise en place du système de lecture sur les différents modèles de projecteurs.

Nous parlerons dans le prochain numéro du procédé français, baptisé L.C. Concept par ses créateurs Elisabeth Löchen et Pascal Chedeville. Ce système se différencie des autres par un support son séparé du film, ce qui ne représente pas que des inconvénients.

A suivre...



Décodeur numérique/analogique Dolby SR-D, référence DA-10.

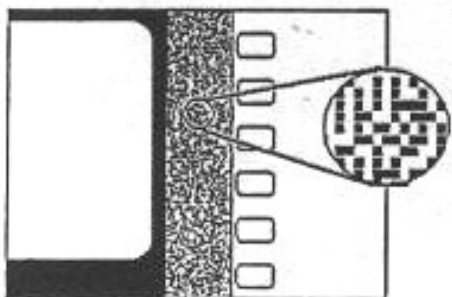
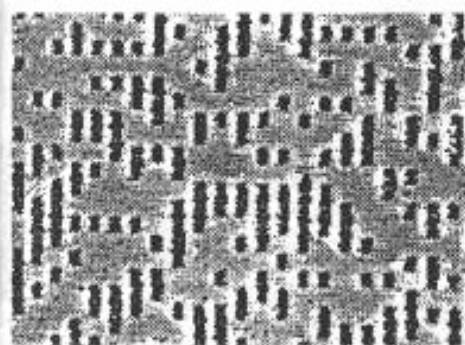


Fig. 3 : Procédé Kodak CDS. Emplacement de la piste sur le film et macrophotographie des inscriptions codées. Les plus petites mesurent 14x14 microns.

L'équipe Kodak a également travaillé sur le contraste, la netteté des données inscrites. Le format CDS se fige par la suite sous la forme de 180 colonnes de données, avec 32 494 rangées de données par seconde, une fréquence d'échantillonnage de 44,1 kHz, des inscriptions de 14x14 microns (17,5x14 microns sur support 70 mm) auxquelles Kodak ajoute un système de compression des données en modulation Delta, ceci conduisant à une réduction de 24 % des données à inscrire. Sur le système CDS il est fait appel à un générateur d'horloge travaillant par rangées. Le capteur est de type CCD, 512 pixels. Il est important de noter que, sur le procédé Kodak CDS, le son se trouve exactement au même endroit que l'image concernée, tandis qu'en son optique, un

les copies. D'après les recherches effectuées par Ronald E. Uhlig de la firme Eastman Kodak Company, il a été prouvé qu'à partir de spots de 14x14 microns, il était possible de réduire les erreurs de lecture en les situant dans la fourchette comprise entre 1 erreur sur 10 000 et 2 erreurs sur 100.

Par la suite, grâce à un système d'entrelacement des données associé à une correction

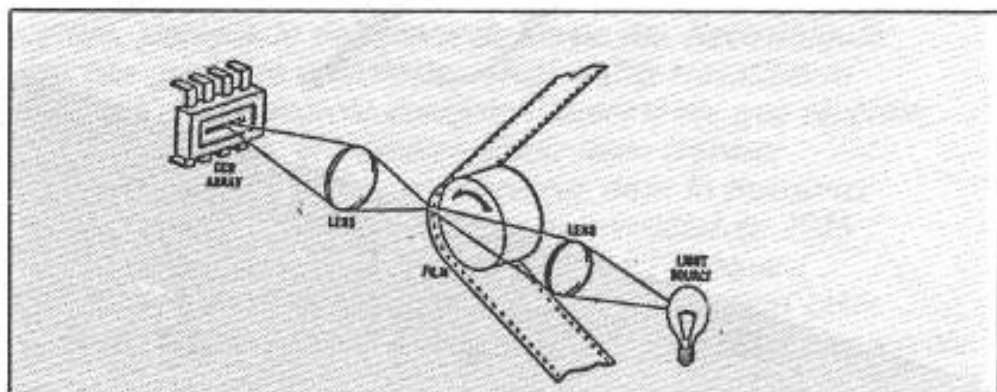


Fig. 4 : Principe de lecture du son numérique Kodak CDS.

**Page non
disponible**

TRANSDUCTEURS ELECTROSTATIQUES OU LE CHANT DES CONDENSATEURS (I)

Jacky Mas



La reproduction des sons a commencé bien avant l'invention du haut-parleur électrodynamique par C.W. Rice et E.W. Kellogg en 1925. La plupart des nombreuses solutions proposées jusqu'alors résultaient de travaux liés, de près ou de loin, à la téléphonie. Le facteur limitant en matière de reproduction sonore avant 1924 était l'amplification, puisque la puissance de sortie des électroniques de cette époque n'excédait pas quelques milliwatts. Alors qu'ils travaillaient pour les laboratoires Bell, Rice et Kellogg avaient compris l'importance que revêtait cette insuffisance de l'électronique, et commencèrent leurs travaux en électroacoustique par la mise au point d'un amplificateur dont la puissance était de 1 watt et faisait partie intégrante d'un produit commercialisé en 1926 : le « Radiola » Modèle 104, qui valait quelque 250 dollars à l'époque ! Cette invention a eu deux effets extraordinaires : d'une part de réellement créer le marché de la reproduction musicale domestique et d'autre part de supplanter l'ensemble des autres transducteurs proposés. Pourtant, un des principes de reproduction ne disparaîtra jamais complètement, c'est l'électrostatique.

Cette technologie a du reste connu un manifeste regain d'intérêt après la seconde guerre mondiale grâce à l'apparition de diaphragmes en matériaux synthétiques dont la légèreté et la finesse leur conféraient une densité superficielle comparable à celle d'un film d'air de quelques millimètres d'épaisseur.

Plus d'un siècle après la découverte de ce principe, le nombre de réalisations commerciales de ce type de transducteur est plus grand que jamais. De la dernière version de chez Quad, l'ESL 63, aux plus récentes Toltèque de AHL, en passant par les Dayton-Wright (disparues aujourd'hui), les Audiostatic, les Sound Lab, les Metaxas et les Martin Logan, le nombre de modèles proposés sur le marché ne cesse de croître. Leur tenue en puissance s'est considérablement améliorée, de même que leur fiabilité avec une moindre tendance au *flashage* et aux distorsions. Ce regain d'intérêt pour l'électrostatique nous a incité à vous proposer une petite étude théorique de ces haut-parleurs que nous illustrerons en dévoilant quelques « secrets de fonctionnement » de certains modèles. Nous vous invitons à nous accompagner dans un pays qui vous est à la fois connu et mystérieux, une contrée où les condensateurs... chantent !

Quelques rappels historiques

Les observations qui ont mené au développement des haut-parleurs électrostatiques remontent au siècle dernier et ce serait Lord Kelvin qui remarqua, en 1863, le son émis par la décharge d'une bouteille de Leyde. Mais, la première mention de l'électrostatique en tant que transducteur semble due à T.A. Edison en 1878 alors qu'il travaillait au développement du téléphone. Différents modèles et brevets d'écouteurs téléphoniques électrostatiques seront d'ailleurs

proposés au cours des vingt dernières années du XIX^e siècle. En 1917, E.C. Wentz publiait un article dans la très respectable *Physic Review* (10, 39-63, July) traitant « d'un instrument uniformément sensible pour la mesure absolue de l'intensité des sons à l'aide d'un... transmetteur à condensateur ! » Quelques années plus tard, en 1922 et toujours dans cette revue scientifique, le même auteur écrivait un autre article sur le sujet dans lequel l'appareil de mesure était qualifié cette fois de transmetteur électrostatique : il s'agissait bel et bien du microphone à condensateur. Les performances exceptionnelles de ce principe, en particulier la linéarité de sa réponse, l'ont rapidement fait accepter comme instrument de référence pour la mesure des intensités sonores.

Les recherches fondamentales sur les transducteurs électrostatiques sont par ailleurs dues à Kyle, Klar, Greaves et ses collaborateurs, Hanna, Edelman, Vogt et McLachlan. La plupart de ces travaux datent de la décennie 1925-1935. Certains d'entre eux sont restés étonnamment modernes et ont présidé au développement de modèles du marché actuel. Vogt, en particulier, dépose de nombreux brevets au cours de ces années, et l'un d'eux (U.S. Pat. n° 1 881 107 du 4 octobre 1932) faisait déjà référence à un *diaphragme solidement étiré entre deux électrodes rigides perforées*. Kellogg déposait à son tour un brevet (General Electric Co., U.S. Pat. n° 1 983 377, 27 septembre 1929), dans lequel il proposait de segmenter le diaphragme par des réseaux d'inductances afin de corriger la chute d'impédance du transducteur. Enfin, D.E.L. Shorter déposa en 1940 un brevet (British Pat. n° 537 931, 21 février 1940), qu'il compléta en 1941, portant également sur la segmentation du diaphragme, mais par un réseau externe pour

améliorer à la fois l'impédance et la directivité du transducteur. Malgré ces nombreux brevets, les électrostatiques ne connurent pas un réel succès commercial jusqu'au début des années 40, car elles présentaient encore trop de problèmes pratiques (pas de matériaux appropriés pour les membranes, importantes distorsions, pas de protection efficace contre leur ennemi n° 1 : la poussière, flashages fréquents détruisant le haut-parleur).

A ces prestigieux scientifiques que nous venons de citer, il faut ajouter les noms de ceux qui ont poursuivi des travaux dans la même voie durant de nombreuses années, tels L.V. Hunt et ses collaborateurs, en particulier A.A. Janszen et R.L. Pritchard de l'Acoustics Research Laboratory à l'Université de Harvard. Leurs publications ont plus de 50 ans et font toujours autorité en la matière.

Il manque un dernier protagoniste à notre rapide historique. Cet homme, qui a commencé son aventure dans un petit atelier londonien en 1936, s'appelle Peter Walker. Il est le fondateur de l'Acoustical Manufacturing Company que tous les amateurs de haute-fidélité connaissent mieux sous l'acronyme de Quad. Ses recherches entreprises dès 1953 aboutirent deux ans plus tard à la création de ce que certains avaient baptisé alors « la petite merveille de Walker » : l'ESL Mark I, haut-parleur électrostatique (HPES) large bande qui s'est fabriquée à plus de 50 000 exemplaires de 1957 à 1985 ! L'un des premiers acquéreurs de ces ESL, un certain Phil Tandy qui a bénéficié de cette enceinte dès le 25 septembre 1957, était toujours très satisfait, il y a quelques temps encoré, du choix qu'il avait fait près d'une trentaine d'années auparavant.

L'aube des HPES

S'il a fallu attendre longtemps l'apparition de modèles bénéfici-

ciant d'une large diffusion commerciale, cela était dû le plus souvent à des contraintes de construction drastiques comme le faible écart constant qu'il est nécessaire de maintenir entre électrodes fixes sur toute leur surface ou la position d'équilibre du diaphragme. De plus, comme nous l'avons dit plus haut, la trop grande rigidité des matériaux disponibles pour les diaphragmes et l'importante tendance à la distorsion harmonique des premiers HPES ont également limité la faisabilité de ce type de transducteurs à une échelle industrielle. Tous ces éléments se combinaient en effet pour réduire l'amplitude autorisée des mouvements du diaphragme. La conséquence immédiate d'une telle limitation entraînait, bien entendu, l'obligation de recourir à des surfaces émissives suffisamment larges pour obtenir des niveaux acoustiques satisfaisants, surtout aux basses fréquences. L'inconvénient était alors la trop grande directivité des sons haute fréquence. C'est pour remédier à ces différentes limitations qu'ont été proposées de nombreuses astuces faisant l'objet de différents brevets.

Les caractéristiques techniques des HPES, telles leur excellente réponse en fréquence, leur régularité en phase et, par conséquent, les performances qu'elles permettent d'atteindre lors de la reproduction des phénomènes transitoires, méritaient que des efforts soient consentis pour surmonter leurs principaux handicaps. Un de leurs points forts en particulier n'est pas assez souvent souligné : c'est leur haute efficacité intrinsèque. Ils ne présentent en effet pas les pertes par hystérésis, thermiques ou par courants de fuite rencontrées avec les HP électrodynamiques et les pertes diélectriques peuvent être négligeables car le diélectrique est constitué d'air. Par conséquent, ces pertes ne se situent pas tant au niveau du transduc-

teur lui-même que de la résistance interne de source qui doit fournir un courant de faible puissance (« déwatté ») puisque la charge est presque purement capacitive. Il est donc intéressant de noter que les amplificateurs fournissant 90 ampères en crête ne sont pas d'un intérêt majeur avec les HPES, mieux vaut en effet qu'ils soient inconditionnellement stables quelle que soit la charge et qu'ils fournissent les tensions adéquates, mais nous reparlerons ultérieurement des contingences de l'amplification des HPES.

Pour circonvenir à l'antinomie entre les grandes surfaces émissives requises pour la reproduction des basses fréquences et la trop grande directivité résultante à haute fréquence, il a été proposé soit de segmenter l'aire d'émission en alimentant chaque zone à travers des filtres externes, soit d'utiliser un film fin de très haute résistance pour l'une des électrodes du condensateur. Dans ce dernier cas, la connexion électrique est réalisée au centre ou dans l'un des coins de l'électrode et c'est la haute résistance et la capacité distribuée du diaphragme qui jouent le rôle de circuit RC de filtrage. En prime, cette configuration présente l'avantage de réduire les variations de l'impédance d'entrée.

Mode de fonctionnement des HPES

Très généralement, les HPES peuvent être soit **simple effet** (« single-sided »), soit **double effet** ou « **push-pull** » (figures 1 et 2). Dans le premier cas, une différence de charge règne entre l'électrode fixe et le diaphragme, ce qui entraîne l'apparition d'une force F perpendiculaire au plan du diaphragme. Cette force tend à collaber les deux électrodes. L'expression de cette force est donnée par :

$$F = \frac{-\epsilon_0 S V^2}{2d^2} \quad (1)$$

avec : $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}$ F/m

F en newtons, S en m^2 , d en mètres et V en volts.

Le signe - résulte du fait que les déplacements et les forces qui les engendrent sont arbitrairement comptés positivement de l'électrode perforée vers le diaphragme mobile (figure 1).

Afin d'empêcher cette mise en contact du diaphragme et de l'électrode fixe, une solution consiste à tendre le diaphragme de telle sorte que la force mécanique (compliance) ainsi introduite s'oppose à la force électrique engendrée par le champ régnant entre l'électrode fixe et le diaphragme.

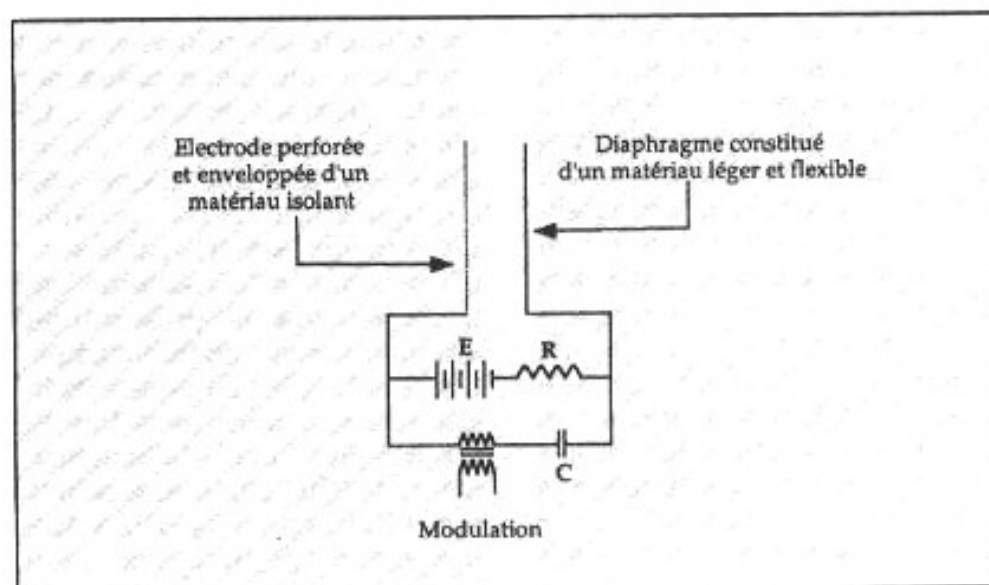


Fig. 1 : Electrostatique Simple-Effet (« Single-sided »).

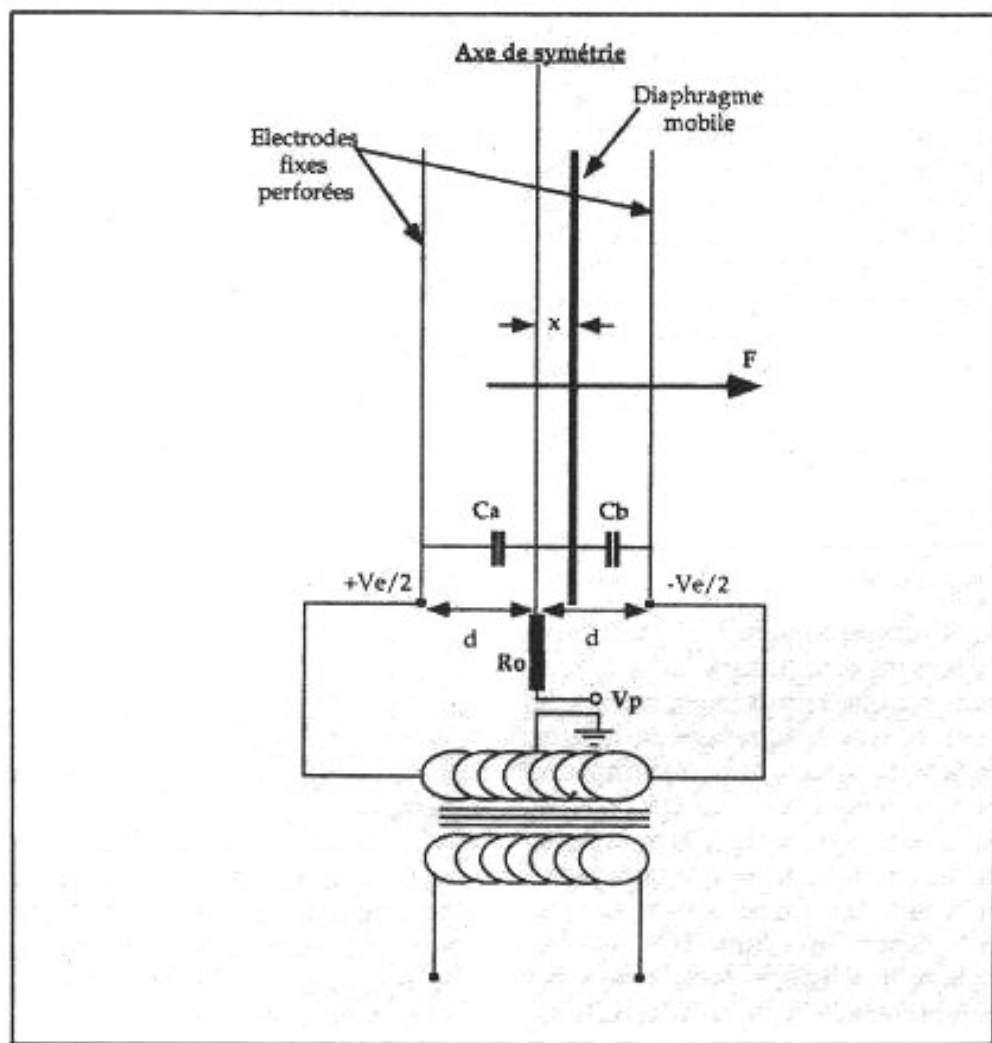


Fig. 2 : Le HPES push-pull. La force F est dirigée dans le sens que nous choisissons arbitrairement positif ici.

Dès les premiers travaux sur les HPES, la loi quadratique en tension suivie par la force F ci-dessus a chagriné les chercheurs, puisque leur but était de réaliser un transducteur linéaire. Cette loi a pour conséquence de faire apparaître des distorsions non-linéaires comme l'a montré sur un plan formel L.V. Hunt en 1954. Nous ne reporterons pas ici l'ensemble des calculs qu'il a réalisés, d'une part ils sont relativement complexes pour qui n'est pas familiarisé avec les équations différentielles et les décompositions en séries de Fourier et, d'autre part, ils n'ont pas vraiment d'intérêt dans la mesure où ce type de transducteur simple effet a totalement été abandonné aujourd'hui et remplacé par le modèle push-pull dont nous allons maintenant parler beaucoup plus longuement.

Les HPES push-pull

Les HPES opérant selon le mode push-pull ont été proposés dès 1924. Le principe général est illustré par la figure 2. Initialement, le diaphragme était constitué d'une feuille mince de métal soumise à une **polarisation par haute tension constante**. La réduction effective des distorsions non-linéaires d'une telle configuration n'est possible qu'avec une symétrie parfaite de construction et à condition que le diaphragme ne présente que des mouvements de faible amplitude par rapport à l'espace inter-électrodes, comme nous l'avons rappelé plus haut. Malheureusement, de telles contingences limitaient l'utilisation du HPES dans une gamme de fréquences assez haute. Un premier grand pas fut franchi lorsque les vertus de la

polarisation à charge constante furent reconnues et que celle-ci remplaça la **polarisation à tension constante**. Il est probable que ce merveilleux principe aurait été découvert bien plus tôt si les expérimentateurs n'avaient pas admis, une fois pour toutes, la loi (1) et avaient cherché une loi par essence plus linéaire. Nous verrons que ce concept de polarisation à charge constante permet d'obtenir une distorsion nulle, même en partant de l'équation non-linéaire (1).

Dans les années 30, la plupart des réalisations expérimentales n'étaient pas loin de la solution cherchée, car elles faisaient toutes appel à une résistance entre le diaphragme et la source de polarisation. Cette résistance avait essentiellement un rôle de sécurité, tendant à réduire les dommages causés au transducteur résultant de décharges et de courts-circuits intempestifs. Le plus souvent, la résistance utilisée était de valeur assez faible pour être en quelque sorte « transparente » au signal. Ce fut C.V. Bocciarelli de la société Philco Corp. qui proposa à L.V. Hunt la mise en place d'une résistance de très haute valeur et suggéra les avantages qualitatifs d'une telle configuration. Hunt devait plus tard avouer que les résultats obtenus à l'aide de cette configuration dépassèrent de loin ce qui avait été prédit. D'après ce dernier, le circuit avait été proposé bien avant que Bocciarelli ne le lui soumette, sans que personne n'en ait vraiment reconnu les mérites. La plus ancienne mention d'un tel circuit semble être due à H. Riegger (brevet allemand n° 398 195 du 10 mars 1920).

Le HPES push-pull à charge constante

Si l'on se réfère à la figure 2, il est clair que la tension V_e appliquée entre les électrodes fixes engendre un champ électrique

$E = \frac{V_e}{2d}$. Par conséquent, toute charge q placée dans ce champ est soumise à l'action d'une force F , telle que :

$$F = q \frac{V_e}{2d} \quad (2)$$

Nous sommes cette fois en présence d'une loi linéaire en fonction de la tension. Supposons que le diaphragme soit chargé uniformément sur toute sa surface. Si nous déconnectons le circuit de charge, ou, ce qui revient au même, si nous prenons une très haute valeur de résistance R de façon à obtenir des constantes de temps RC_a et RC_b très grandes, alors la force agissant sur le diaphragme ne dépend plus que de la charge supposée constante de ce dernier et du champ électrique généré par le signal en tension établi entre les deux électrodes fixes. La première conséquence importante est que la force à laquelle est alors soumise le diaphragme est indépendante de la position de ce dernier entre les deux électrodes. Déterminons la tension V_d du diaphragme lorsqu'il est déplacé d'une distance x . Lors d'un tel déplacement, les capacités C_a et C_b entre le diaphragme et les électrodes fixes ne sont plus égales. Par conséquent, même si le diaphragme n'était pas chargé, l'application d'un signal en tension produirait l'apparition d'une tension V_d sur celui-ci. Cette tension est évidemment égale dans ce premier cas à :

$$V_{d,1} = -\frac{1}{2} \frac{V_e x}{d} \quad (3)$$

Supposons maintenant que la tension d'entrée soit nulle $V_e = 0$, et que le diaphragme occupe sa position médiane d'équilibre sans avoir été préalablement chargé. Déplacer le diaphragme d'une distance x par rapport à cette position médiane a pour conséquence de faire varier sa capacité totale, ce qui entraîne que sa tension doit chuter afin de respecter la loi $Q = CV$. La capa-

cité d'un condensateur à plaques parallèles dont le diélectrique est constitué d'air est donnée par :

$$C = \epsilon_0 \frac{S}{l} \quad (4)$$

où l est la distance (en mètres) séparant les deux plaques. L'application de cette dernière équation à la situation illustrée sur la figure 2 nous permet d'obtenir :

$$C_{totale} = \epsilon_0 S \left(\frac{1}{d-x} + \frac{1}{d+x} \right) \quad (5)$$

En supposant que la charge du diaphragme soit Q , en tenant compte de $Q = CV$ et des équations (4) et (5), il vient :

$$V_{d,2} = \frac{Q (d^2 - x^2)}{2d\epsilon_0 S} \quad (6)$$

Comme le diaphragme est chargé par une tension de polarisation V_p lorsqu'il occupe sa position d'équilibre ($x=0$), l'équation (6) peut s'écrire dans ce cas particulier en tenant compte de (5) :

$$Q = \frac{2\epsilon_0 S V_p}{d} \quad (7)$$

En remplaçant Q par son expression (7) dans l'équation précédente (6), nous obtenons :

$$V_{d,2} = V_p \left(1 - \left(\frac{x}{d} \right)^2 \right) \quad (8)$$

En pratique, ce sont les deux mécanismes précédents que nous avons à prendre en considération, et le diaphragme est soumis à une tension résultante de la somme des tensions trouvées en (3) et (8) qui s'écrit donc :

$$V_d = V_p \left(1 - \left(\frac{x}{d} \right)^2 \right) - \frac{1}{2} V_e \left(\frac{x}{d} \right) \quad (9)$$

La force électrique qui agit sur le diaphragme est obtenue en appliquant cette loi aux deux condensateurs C_a et C_b . L'expression de cette force est par conséquent :

$$F = \frac{1}{2} \epsilon_0 S \left[\frac{V_d + \frac{1}{2} V_e}{d-x} \right]^2 - \left[\frac{V_d - \frac{1}{2} V_e}{d+x} \right]^2 \quad (10)$$

Tous calculs faits, l'expression

précédente s'écrit de manière simplifiée :

$$F = \epsilon_0 S \left[\frac{2(V_p)^2 x}{d^3} + \frac{V_p V_e}{d^2} \right] \quad (11)$$

Cette dernière équation est fondamentale. Le premier terme est engendré par le déplacement x qui correspond à une compliance négative notée C_{me} , telle que :

$$C_{me} = -\frac{d^3}{2(V_p)^2 \epsilon_0 S} \quad (12)$$

Par conséquent, ce premier terme se comporte finalement comme l'un des éléments mécaniques caractéristiques du transducteur qui doit être, comme les autres éléments, soumis à une force dépendant linéairement du signal. Cette force est en fait représentée par le second terme de l'équation (11). La force électromotrice efficace s'écrit donc :

$$F_e = \frac{\epsilon_0 S V_p V_e}{d^2} \quad (13)$$

qu'il est plus pratique d'écrire, afin de mettre en évidence les coefficients de transduction, de la façon suivante :

$$\frac{F_e}{V_e} = \frac{\epsilon_0 S V_p}{d^2} \quad (14)$$

La force par unité de tension est donc le coefficient de transduction électromécanique que l'on note α et qui vaut :

$$\alpha = \frac{\epsilon_0 S V_p}{d^2} \quad (15)$$

L'autre coefficient, mécano-électrique cette fois, correspond finalement au courant généré par unité de vitesse du diaphragme (les bornes du HPES étant en court-circuit). Pour trouver ce coefficient, il faut nous souvenir que le rapport des charges q_1 q_2 des deux condensateurs C_a et C_b est proportionnel à l'élongation x du diaphragme, donc au rapport $\frac{(d-x)}{(d+x)}$. Leur charge totale étant Q , il en résulte que les charges q_1 et q_2 sont égales à :

$$q_1 = \frac{Q(d-x)}{2d} \text{ et } q_2 = \frac{Q(d+x)}{2d} \quad (16)$$

Le système étant linéaire, il vient en dérivant les équations précédentes par rapport à x puis au temps :

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{Q}{2d} \frac{dx}{dt} \quad (17)$$

En remplaçant Q par son expression rappelée en (7), et en identifiant le terme à gauche du signe égal au « courant de déplacement » et la dérivée $\frac{dx}{dt}$ à la vitesse de déplacement, il vient :

$$I_d = \frac{Q}{2d} u_d \quad (18)$$

ou encore :

$$\frac{I_d}{u_d} = \frac{\epsilon_0 S V_p}{d^2} = \alpha \quad (19)$$

Les deux coefficients sont donc identiques. En rapprochant les équations (14) et (18), tenant compte de α , il est aisé de faire apparaître le terme $\frac{V_e}{I_d}$ qui est une impédance électrique du HPES. De même, l'autre terme résultant de ce calcul est $\frac{F_e}{u_d}$ représentant l'impédance mécanique totale du diaphragme. Un simple réarrangement des valeurs précédentes conduit à la relation qui unit ces deux impédances :

$$Z_e = \frac{Z_m}{\alpha^2} \quad (20)$$

Le schéma électrique et le circuit équivalent représentant le système mécanique apparaissent sur les figures 3 et 4. Après cette étude théorique, voyons maintenant quelques aspects plus pratiques.

Les HPES sur le plan pratique

Nous avons supposé que la charge établie sur le diaphragme restait constante. En fait, les fuites sont inévitables et il est, par conséquent, nécessaire de rafraîchir la charge régulièrement, donc de connecter le HPES à l'alimentation de manière permanente. La résistance R est,

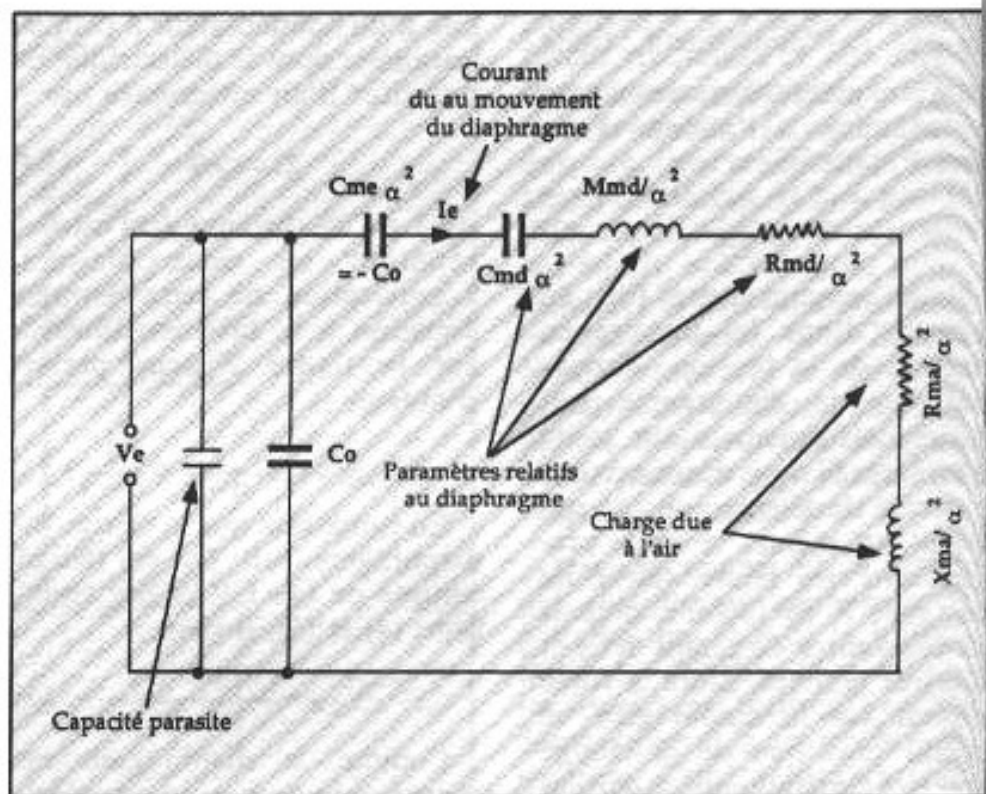


Fig. 3 : Circuit électrique du HPES push-pull à charge constante $C_o = \epsilon_0 \frac{S}{2d}$ (d'après P.J. Baxandall).

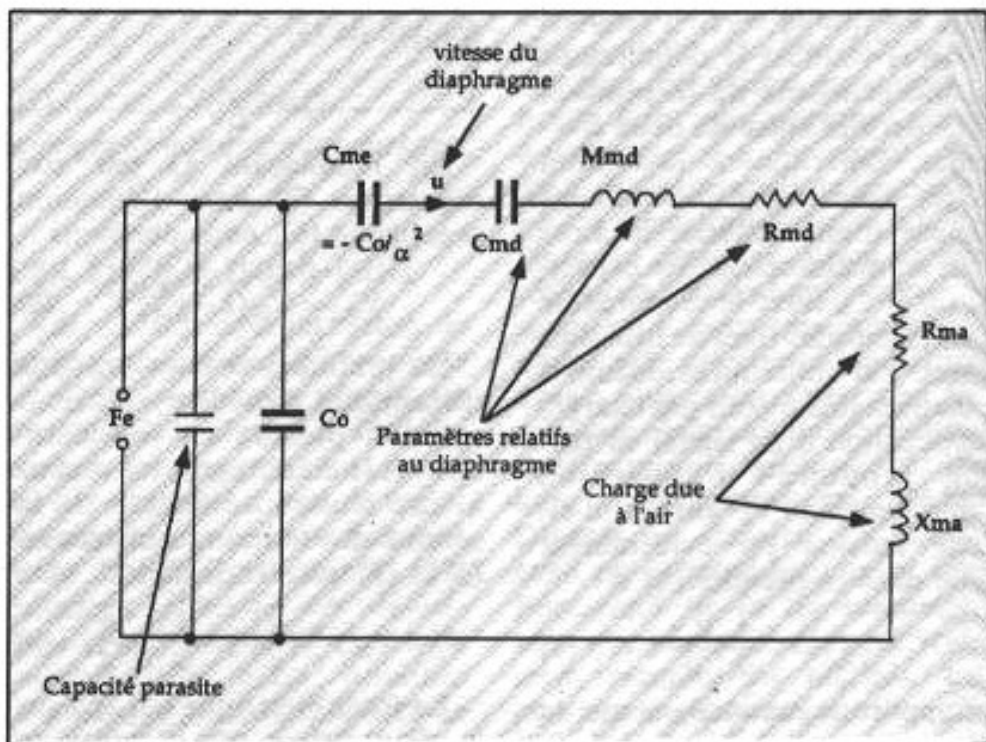


Fig. 4 : Analogie électrique du système mécanique que représente un HPES (d'après P.J. Baxandall).

nous l'avons dit, de valeur élevée, soit quelques 100 M Ω .

Le diaphragme est en général très résistif, mais une trop grande valeur de résistivité entraîne un temps de polarisation avant sensibilité optimale

beaucoup trop long. Par ailleurs, le diaphragme n'a pas vraiment un mouvement en piston comme nous l'avons supposé, car il est fixé sur sa périphérie. La charge globale reste sans doute constante, mais sa répartition n'est

pas homogène sur toute la surface du diaphragme. Il peut donc se produire des distorsions non linéaires puisque certaines zones n'opèrent plus à charge constante. Si une étincelle se produit, la charge totale du diaphragme change brutalement, ce qui modifie transitoirement la sensibilité et entraîne une distorsion audible, le diaphragme pouvant alors être endommagé ou détruit. Le flashage est un problème majeur des HPES car, pour obtenir des niveaux acoustiques suffisants, la tension de polarisation doit être proche de la tension disruptive de l'air. Pour tenter d'échapper à ce problème, les électrodes fixes sont en général recouvertes de matériaux isolants, cependant ce traitement n'est pas toujours efficace à 100 %. En pratique, la résistivité du diaphragme doit être de l'ordre de $10^{10} \Omega/\text{unité de surface}$. Il est habituellement constitué d'une feuille de plastique (mylar) recouvert d'un enduit le rendant légèrement conducteur, mais la nature de cet enduit est gardée jalousement secrète. Le diaphragme est monté dans un cadre conducteur sur lequel est appliqué un champ de plusieurs dizaines de kV par centimètre. Dans cette configuration, une étincelle n'entraîne qu'une décharge localisée du diaphragme et une distorsion inaudible. De plus, il est possible, afin d'augmenter encore la sécurité de fonctionnement, de couper la polarisation transitoirement lors de l'apparition d'une étincelle.

La compliance négative C_{me} est équilibrée par un étirement important du diaphragme. Un facteur de sécurité a été proposé par Quad tel que, loin de la résonance à très basse fréquence (par exemple 5 Hz), la capacité des électrodes fixes augmente d'un facteur 1,4. Si l'on néglige toutes les impédances situées à droite de C_{md} sur la figure 3 puisque nous sommes à très basse fréquence,

nous obtenons :

$$C_{md} = 0,286 C_0 \quad (21)$$

Par conséquent, la raideur du diaphragme étiré est donc égale à 3,5 fois la compliance négative puisque $C_{me} = -C_0$.

On a longtemps pensé que le rapport $\frac{x}{d}$ ne devait pas dépasser 1/3. En réalité, cette valeur avait été trouvée par Hunt pour le HPES simple effet. En pratique, plus l'étirement du diaphragme est important, ou ce qui revient au même, plus la tension de polarisation est basse pour un étirement donné, plus le diaphragme pourra se rapprocher des électrodes, et donc $\frac{x}{d}$ pourra tendre vers 1, sans qu'il s'y effondre.

La force maximale qu'il est possible d'obtenir est bien entendu fonction du champ électrique autorisé compte tenu du diélectrique et de l'écartement des structures. Pour l'air et pour des écarts d'environ 2 mm, la tension disruptive est de l'ordre de 40 kV/cm. A haute fréquence, les déplacements du diaphragme sont négligeables et le champ total est :

$$E_{total} = \frac{V_p + \frac{1}{2}V_e}{d} \quad (22)$$

On en déduit aisément la tension maximale autorisée pour le signal :

$$V_{e \max} = 2(E_{\max}d - V_p) \quad (23)$$

La force maximale qu'il est possible d'atteindre est obtenue en reportant cette valeur de la tension maximale du signal dans l'équation (13). En différenciant cette force maximale par rapport à la tension de polarisation et en égalant cette dérivée à zéro, nous obtenons la tension de polarisation optimale :

$$V_p = \frac{1}{2}E_{\max}d \quad (24)$$

et donc, pour une polarisation donnée, il est facile de calculer le champ maximal. Baxandall a calculé que pour un champ de 4.10^6 V/m et un écartement de

2 mm, la force maximale devait être de 70 N pour une surface émissive de 1 m^2 . Cependant, une valeur plus faible lui semble plus réaliste (en pratique 50 N) à cause des différentes inhomogénéités causées par les perforations et d'autres problèmes de construction. Il existe deux autres façons au moins d'augmenter cette force. L'une consiste à adopter une structure « multi-sandwiches » (deux diaphragmes séparés par une électrode, le tout placé entre les deux électrodes fixes classiques). La seconde est d'employer un gaz pour lequel les tensions disruptives sont plus importantes que pour l'air. Cette dernière solution a été appliquée dans un produit commercial, originaire du Canada, disparu aujourd'hui du marché : les Dayton-Wright. Le problème majeur dans ce cas est l'étanchéité absolue que doit présenter l'enceinte renfermant le gaz en question.

Enfin, à basse fréquence, l'approximation $x=0$ n'est plus licite. En effet, les amplitudes du diaphragme ne sont plus négligeables par rapport à d , la valeur du champ maximum n'est plus la même et l'étude du comportement du diaphragme devient assez complexe. Nous verrons plus en détail ce problème au cours de la seconde partie.

Nous espérons que cette première approche, à la fois théorique et pratique, vous aura permis de mieux comprendre les principes fondamentaux qui président au développement d'un haut-parleur électrostatique. Au cours d'un prochain article, nous aborderons les contingences de l'amplification et nous nous intéresserons à différentes réalisations commerciales. Vous nous pardonnerez l'aspect un peu mathématique de ce premier article, mais cela vous permettra de mieux comprendre la nécessité d'allier un certain savoir-faire, une bonne dose de connaissances théoriques.

MARANTZ



J.B.L. OLYMPUS

Patrick Vercher

A

vril 1963... Dans le grand salon de la maison solonote le silence est déchiré par les accents du saxophone de Stan Getz. Le disque Focus tourne sur la platine Garrard 401. Le bras SME long 3012 dodeline de la tête.

La cellule Ortofon SPU explore les sillons sans perdre le contact grâce à une force d'application de 7 g. Le préampli Marantz 7C et l'ampli 8B se chargent de traiter le signal avec beaucoup de délicatesse, de dynamique, en respectant le caractère cuivré, le souffle puissant, la sonorité inimitable du « sax » de Stan. Mais l'incroyable ampleur sonore obtenu dans ce salon de plus de 100 m² ne peut être que le fait de deux enceintes JBL Olympus. Ces systèmes devenus légendaires furent portés aux nues par les uns, décriés par d'autres (à tort), mais ne laissèrent personne indifférent. Pendant des années et des années, elles ont été des points de référence incontournables.

Génèse

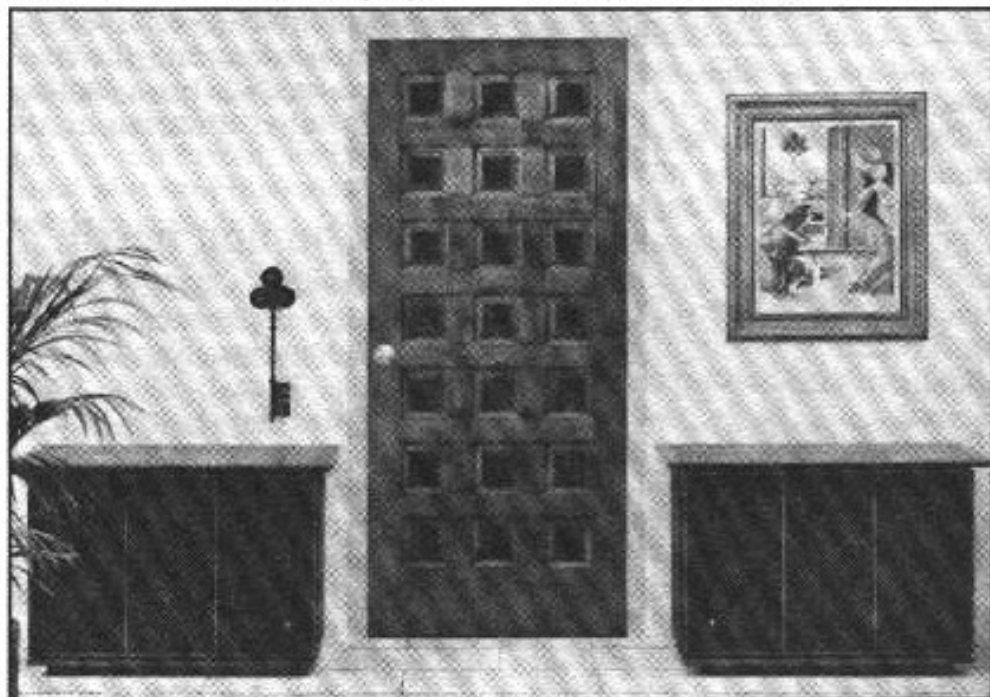
Rappelons brièvement que l'histoire de JBL commence avec l'avènement du film parlant et la nécessité d'obtenir un son « aussi grand » que l'image projetée avec une excellente intelligibilité et un niveau acoustique confortable. Dès les années 1920, James B. Lansing s'est fait remarquer en créant des haut-parleurs ayant un rendement élevé et en participant à la mise au point de systèmes très recherchés pour salles de cinéma. En 1941, sa société, la Lansing Manufacturing Company, a été rachetée par Altec qui était une des ramifications de la Western Electric Company tombée sous les coups de la loi antitrust (en résumant un peu simplement les choses). Honorant un engagement pris au moment de l'achat de sa société, Jim Lansing occupa cinq années durant le poste de vice-président d'Altec. En 1946, il quitta Altec pour créer de nouveau sa propre société de haut-parleurs ; James B. Lansing Sound Inc. Ingénieur particulièrement brillant, il jeta les bases de nombreux systèmes de haut-parleurs. Mais il conçut aussi beaucoup d'outillages spécifiques pour la fabrication avec des tolérances très serrées, des équipages mobiles et circuits magnétiques. Son intransigeance pour la qualité de fabrication était légendaire et tournait même à l'obsession. Il mit fin à ses jours en 1953 mais la firme continua à se développer, prise en main par des gestionnaires et techniciens qui surent perpétuer cette tradition d'excellence et de non compromis dans la réalisation et la fabrication des haut-parleurs et enceintes acoustiques.

Dès le début des années 50, James Lansing avait jeté les bases d'une série de haut-parleurs dits Linear Efficiency ayant un rendement moins élevé que les haut-parleurs pour cinéma et sonorisation mais dont

les courbes de réponse étaient plus linéaires pour un usage domestique en perdant légèrement au niveau du rendement. Les haut-parleurs étant comme la plupart des choses de la vie une histoire de compromis, ce que l'on gagne d'un côté on le perd de l'autre mais dans le cas des haut-parleurs Linear Efficiency le rendement était encore nettement supérieur à tout ce que l'on pouvait rencontrer à l'époque. Les haut-parleurs entrant dans cette catégorie furent tout d'abord un haut-parleur grave, le LE10A, le célèbre large bande puis LE8, le haut-parleur d'extrême-grave LE15A. Ces haut-parleurs se distinguaient par une suspension périphérique souple dite « lans-a-loy », une membrane en papier non pressé assez épaisse avec des corrugations de rigidification et un circuit magnétique en Alnico V extrêmement puissant. L'entrefer très étroit et la bobine mobile bobinées sur chant permettaient d'obtenir une réponse impulsionnelle tout à fait exceptionnelle. Enfin le saladier était en alliage antirésonnant.

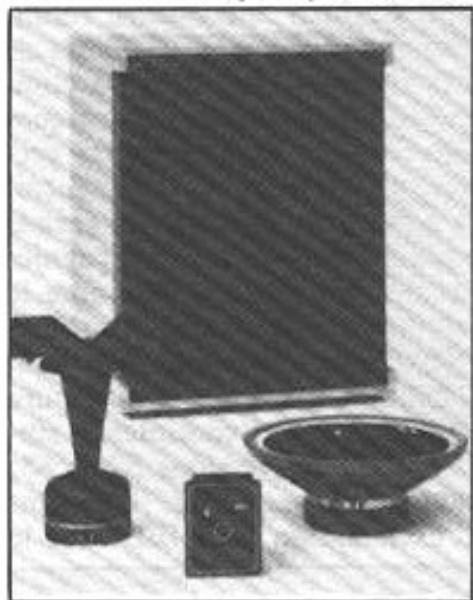
En 1956, la première enceinte de studio vit le jour, la célèbre Studio Monitor C50SM qui pou-

vait être équipée de trois combinaisons de systèmes de haut-parleurs à deux voies et à trois voies ayant en point commun le 38 cm LE15A. Le premier système S6 faisait appel à la petite compression LE75 plus l'ensemble trompe + lentille HL91 avec filtre à coupure 500 Hz LX5. Le deuxième, S7, se caractérisait par la chambre de compression à sortie 1 pouce LE85 avec toujours la trompe + lentille HL91, le filtre restant identique. Enfin, les premières S8 étaient équipées de l'énorme moteur 375 avec la trompe courte + lentille HL93 et toujours le même filtre qui possédait un réglage de niveau à trois positions (bien nécessaire étant donné le rendement différent de ces diverses chambres de compression). Ce n'est que quelques années plus tard que cette première version S8 qui commençait à équiper la plupart des grands studios des majors compagnies de disques s'est vu adjoindre le tweeter 075 et un deuxième filtre N7000 qui, comme son nom l'indique, procurait une coupure à 7 000 Hz. Ces enceintes de studio, sous les versions S7 et S8, étaient grises avec le point d'exclamation bleu JBL ! sur le



Extrait du catalogue JBL de l'époque, les Olympus dans un décor typique des années 60, à la recherche d'une unité de style.

côté. Elles ont servi comme moniteurs de contrôle pour la réalisation d'un nombre incroyable de disques. L'esthétique sonore était très reconnaissable par son équilibre. En effet, les ingénieurs du son de l'époque cherchaient un maximum d'intelligibilité à des niveaux sonores à vous coller les tympans au fond du cerveau tout en ayant cette fameuse « patate dans le grave » pour remuer les tripes des producteurs : « Coco, ça va faire un tube ! ». La mise en phase était ce qu'elle était d'où aussi la connotation de « West Coast Sound » dont JBL a parfois eu du mal à se défaire avec un médium des plus présents.



Premier système Studio Monitor S7 deux voies.

Les modèles qui suivirent ces monitors compacts S7 et S8 furent les 4331A, 4333A puis 4332 et 4333 qui avaient des réponses beaucoup plus douces, une mise en phase très correcte sans perdre la précision extraordinaire d'analyse même à fort niveau.

Mais pourquoi nous casse-t-il les pieds avec ces enceintes de studio ? Tout simplement parce que les premières Olympus étaient étroitement dérivées des systèmes Studio Monitor S7 mais sous un volume plus important en prenant l'aspect d'un meuble de style « méditerranéen » avec grille façon confessionnal dissi-

mulant des composants ultra-professionnels. Le volume de charge de l'Olympus étant plus important que sur les studio monitors, le LE15 pouvait s'exprimer nettement mieux et le raccord avec la chambre de compression s'effectuaient de manière moins brutale, à notre avis, et même avec beaucoup d'homogénéité avec la LE85. En effet l'Olympus était presque deux fois plus volumineuse que les Studio Monitors. La largeur passait de 60 cm à 1,04 m pour une profondeur à peu près identique et une hauteur pratiquement équivalente. Mais autre différence importante à notre avis, étant donné la faible hauteur de l'Olympus, 67 cm, le baffle-support des haut-parleurs était incliné vers l'arrière de quelques degrés. La paroi arrière était non parallèle au baffle avec tous les avantages inhérents dont l'absence de partie de ping-pong des ondes stationnaires à l'intérieur du coffret comme c'était le cas sur les Studio Monitors. La finition de l'Olympus était superbe. On pouvait l'obtenir en noyer, en teck, en ébène même. L'état de surface du plateau supérieur faisait penser à un coffret à l'ancienne. Peu d'enceintes par la suite ont eu cet aspect de petit meuble dont la grille finement ouvragée à la main était un véritable chef-d'œuvre... de patience.

Passif ou non passif ?

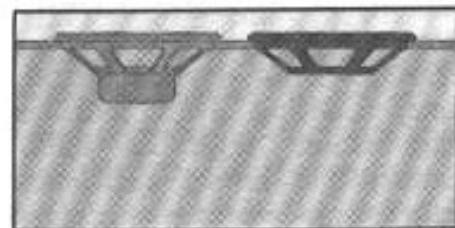
Les premières Olympus étaient équipées de systèmes S7, c'est-à-dire l'incontournable LE15A, grave de 38 cm, filtre LX5, chambre de compression LE85 à sortie 1 pouce et pavillon conique + lentille acoustique HL91. Nous voyons déjà les audiophiles de la première heure froncer les sourcils, les Olympus ont toujours eu des radiateurs passifs. Eh bien non, il faut attendre le début des années 60 pour voir l'arrivée du « Drone Cone » (cône fainéant) sur ces enceintes,



Une déclinaison de l'Olympus, le C60 Sovereign I, dont les dimensions étaient identiques ici équipé du système S8R.

venant apporter son soutien dans le grave ainsi qu'une ampleur peu commune dans le haut-grave bas-médium. Ce radiateur passif, de référence PR15, n'était autre qu'un LE15A sans moteur mais avec un équipement mobile dont la suspension périphérique était beaucoup plus raide et surtout avec des disques dont la masse était calculée en fonction du volume de charge.

Nous avons souvent pu écouter les deux versions S7 et S7R (R comme Passive Radiator) et avouer une faiblesse pour la version avec PR15. Le radiateur passif ajoutait une impression de douceur et d'ampleur peu commune dans la zone bas-médium avec un grave, contrairement à bien des assertions, bien tenu à condition que l'amplificateur ne se laisse pas aller. Accusé de tous les maux de traînage, ce radiateur passif était en fait intéressant dans la zone de fréquences entre 200 et 800 Hz car sa membrane était transparente acoustiquement. Ainsi le LE15A appa-



Haut-parleur actif à gauche, radiateur passif à droite.

raissait beaucoup plus clair, comme s'il était monté sur un baffle-plan infini. Tous ceux qui ont écouté les Olympus S7R sur de l'opéra en gardent un souvenir ému et une petite larme au coin de l'œil. La scène sonore devenait d'un seul coup évidente, on ressentait enfin la salle, son environnement acoustique, autant de détails auxquels nous sommes désormais habitués avec les systèmes modernes mais qui apparaissaient complètement étouffés sur les enceintes dites Hi-Fi dans les années 60. Les solos de batterie tels que celui de « Take five » résonnent encore dans notre tête, jamais une enceinte auparavant (mises à part les Voix du Théâtre et les Klipsch) n'avait procuré une telle

Système	Composants
S1	LE14A LE175DLH LX10
S7	LE15A LE85 HL91 LX5
S7R	PR15 LE15A LE85 HL91 LX5
S8	LE15A HL93 LX5 075 N7000 375
S8R	PR15 LE15A HL93 LX5 375 075 N7000

Les différentes combinaisons de systèmes pouvant équiper l'Olympus, le premier était aussi pour la Lancer 101.

vérité sur les impacts sans avoir l'impression de forcer. Voulant faire encore plus fort, les ingénieurs de JBL proposaient aussi l'Olympus en S8R. Le couple LE15A plus passif PR15 restait mais la compression LE85 cédait la place à l'énorme moteur 375 avec son pavillon court HL93 complété pour l'extrême-aigu par le tweeter « obus » 075 et le filtre N7000. Et là... catastrophe ! Tout l'ensemble était déséquilibré vers le haut, la 375 déployant une énergie peu commune dans le médium avec un raccordement en marche d'escalier avec le tweeter. Finie la belle aération du S7R, cette douce ampleur, ce caractère soyeux et agréable. On retombait dans le style Studio Monitor, assez

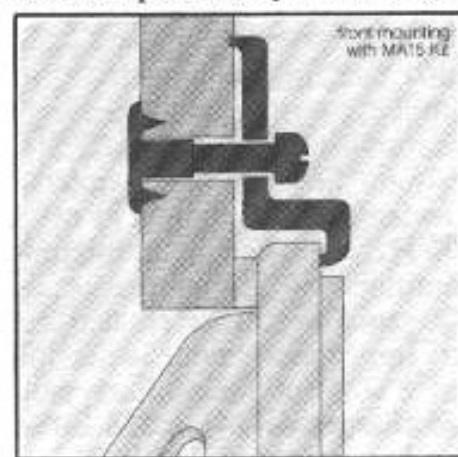
« hard » en particulier quand on utilisait les amplis à transistors de la première époque. Pas de panique, les systèmes S8R peuvent marcher, et fort bien marcher si on se donne la peine de régler les filtres et même de les brancher différemment. Comme pour le Paragon où l'on retrouvait le même style d'écoute (voir L'Audiophile n°), en fait il faut laisser monter la 375 naturellement sans la couper à 5 000 Hz grâce au branchement du filtre comme une deux voies.

Le recouplement avec le tweeter se fait de manière beaucoup plus naturelle et encore plus si on ose retirer le 075 de l'Olympus et le poser directement au-dessus en plaçant de la mousse devant pour atténuer les réflexions sur le plateau supérieur. Dans cette opération, ne pas oublier de reboucher le trou laissé à la place du tweeter car sinon le radiateur passif risque de s'affoler sévèrement. Tout cela peut vous paraître bien empirique mais « ça marche », et même plutôt bien, l'autre stade étant, si vous êtes sage, la modification des filtres, que nous vous proposerons dans un prochain numéro pour avoir une bonne mise en phase et des plans sonores remarquables sans aucune dureté même dans le médium. Les composants de base, les haut-parleurs des divers systèmes sont extraordinaires. Ils ne se retrouvent malheureusement plus sauf quelques références dans la catalogue pro J.B.L., l'Alnico a disparu au profit de la ferrite, seules quelques rares versions dernier cri des chambres de compression avec circuit néodymium, nouvelles pièces de mise en phase, peuvent surpasser les performances des 85 et 375.

Méfiez-vous des contre-façons

Les collectionneurs et amateurs de grand son pourraient être tentés d'acquérir des Olympus. A l'époque, les modèles étaient importés en France par la

société Auriema puis Gervis qui devint par la suite Harman France. Dans les années 60, on pouvait les écouter chez Heugel Musique & Technique, La Maison de la Hi-Fi Illel, cela pour Paris. Ces enceintes étaient onéreuses, en 60, elles valaient pour les systèmes S7R 6 500 F pièce et pour les modèles S8R 8 500 F. En sachant que ceux qui avaient un bon job à l'époque gagnaient un peu moins de 1 000 F par mois, cela vous donne une idée des économies qu'il fallait faire pour acquérir de tels systèmes. Etant très lourdes, 82 kg, le coût du transport de Californie en France n'était pas donné. Aussi pas mal d'Olympus ont été réalisées en France sur des plans US d'ailleurs mais n'ont absolument pas la même finition ni la même grille que les originaux. Ces enceintes fabriquées le plus souvent pas Dudognon étaient équipées des haut-parleurs JBL achetés en éléments séparés mais avec des montages parfois bizarres au niveau de la fixation des haut-parleurs et des filtres. Aussi les amateurs de vrai devront se pencher attentivement sur la provenance des enceintes, même s'il y a prescription depuis. Les véritables Olympus sont reconnaissables à plusieurs points particuliers : tout d'abord la grille en bois massif ouvragé qui, sur les copies était remplacée par du tissu tendu ; ensuite la fixation des haut-parleurs qui s'effectuait



Patte de fixation des H.P. JBL avec pas de vis qui s'incrute dans le bois.

par des pattes spéciales à JBL venant prendre appui sur la périphérie du saladier ; ensuite la lentille acoustique montée sur deux bandes Velcro extrêmement adhésives. Enfin, à l'arrière de l'enceinte, une enveloppe jaune avec les caractéristiques du modèle était agrafée et un logo JBL gris venait en signature au-dessus du ou des filtres. A partir de 1963, un emplacement rectangulaire était réservé pour l'amplificateur JBL Energizer qui était équipé d'une carte spéciale corrigeant la courbe de réponse en fonction des caractéristiques du système S7R ou S8R. L'intérieur de l'enceinte originale était tapissé de laine de verre et on pouvait constater un renfort médian. C'est la rançon de la gloire, on copie les bons systèmes ; comme vous pouvez le constater, rien de nouveau sous le ciel de la Hi-Fi.

Caractéristiques des composants équipant les différentes versions de l'Olympus

Haut-parleur grave LE15A :

diamètre 38 cm, poids 12 kg, circuit magnétique Alnico de 9 kg, champ magnétique 11 000 gauss, bobine mobile de 10,2 cm bobinée sur chant, membrane papier non pressé avec nombreuses corrugations, large cache-noyau central. Suspension périphérique (première version Lansaloy blanche, qui avec le temps durcit et part en poudre, dernière version mousse synthétique, résistant bien aux ultra-violets). Rendement 94 dB/1 W/1 m à 500 Hz. Puissance admissible continue 150 W, en pointe on n'a jamais réussi à en détruire un. Impédance : pour la version A : 8 Ω. Peut fonctionner dans des charges de 141 à 338 litres. Bande passante utilisable 20 Hz-2 kHz.

Radiateur passif PR15 :

Diamètre 38 cm. Poids 3,2 kg.

Disque d'accord 8,6 cm. Fonctionne conjointement avec le LE15A dans des charges de 140 à 225 litres. Pour la petite histoire il existe un radiateur passif PR15C à suspension périphérique souple pouvant fonctionner conjointement avec le haut-parleur grave 136A de rendement moins élevé que le LE15 mais capable de descendre un peu plus bas en fréquence.

Chambre de compression LE85 (systèmes S7 et S7R) :

Poids 5,4 kg. Diamètre du moteur 10 cm. Sortie de la bouche 2,5 cm. Diaphragme en aluminium de 4,4 cm avec suspension périphérique en forme d'iris, monté sur anneau de bakélite avec picots de centrage pour un changement aisé. Support de bobine aluminium et fil plat bobiné sur chant. Circuit magnétique Alnico de 4,5 kg procurant un champ de 19 000 gauss. Impédance 8 Ω (théorique, mesuré, plus proche de 12 Ω en pratique). Rendement 108 dB/1 W/1 m. Pièce de mise en phase canaux concentriques d'égale longueur. Bande passante utilisable 500 Hz-20 kHz.

Pavillon + lentille HL91 :

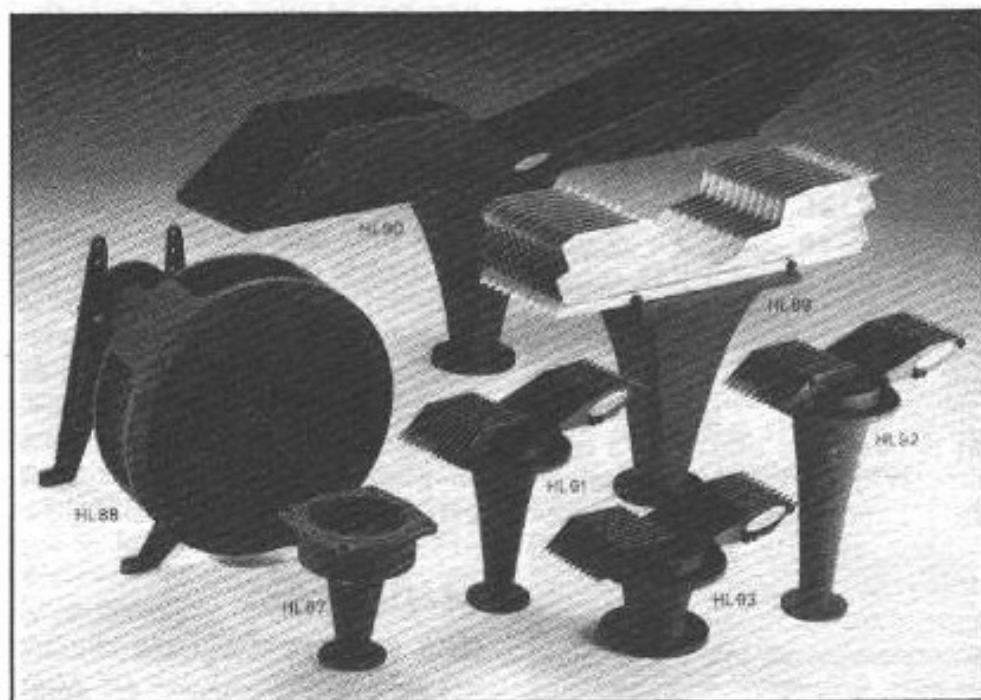
Dispersion contrôlée dans le plan horizontal 90°, dans le plan vertical 45°. Coupure acoustique 500 Hz. Dimensions des lentille 15 x 25 x 6 cm. Diamètre de la gorge d'entrée 2,5 cm. Poids 2,3 kg. Longueur 20 cm. Expansion conique.

Chambre de compression 375 :

Poids 12 kg. Diamètre du moteur 18 cm. Hauteur 13 cm. Diamètre de la sortie de bouche 5,1 cm. Circuit magnétique Alnico V de 10,8 kg procurant un champ de 20 500 gauss ! Diaphragme de 10,2 cm de diamètre en aluminium. Suspension en forme iris montée sur anneau en bakélite avec ergot de centrage pour un changement rapide. Bobine sur support aluminium bobinée sur chant. Pièce de mise en phase à anneaux concentriques. Rendement 108 dB/1 W/1 m à 1 kHz. Puissance admissible 60 W. Bande passante utilisable 400 Hz-20 kHz. Impédance nominale 16 Ω.

Pavillon + lentille HL93 :

Dispersion contrôlée 90° dans le plan horizontal, 45° dans le



Document rare. Tous les pavillons et lentilles acoustiques JBL pouvant s'adapter aux moteurs des chambres de compression LE85, LE175, 375. A noter l'étonnante HL88 pouvant équiper la 375, dispersion circulaire sur 90°.

plan vertical. Coupure acoustique naturelle 500 Hz. Longueur de la trompe 11,2 cm. Dimensions des lentilles 15 x 25 x 6 cm. Poids 2,3 kg.

Filtre LX5 :

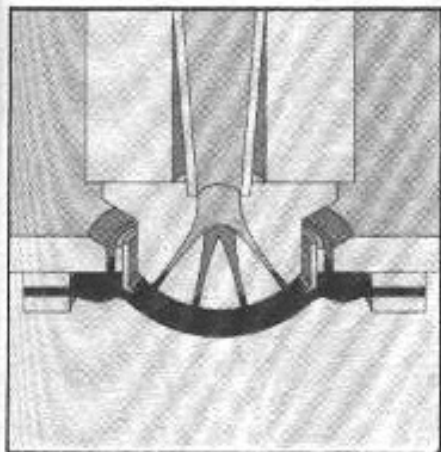
Fréquence de coupure 500 Hz. Impédance nominale 8 Ω. Réglage de niveau à trois positions -3, 0, +3 dB. Selfs à air ajustées une par une, tolérance de ±1 %. Composants noyés dans de la cire d'abeille. Puissance admissible continue 100 W. Prévu pour LE15A et chambres de compression LE175, LE85, 375.

Filtre N7000 :

Fréquence de coupure 7 000 Hz. Impédance nominale 8 Ω. Réglage progressif de niveau par curseur sur résistance bobinée. Prévu pour coupure entre 375 et 0,75.

Tweeter 0,75 :

Tweeter à diaphragme annulaire de 4,4 cm. Suspension tangentielle en forme d'iris. Charge par pavillon exponentiel sur toute la périphérie du diaphragme. Circuit magnétique Alnico V de 1,5 kg, champ magnétique 16 500 gauss. Poids total 2,3 kg. Diamètre 8 cm. Hauteur 8 cm. Rendement 110 dB/1 W/1 m à 4 kHz. Impédance 8 Ω. Utilisable entre 2,5 kHz et 20 kHz.



Vue en coupe d'une chambre de compression avec les canaux de largeurs égales pour une bonne réponse dans l'aigu.

130A	LE175 (LE175D111)	HL87	N 1200	077	N 8000
	LE175	HL91	N 1200	077	N 8000
	LE85	HL87	N 1200	077	N 8000
	LE85	HL91	N 1200	077	N 8000
130A	375	HL88	N 502 or N802	075	N 7000
	375	HL89	N 502 or N802	075	N 7000
	375	HL90	N 502 or N802	075	N 7000
LE15A	LE175	HL91	LX5	077	N 8000
	LE175	HL92	LX13	077	N 8000
	LE85	HL91	LX5	077	N 8000
	LE85	HL92	LX13	077	N 8000
LE15A	375	HL88	LX5	077	N 7000
	375	HL89	LX5	077	N 7000
	375	HL90	LX5	077	N 7000
	375	HL91	LX5	077	N 7000

Différentes combinaisons entre H.P. graves et compressions.



Les moteurs des chambres de compression et tweeters à diaphragme annulaire. Les étiquettes d'un nouveau design marquent la dernière série Hi-Fi avec circuit Alnico V. De superbes réalisations.

**Page non
disponible**

MLSSA la mesure assistée par ordinateur

Charles-Henry Delaleu

D

epuis 2-3 ans, l'ensemble MLSSA (prononcez Melissa) devient la référence en matière de mesure pour les systèmes électroacoustiques. Cet ensemble est composé d'un progiciel et d'une carte électronique à encarter dans un micro-ordinateur de type compatible PC.

Le programme Melissa permet d'effectuer toutes sortes de mesures tout en restant dans un budget raisonnable. Depuis le début de la mesure en électroacoustique il était nécessaire d'avoir un laboratoire équipé en matériel Brüel & Kjær dont le coût atteignait très vite plusieurs centaines de milliers de francs. Aujourd'hui un système Melissa micro-ordinateur compris coûte moins de 50 000 F. Le logiciel de cet ensemble peut éventuellement être utilisé séparément de la carte d'acquisition de données qui l'accompagne.

Le programme

Il est composé d'un ensemble de sous-routines autorisant la quasi totalité des mesures dites « modernes et évoluées ». Les principales caractéristiques sont :

- Mesure amplitude/fréquence.
- Mesure phase/fréquence.
- Mesure énergie/temps.

- Mesure de l'impédance.
- Mesure amplitude/fréquence/temps.
- Mesure dite de Wigner.
- Représentation de Nyquist.
- Mesure de distorsion.

En plus de ces mesures classiques, le programme permet quelques applications en acoustique architecturale :

- Mesure de temps de réverbération.
- Mesure d'intelligibilité.

Comme dans tout programme, les caractéristiques d'analyse et de représentation peuvent être configurées aux souhaits de l'utilisateur.

La carte d'acquisition

Cette carte dispose en entrée d'un convertisseur analogique/numérique d'une résolution de 12 bits pouvant échantillonner jusqu'à 150 Hz. Sur ce convertisseur est implanté un filtre passe-bas programmable d'anti-aliasing dont la fréquence de coupure varie de 1 à 50 kHz et le gain de 0,2 à 500. Cette carte dis-

pose d'une sortie générateur pouvant émettre des signaux de type MLS ou carré.

Une synchronisation entre le signal émis par la carte et le signal acquis peut être effectuée à l'aide d'un trigger qui peut être interne ou externe au système.

L'ordinateur hôte

Comme pour tout programme d'analyse de signaux, les besoins en calcul sont importants. Il est donc fortement conseillé d'utiliser un micro-ordinateur de capacité suffisamment importante pour ne pas être pénalisé. Le minimum sera un 286 équipé de son coprocesseur arithmétique. L'idéal serait un 386 tournant à 20 MHz avec coprocesseur. Le programme tourne avec 640 koctets de mémoire vive. Un disque dur est très fortement conseillé. En mode graphique le logiciel supporte les modes CGA, EGA, VGA et Hercules. L'emploi d'un moniteur couleur facilite la compréhension des résultats.

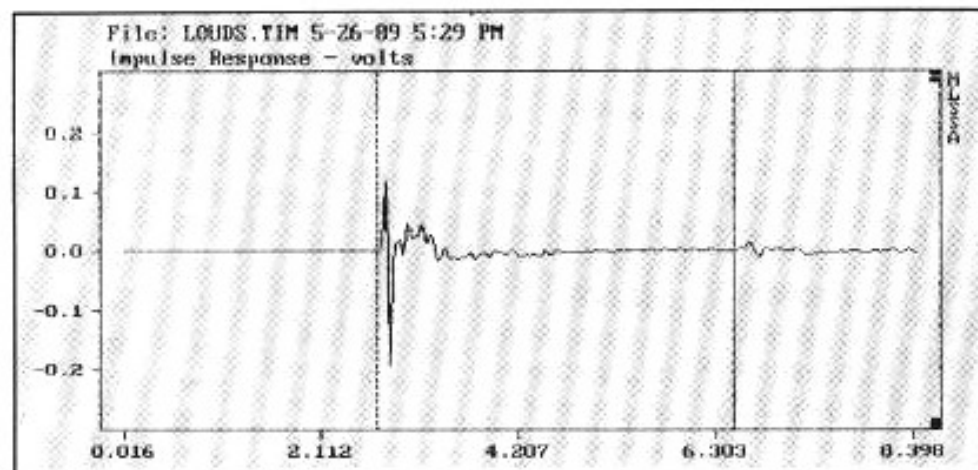
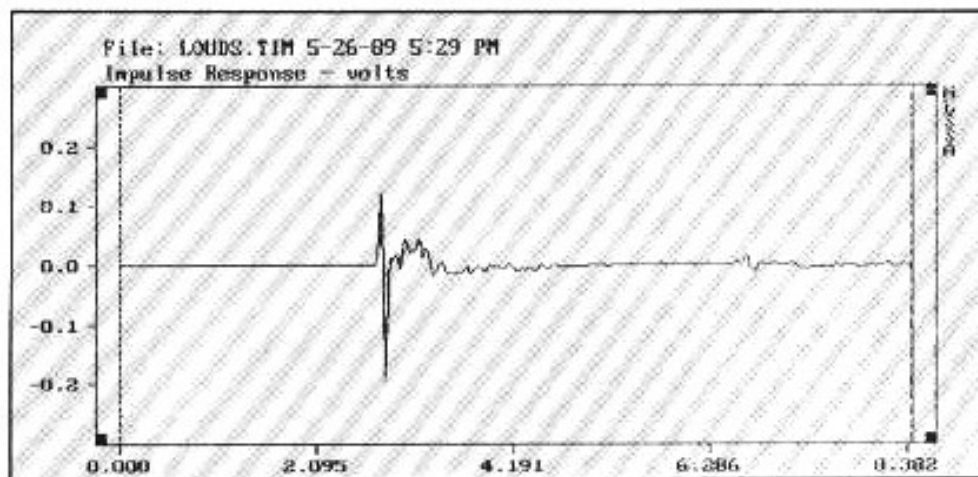


Fig. 1 : Le générateur de la carte Melissa permet d'obtenir soit des signaux de type séquence de bruit, soit des signaux carrés. Si l'utilisateur choisit l'option bruit, le programme transformera le signal capté par la carte d'acquisition en équivalent d'un signal carré par transformation mathématique. Sur la fig. 1A est représenté le résultat de la réponse à un signal carré d'un transducteur. Sur la fig. 1B nous pouvons observer la présence d'une fenêtre temporelle permettant de localiser uniquement la partie utile du signal. En effet, la partie se trouvant à gauche du premier curseur en pointillés correspond à la période précédant l'arrivée du signal, elle est donc inutile. Juste après le second curseur en trait plein nous pouvons observer l'arrivée du premier écho du signal dans la pièce où s'est passée la mesure. Il sera donc lui aussi éliminé. Lors des différents traitements le programme utilisera uniquement la partie du signal se trouvant entre les deux curseurs (fenêtre temporelle). La délimitation de cette fenêtre est laissée au libre arbitre de l'utilisateur. Les deux curseurs se déplacent à l'aide des touches de fonction du clavier.

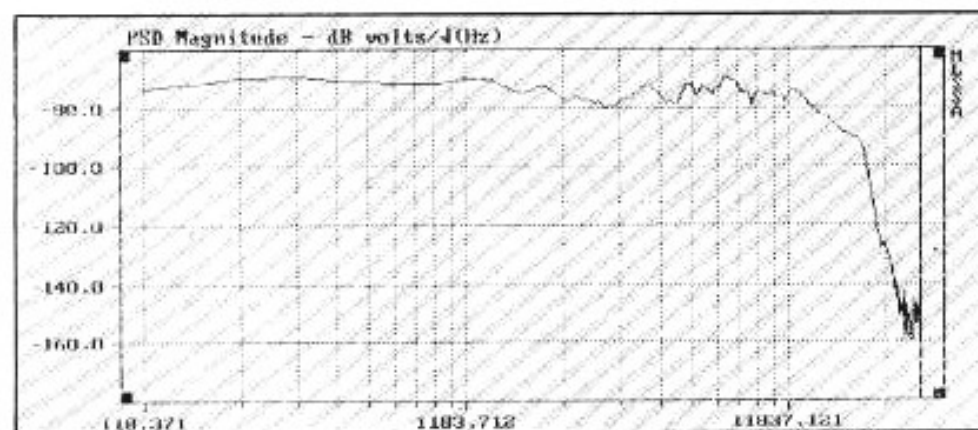


Fig. 2 : Après numérisation du signal (fig. 1), nous obtenons la courbe amplitude/fréquence du transducteur testé par transformée de Fourier rapide.

La mesure de haut-parleurs ou d'enceintes acoustiques avec Melissa

Grâce à son principe, système Melissa permet de se dispenser d'une chambre anéchoïque. A l'aide de deux curseurs, est possible de choisir uniquement la partie utile d'un signal avant toute réflexion dans la pièce où a été mesuré le transducteur.

Courbes de réponse amplitude/fréquence

Melissa autorise des courbes de réponse de type classique ou moyenné allant du 1/10 d'octave à l'octave. Le mode de représentation peut être de type linéaire ou logarithmique (décibels).

Courbes de phase

Ce programme permet d'obtenir des courbes phase/fréquence mais aussi d'effectuer des mesures de temps de propagation de groupe.

Courbe énergie/temps

Melissa permet d'analyser la courbe énergie/temps d'un transducteur. Cette fonction est très intéressante car elle procure de nombreuses informations sur le comportement transitoire d'un haut-parleur ou d'une enceinte. Sont représentés le temps de montée, la dynamique du signal mesuré et l'amortissement.

Les courbes en trois dimensions

Ce programme autorise trois types d'analyses en trois dimensions :

- Amplitude/temps/fréquence
- Energie/temps/fréquence
- Distribution de Wigner.

La courbe amplitude/temps/fréquence fournit de nombreux renseignements concernant

l'amortissement du système analysé mais aussi sur la charge acoustique qui l'accompagne.

La courbe énergie/temps/fréquence donne les mêmes renseignements mais cette fois-ci l'amplitude est remplacée par l'énergie.

La distribution de Wigner correspond à une analyse en régime dynamique. Elle renseigne sur les caractéristiques en transitoire de l'objet testé.

Les utilitaires

Melissa possède trois types d'utilitaires :

- la programmation de la carte d'acquisition ;
- la gestion des différentes mesures et résultats sur disque dur ;
- l'interfaçage avec des systèmes d'acquisition différents de la carte Melissa.

La programmation de la carte d'acquisition gère le convertisseur analogique/numérique d'acquisition de données, le filtre anti-aliasing, le générateur de fonctions et le trigger.

Les différentes mesures effectuées ainsi que le résultat calculé peuvent être gérés directement par le programme. Il est ainsi possible de stocker définitivement ces différentes informations mais aussi de comparer d'autres mesures effectuées bien avant. Une fonction « macro » permet de faire des mesures en automatique et du contrôle qualité sur une chaîne de fabrication.

Un utilitaire d'interfaçage logiciel ouvre le programme vers le monde extérieur. Il est possible d'entrer n'importe quel fichier de mesure au format ASCII provenant d'un autre système d'acquisition, ex. : un oscilloscope numérique. De même, les calculs effectués par Melissa par ex. une courbe amplitude/fréquence peuvent être interfacés avec un programme extérieur. Cette fonction est particulièrement intéressante.

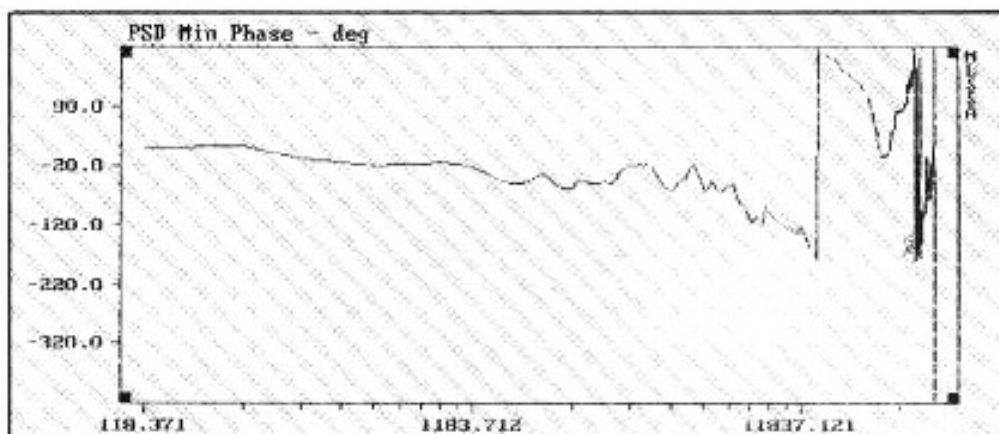


Fig. 3 : Une fois obtenue la courbe amplitude/fréquence, il est facile par traitement mathématique d'avoir la courbe de phase ou le temps de propagation de groupe. Sur cette figure est représentée la réponse en phase correspondant au haut-parleur testé en figure 2.

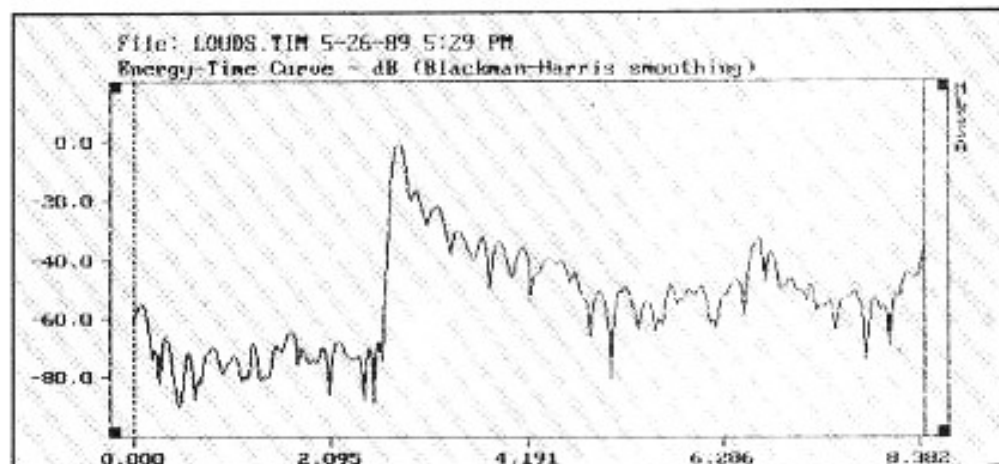


Fig. 4 : Toujours par traitement mathématique, nous pouvons obtenir la courbe énergie/temps. L'idéal est d'avoir une dynamique maximum du signal avec un temps de montée et un amortissement les plus réduits possible dans le temps.

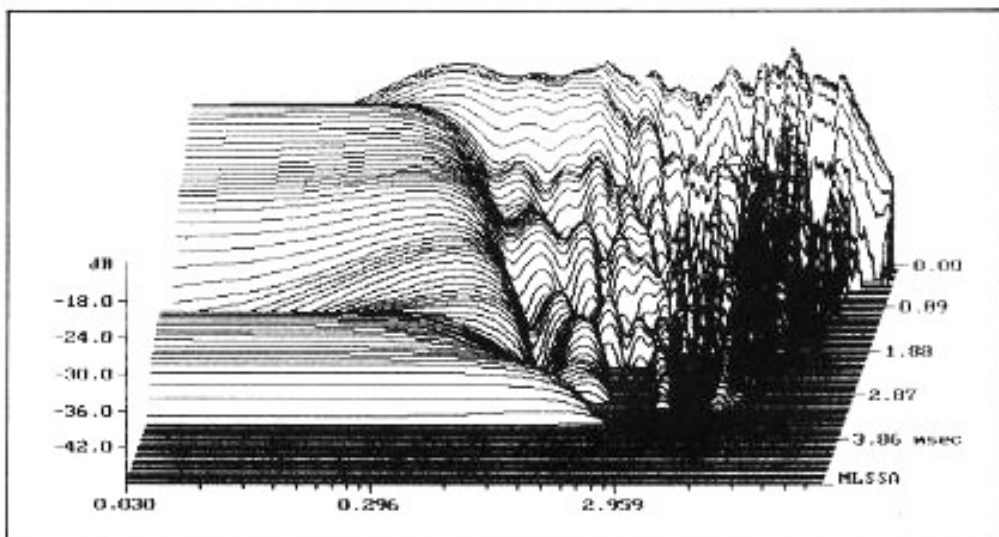


Fig. 5 : Un des énormes avantages de la mesure assistée par ordinateur concerne la possibilité de créer très facilement des courbes en trois dimensions. Ici, sur l'axe X nous avons les fréquences, sur l'axe Y l'amplitude du signal et sur l'axe Z le temps. La courbe amplitude/fréquence standard se trouve au temps 0,00 puis nous observons en fait un amortissement à chaque fréquence du signal entre 0,00 et 4,00 ms. Ceci a l'avantage de nous renseigner aussi bien sur les qualités du transducteur que sur les propriétés de la charge acoustique qui l'accompagne. Il est ainsi très facile de voir d'éventuels phénomènes d'écho provoqués par l'ébénisterie formant l'enceinte acoustique.

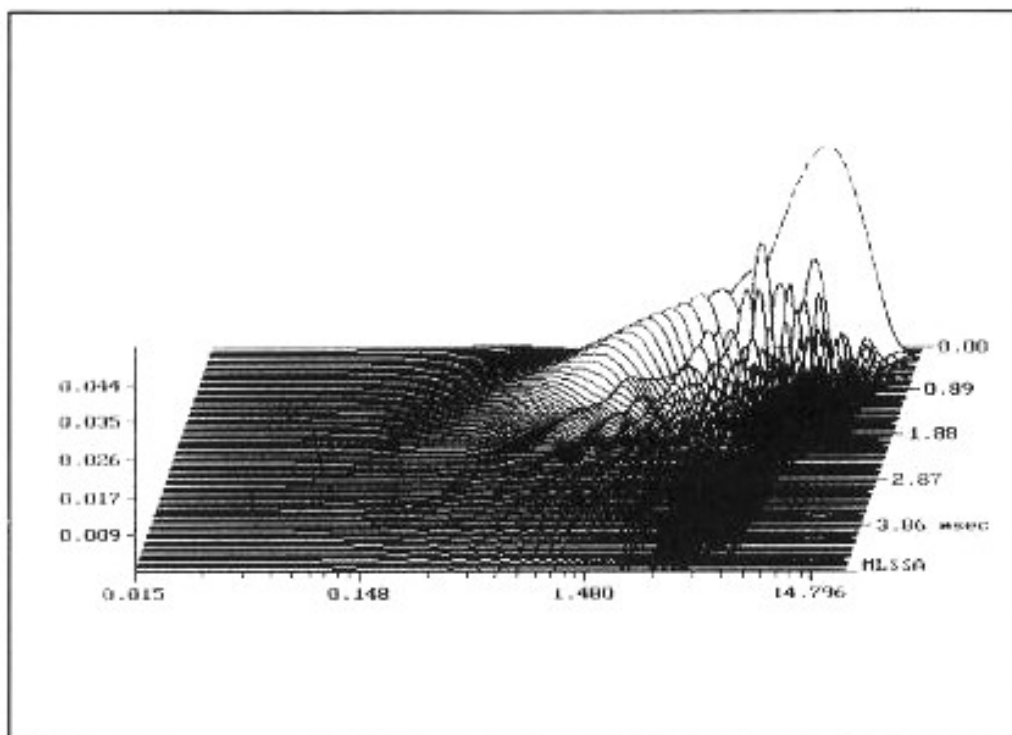


Fig. 6 : Nouvellement introduite chez les électroacousticiens, la distribution de Wigner nous informe sur les propriétés dynamiques d'un transducteur. L'idéal serait de n'obtenir sur un tel graphique aucune vague parasite et une seule courbe de type « gaussienne » possédant un très fort amortissement. Les courbes parasites sont la représentation d'accidents de la membrane, des suspensions, etc. Il s'agit en fait de la présence de signaux « fantômes » provoqués par diverses distorsions.

sante pour réaliser une conception d'enceinte acoustique assistée par ordinateur. Nous reviendrons en détail sur cette fonction dans le prochain numéro de L'Audiophile lors de la description du progiciel LEAP. LEAP est un programme de simulation et de conception d'enceintes acoustiques qui reprend les mesures des haut-parleurs effectuées sur Melissa et les interface avec un calculateur de filtre afin de simuler la réalisation d'une enceinte acoustique.

L'utilisation du programme

Pour les habitués de programmes tels que Multiplan, Word, etc., Melissa ne posera aucun problème particulier. L'ensemble des commandes se fait à partir d'un menu situé en bas de l'écran. Il suffit de taper la première lettre de la commande pour appeler le sous-programme correspondant.

Conclusion

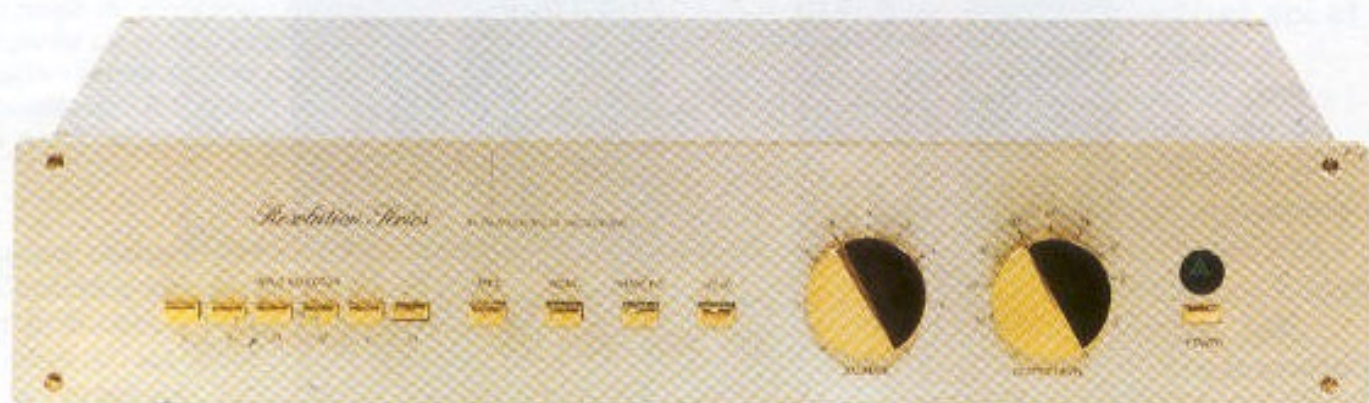
La précision des calculs effectués par Melissa dépend d'une part du nombre d'échantillons numérisés et d'autre part de la fréquence d'échantillonnage. Plus la fréquence d'échantillonnage sera importante plus l'analyse en haute fréquence sera possible. A une fréquence d'échantillonnage donnée, la précision dans le domaine fréquentiel dépendra du nombre d'échantillons utilisés. Melissa autorise un maximum de 65 535 échantillons, ce qui correspond à une analyse équivalente à la moitié de ce chiffre suivant le théorème de Shannon bien connu.

Dans le prochain numéro de L'Audiophile, nous étudierons le progiciel LEAP. A l'aide d'un micro-ordinateur et des deux programmes (MLSSA et LEAP) il est possible d'obtenir un outil de travail très élaboré pour la mesure et la conception d'enceintes acoustiques.

**Page non
disponible**

LES MUSES D'OR

Avril 92



à
l'ensemble
FM ACOUSTICS
RESOLUTION SERIES
FM811+FM266

Patrick Vercher

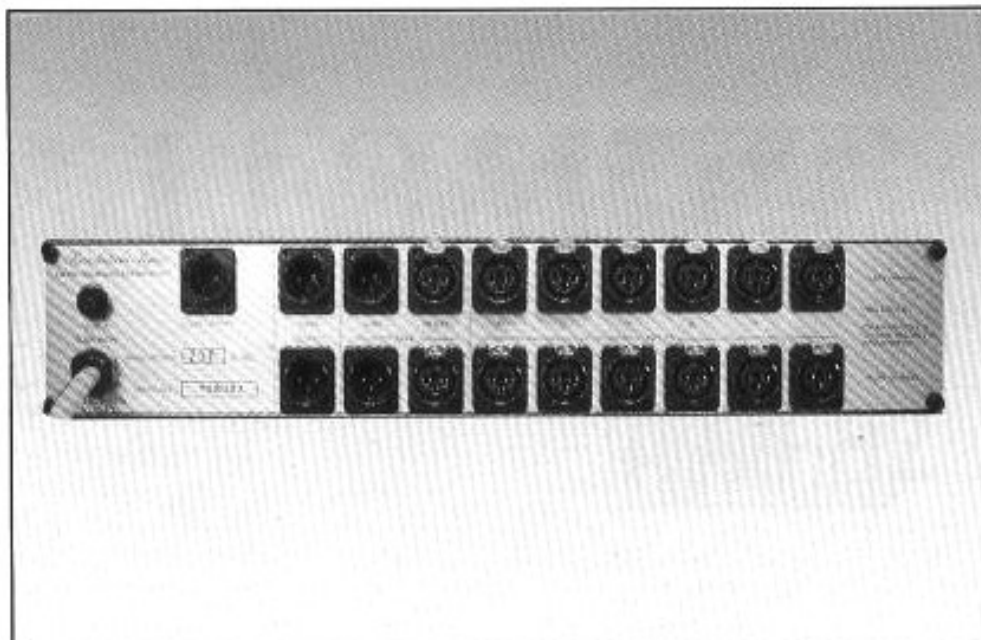
C

et ensemble préamplificateur et amplificateur de puissance

a été conçu absolument sans compromis, en tenant compte exclusivement des performances maximales à obtenir sur charge réelle complexe avec une sécurité de fonctionnement absolue.

Réalisé sans considération de prix de revient, cet ensemble se caractérise par une écoute à la fois très neutre et expressive sur n'importe quel type d'enceinte électrodynamique ou électrostatique. Conçus comme du matériel professionnel, ces appareils bénéficient d'une fiabilité hors pair avec, de surcroît pour l'amplificateur 811, un petit ordinateur intégré qui, en permanence, mesure de nombreux paramètres et contrôle ainsi le fonctionnement des circuits sans pour autant intervenir sur le trajet de modulation.

Avec ces électroniques, on sort réellement du domaine courant pour entrer dans le domaine de l'extrême avec une qualité de fabrication absolument irréprochable.



Vue arrière du préamplificateur FM 266 avec toute une série de prises symétriques d'entrées et de sorties commutées par des relais.

La société FM Acoustics a été fondée voici près de 20 ans par M. Manuel Hubert, ingénieur électronicien de haut niveau qui avait une passion pour la musique et toutes ses formes de transcriptions. Ses premières productions étaient réservées à un usage professionnel avec des amplificateurs, des filtres électroniques, des pupitres de mélange qui furent adoptés par un grand nombre de preneurs de son. Ces réalisations professionnelles dépassaient très largement les spécifications courantes des matériels pro traditionnels avec l'accent mis sur la plus grande fiabilité possible par l'utilisation de composants actifs ou passifs spécifiques. Petit à petit, les électroniques FM Acoustics se sont imposées aussi bien dans les studios d'enregistrement que ceux de radiodiffusion mais aussi au sein des sonorisations de grande qualité pour les spectacles grandioses. Mais sa passion pour l'audio ne s'est pas arrêtée à ce type de matériel, et pendant près de 7 années M. Hubert a effectué des recherches et développé des circuits pour préamplificateurs et amplificateurs de qualité « audiophile ». Ainsi naquirent les électroniques de la gamme

Resolution Series comprenant deux amplificateurs, le modèle 611 et le modèle 811 et deux préamplificateurs, 244 et 266. Ces électroniques reprennent une partie des configurations appliquées aux matériels professionnels, en particulier le contrôle permanent des performances le maintien de celles-ci dans le temps avec une fiabilité hors du commun. Ces électroniques réalisées sans le frein du coût de revient constituent un peu la « recherche du Graal » par cet assoiffé de perfection qui n'a jamais perdu de vue la finalité d'une électronique : l'écoute. Or celle-ci est à la hauteur des moyens électroniques déployés et cela avec n'importe quel type de charge (haut-parleurs électrodynamiques ou électrostatiques). A partir d'une configuration de circuits à transistors une nouvelle approche de la neutralité sonore absolue avec passage des hypercristes sans tassement de la dynamique vient d'être proposée.

Préamplificateur FM 266

Ce préamplificateur peut traiter six entrées haut niveau et une entrée magnétophone avec possi-

bilité de monitoring. Chacune de ces entrées s'effectue sur des prises canon XLR professionnelles symétriques. Il n'y a pas de prise Cinch asymétrique. Cependant les circuits de traitement du signal en entrée peuvent commuter automatiquement les signaux asymétriques qui pourraient se présenter aux prises XLR en signaux symétriques et cela sans faire appel à des amplificateurs opérationnels. C'est la première fois à notre connaissance qu'un préampli peut traiter aussi bien les entrées symétriques et asymétriques sans aucune intervention extérieure.

Ce préampli peut être réellement considéré comme purement symétrique des étages d'entrée jusqu'à ceux de sortie. Les impédances d'entrée et de sortie sont absolument linéaires sur toute la bande passante reproduite. Les étages de sortie peuvent attaquer n'importe quel type de charge avec une parfaite stabilité même dans le cas de fortes capacités, jusqu'à 100 nF (correspondant à un câble de modulation de 1 km de long !). Il n'y a donc pas de problème d'adaptation des étages de sortie à la nature des câbles ou des amplificateurs de puissance utilisés. Les étages de sortie sont capables de fournir un niveau jusqu'à +28 dB avec en corrélation un excellent rapport signal/bruit.

Les étages de gain sont encapsulés dans des petits modules, remplis de résine, aisément interchangeables pour faciliter la maintenance, enfichés sur le circuit imprimé principal. Les circuits de ce module restent secrets. Cependant le constructeur nous a certifié qu'aucun amplificateur opérationnel n'était utilisé, mais qu'il avait fait appel exclusivement à des composants discrets, transistors à très faible bruit de fond, dans une configuration classique purement symétrique mais sans contre-réaction et polarisation en classe A. Ces transistors sont

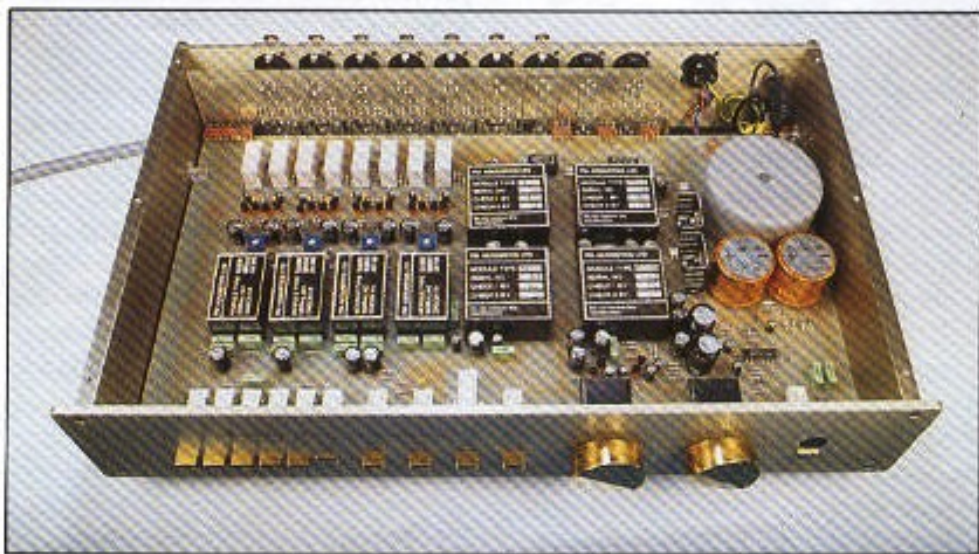
triés et appariés individuellement avec leur courbe de transfert tracée à partir d'un appareil de mesure extrêmement onéreux réalisé selon le cahier des charges du constructeur. Chacun de ces modules peut admettre un très haut niveau à l'entrée sans saturation, à la manière des étages à tubes. Ces étages de gain disposent de leurs propres circuits de régulation pour travailler dans des conditions idéales avec un très faible bruit de fond. Ainsi chacune des entrées est traitée individuellement par ces modules avec le maximum de précision et surtout une répétitivité parfaite des performances. Ces étages de gain en configuration réellement symétrique assurent une plus grande précision de traitement du signal, 40 à 60 dB supérieure, à bien des préamplis dits symétriques mais qui ne le sont pas véritablement.

Pour un préamplificateur de cette classe on peut s'étonner que l'alimentation soit incorporée au coffret principal. Le constructeur a prévu des liaisons ultracourtes et n'a pas voulu déroger sur ce point, aussi il a utilisé un transformateur toroïdal réalisé selon un cahier des charges avec un double blindage pour prévenir tout risque de rayonnement parasite. Les différents circuits de régulation sont localisés à proximité immédiate des modules de traitement du signal afin de réduire de manière importante l'impédance interne de l'alimentation. Toutes ces précautions ont un rapport direct avec un recul notable du bruit de fond et de la distorsion. Aussi les performances dépassent-elles celles des appareils de mesure conventionnels avec par exemple une bande passante qui s'étend sans filtre radio-fréquence de 1 Hz à 2 MHz (le constructeur a cependant atténué la réponse au-delà de 100 kHz avec un circuit filtre radio-fréquence à phase linéaire qui peut être by-passé pour des applications spécifi-

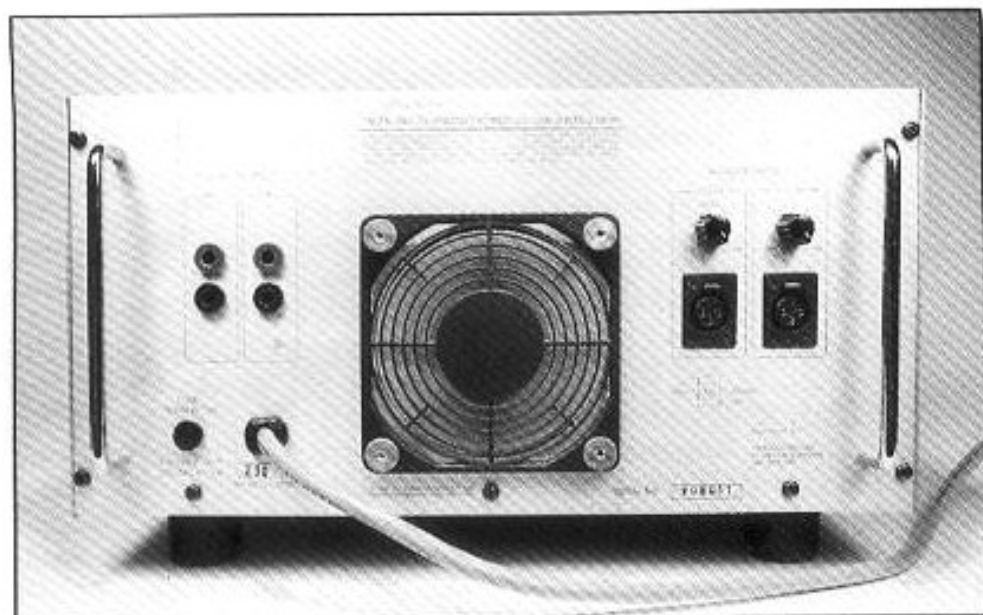
ques). Le rapport signal/bruit en dessous de 0 dBV est supérieur à -95 dBV. Pour un niveau de sortie maximal et de 20 Hz à 20 kHz, le rapport signal/bruit est supérieur à -120 dB. Le niveau maximum de sortie est de +28 dBV (18,5 V RMS) dans une charge symétrique de 4,7 k Ω . L'impédance de sortie est inférieure à 10 Ω . La séparation entre canaux reste toujours supérieure à 95 dB. Les taux de distorsion par harmonique et intermodulation pour 1 V en sortie sont inférieurs à 0,003 %. Parmi tous les détails de fabrication qui font la différence par rapport à d'autres préamplis, on peut noter l'utilisation de potentiomètres de réglage et de balance entièrement scellés, avec pistes à film plastique conducteur. Ces potentiomètres sont sélectionnés individuellement afin que l'écart entre deux pistes ne soit pas supérieur à 1 dB sur une plage d'utilisation de 55 dB. Ces réglages de balance et de volume sont totalement isolés des étages de gain par des circuits buffers travaillant en pure classe A. Les transistors qui sont utilisés dans les circuits de gain encapsulés dans les modules

vus plus haut sont triés et appariés individuellement afin de trouver les paires parfaitement complémentaires. Ainsi pour un seul module, le tri peut porter jusqu'à 400 transistors pour trouver la paire réellement complémentaire.

Les entrées sont commutées par toute une série de relais entièrement blindés à quatre contacts or. Ainsi le signal audio ne traverse pas tout le préampli mais est traité à proximité immédiate des prises symétriques d'entrée. La gestion de commande de ces relais dispose d'une temporisation pour éviter tout bruit parasite. Cette même temporisation s'effectue à l'allumage afin que les circuits se stabilisent. On dispose aussi d'un inverseur de phase absolue de 180° qui s'effectue directement au niveau des étages de sortie et qui ne fait pas appel à un circuit additionnel. Ainsi les performances entre en phase et hors phase sont strictement identiques en matière de distorsion. On pourra ainsi comparer valablement les deux possibilités et obtenir la phase correcte qui a présidé aux enregistrements. De nombreux disques CD sont sou-



Vue interne du préampli FM 266, avec ses modules interchangeables de traitement du signal. Ces modules renferment des circuits à base de composants discrets selon une configuration symétrique et polarisation en classe A.



Vue arrière de l'ampli 811 avec ses prises d'entrées symétriques et ses grosses fiches bananes de sortie entre autres le ventilateur de dissipation thermique.

vent enregistrés hors phase absolue.

De même pour le contrôle de monitoring sur magnétophone, le 266 utilise des circuits buffers en classe A à partir de composants discrets qui isolent le haut niveau de sortie de la charge qui suit. Cela évite l'influence néfaste des non linéarités en fréquence, de compression dynamique du signal. Il n'y a pas de limitation en fonction des magnétophones utilisés qui ont souvent des différences d'impédance très grandes entre entrées et sorties.

Pour éviter les effets microphoniques, le circuit imprimé est monté par l'intermédiaire de supports en caoutchouc et Delrin faisant office de suspension par rapport au coffret principal réalisé avec des panneaux en aluminium brossé de 2 cm d'épaisseur plus des plaques de fond et de dessus en alliage amagnétique. L'ajustage mécanique des 16 prises XLR est d'une robustesse à défier le temps, à la manière des machines professionnelles. Ces prises sont en liaison électrique directe avec un circuit imprimé support dont les pistes ont été dessinées afin d'éviter tout risque de diaphonie.

Ce préampli subit avant d'être commercialisé toute une série de tests sur table vibrante, mise en chauffe pendant plusieurs journées et contrôle systématique des performances après ces différentes tortures.

Amplificateur 811

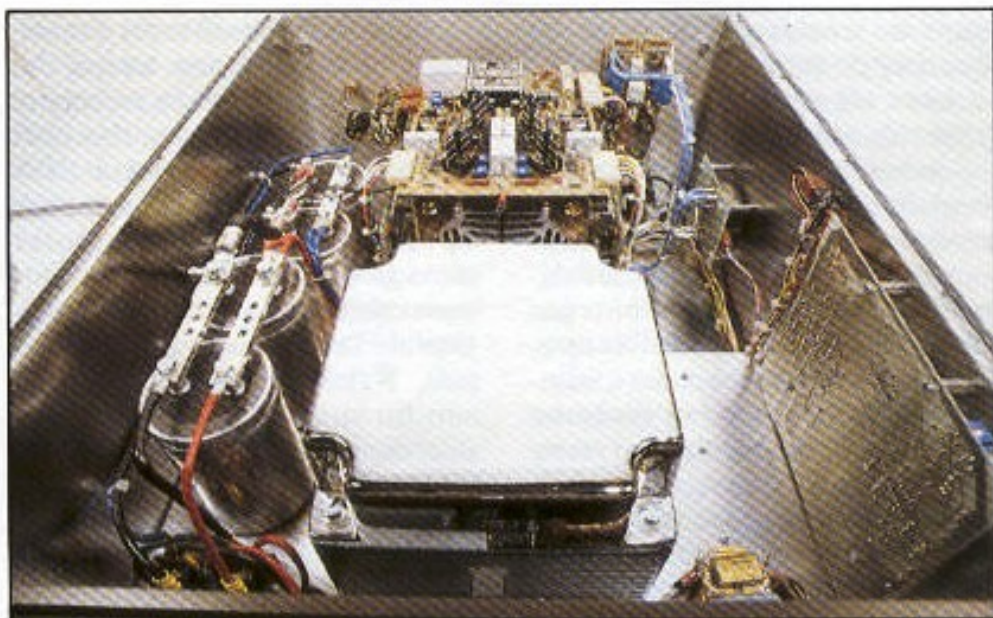
Cette unité de puissance stéréophonique de près de 60 kg (!) est capable de fournir 400 W par canal avec des taux de distorsion totalement négligeables et une sécurité de fonctionnement que l'on ne trouve que sur les amplis professionnels de la même marque. Particulièrement imposante, cette unité de 45 x 25 x 55 cm se présente de superbe façon avec sa façade massive finement polie selon une technique laser qui assure une absence totale de grain de surface. Deux fenêtres éclairent cette façade, l'interrupteur de mise sous tension qui s'illumine en bleu et l'indicateur alphanumérique de fautes de fonctionnement. En effet, cet amplificateur se distingue des autres unités de puissance par son « micro-ordinateur » incorporé qui contrôle en permanence son fonctionnement et assure la sécurité de fonctionnement. En effet, cet

« ordinateur » reçoit à partir de multiples capteurs des informations à différents stades des circuits. Tout d'abord la température à partir de trois capteurs placés sur le tunnel de refroidissement des transistors de puissance. Ensuite il mesure en permanence l'impédance de charge aux bornes de sortie haut-parleurs. Enfin il détecte la présence de courants continus et aussi de hautes fréquences en sortie. En cas d'écart entre les valeurs idéales stockées dans les mémoires de l'ordinateur et les données qui sont relevées 20 fois par seconde, le dit ordinateur coupe automatiquement le courant d'alimentation de l'ampli de puissance et débloque le relais de protection du haut-parleur en sortie. Ainsi même dans des conditions très sévères de fonctionnement, ce super-système de protection évite tout risque de « claquage » des transistors de puissance et protège les enceintes. Ces différentes protections ne jouent pas sur le signal audio. Pour les relais il est fait appel à des modèles spéciaux à 16 contacts parallèles capables de commuter 2 500 W !

Autre particularité de cet amplificateur, chaque étage d'amplification (il y en a 7 au total dans le 811) a sa propre alimentation avec une liaison de masse spécifique allant à un point central selon une configuration en étoile. Ce principe évite les risques de modulation par la terre et garantit de très faibles impédance et résistance ainsi qu'un minimum d'influence d'un étage sur l'autre. Pour ces différentes raisons, l'amplificateur stéréophonique 811, en un seul châssis, égale et surpasse en performances les blocs mono. Pour obtenir une capacité dynamique très importante, l'alimentation a été particulièrement soignée. Contrairement à ce que l'on pouvait attendre, il n'y a pas de double transformateur toroïdal mais un unique transforma-

teur gigantesque de plus de 40 kg de configuration classique. Le constructeur préfère cette solution d'un transformateur unique surdimensionné par rapport à deux transformateurs de puissance deux fois inférieure. Explication : le gros transformateur répondra mieux à la sollicitation instantanée d'un canal par rapport à l'autre, d'où une capacité dynamique plus importante car il est impossible que les deux canaux soient sollicités de manière identique. Ce transformateur a été spécialement réalisé pour FM Acoustics et possède des caractéristiques étonnantes avec une capacité de 2 900 VA en continu et 9 kVA sur des pointes répétitives. Des valeurs pratiquement impossibles à atteindre avec un transformateur toroïdal. Cependant, ce gigantesque transformateur, s'il s'avère classique dans sa configuration, utilise pour son circuit magnétique des plaques d'acier de très hautes performances, avec grain orienté (utilisé seulement par l'armée suisse et FM Acoustics). Chacune des plaques est montée minutieusement pour obtenir un maximum de rigidité et éviter tout bruit mécanique (ce qui est trop souvent le cas avec des amplis de forte puissance). La technique d'enroulement est très particulière avec un revêtement isolant qui peut tenir jusqu'à 4 000 V ! La résistance interne de ce transformateur est beaucoup plus basse que celle des transformateurs standards. De même pour les capacités de filtrage, le choix s'est orienté vers des modèles ayant une résistance-série aussi beaucoup plus basse que les capacités équivalentes, avec un fonctionnement plus linéaire sur une large bande de fréquences.

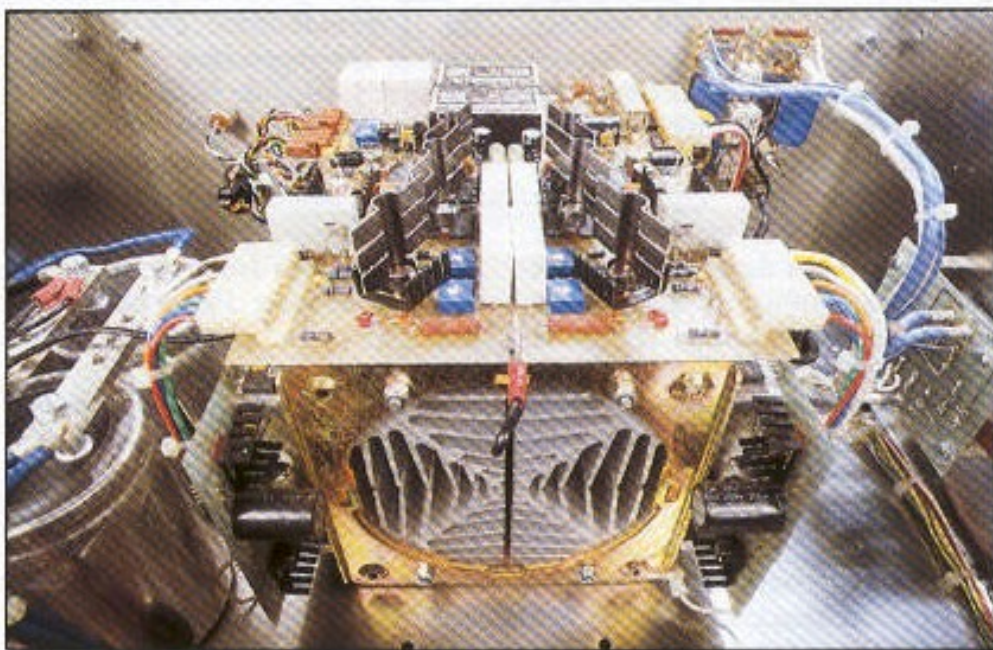
Les circuits audio sont ainsi alimentés individuellement sous basse impédance avec un minimum de bruit. Tous les circuits d'amplification du signal sont regroupés autour d'un tunnel



Vue de dessus de l'amplificateur 811 côté du gigantesque transformateur ; à droite, le circuit de l'ordinateur qui reçoit toutes les informations et contrôle le bon fonctionnement des divers étages d'amplification.

formé par les ailettes de gigantesques radiateurs thermiques. A l'entrée de ce tunnel on trouve un ventilateur électrique dont le fonctionnement est silencieux activant l'évacuation rapide des calories excédentaires. Cela n'est pas inutile quand on sait que les premiers étages travaillent avec une polarisation en classe A et que l'on trouve pas moins de 24 transistors bipolaires en sortie. Ces transistors sont fabriqués

spécialement pour FM Acoustics. Chacun de ces transistors dispose d'une puce dont la surface est 5 fois plus importante que sur un transistor équivalent (250 V/30 A). Cette puce est enfermée dans un boîtier céramique. Toujours par rapport à un transistor conventionnel, la vitesse de commutation est 10 fois supérieure. Quand le constructeur reçoit ces transistors de puissance, il les passe un par un



Vue de dessus côté « tunnel de refroidissement » des transistors de puissance spécifiques à FM Acoustics. De part et d'autre se trouvent les circuits des étages de gain prédrivers et drivers.

dans un analyseur qui trace les courbes de transfert.

Les transistors sont ainsi appariés statiquement et dynamiquement avec des courbes de transfert identiques. Grâce au maintien de ces performances par couple de transistors, les circuits d'amplification n'ont pas besoin d'un taux de contre-réaction important pour « masquer » un déséquilibre entre les deux branches. Seulement cette solution sans compromis est très onéreuse car un grand nombre de transistors est mis au rebut. De l'entrée à la sortie on trouve tout d'abord un étage symétrique (l'entrée s'effectuant selon ce mode) travaillant en classe A. Pour obtenir un fonctionnement réellement symétrique le mode commun de réjection est de 90 dB. Ensuite on trouve trois étages de gain en tension puis un étage pré-driver qui attaque ensuite l'étage driver des transistors de puissance. Cette configuration avec de nombreux étages a été voulue par le constructeur pour maintenir une parfaite stabilité de fonctionnement avec une très large capacité dynamique sans pour autant augmenter le bruit de fond. La réalisation mécanique et électrique est digne des orfèvres suisses en matière d'horlogerie sans aucune considération de prix de revient. La fiabilité est le souci n° 1 mais la facilité de maintenance n'a pas été oubliée. Le constructeur garantit les performances sur une large plage de température et sous des conditions d'humidité très élevées. Comme pour le préamplificateur, l'amplificateur subit toute une série de tests durant trois jours après des mises en chauffe successives et passage sur table vibratoire. Les mesures que nous avons pu effectuer attestent de la parfaite conception des circuits avec en particulier un rapport signal/bruit proche des 120 dB en linéaire sans aucune trace d'harmonique de 50 Hz ! L'ali-

mentation est réellement fantastique. La puissance atteint les 400 W les deux canaux en service sur charge de 8 Ω avec des taux de distorsion se situant à deux zéros après la virgule. Le spectre de distorsion est très régulier dans la décroissance de ses harmoniques et ne varie pas en fonction de la puissance ni des charges. Extrêmement stable dans son fonctionnement, même avec une capacité en sortie, le 811 a un temps de récupération très court.

L'écoute

Patrick Vercher

Tout le système FM Acoustics 266 + 811 a été écouté en symétrique en conjugaison avec le lecteur CD Studer sur sa sortie symétrique et deux types d'enceintes acoustiques, l'une à faible rendement et l'autre à haut rendement. Dans les deux cas l'ensemble FM apporte une ampleur de restitution encore inconnue à ce jour, avec des différences de niveaux très marquées même à forte puissance là où les autres électroniques s'écroulent. Cela « pousse » uniformément de l'extrême-grave à l'extrême-aigu sans phénomène de prépondérance du médium quand on augmente le volume sonore. Ainsi contrairement à bien des amplificateurs à transistors de forte puissance, on n'assiste pas à cet effet porte-voix désagréable ni à cette simplification des timbres mêlée de confusion dans l'analyse systématique des divers groupes d'instruments.

Le 811 contrôle les haut-parleurs dans l'extrême-grave avec une tenue et une vigueur insoupçonnées. Il n'y a pas de place pour le traînage ou de laissez-aller, le haut-parleur accélère rapidement mais ne continue pas sur sa lancée une fois que la note s'est « éteinte ». Tout est placé dans un cadre rigoureux sans effet de roman-

tisme ou de sur-douceur mais avec une vigueur que l'on rencontre en direct dans les salles de concert ou dans les studios d'enregistrement. L'environnement acoustique du lieu de la prise de son n'est pas estompé, tous les multiples détails de très faible niveau sont restitués avec une amplitude exacte par rapport à l'information principale. Sur le « Jazz at the Pawnshop II », l'ambiance du cabaret devient d'un seul coup évidente, tout est intégré, les bruits des consommateurs, les artistes qui se mettent en train, avec une cohésion de diffusion que l'on ne rencontre que sur les électroniques à tubes prestigieuses. Cette rigueur ne laisse pas de côté un certain caractère chantant, fort agréable dans le médium, évitant toute lassitude auditive. L'accentuation des temps forts du tempo est bien marquée. A notre avis, il ne faut surtout pas dissocier le couple préampli et ampli qui sont vraiment complémentaires. Rarement association a été aussi bien réussie, autant en matière de qualité de timbre que de caractère expressif. La différence se creuse avec les autres électroniques quand le message sonore se complique (chœur avec de nombreux participants, orchestre symphonique au complet...) où l'analyse reste toujours d'une intelligibilité parfaite avec le 811 même à fort niveau tout en gardant une focalisation précise des solistes qui ne dérapent pas d'un canal à l'autre. Les changements d'une prise de son à l'autre sont très marqués prouvant une grande transparence de l'ensemble mais aussi que ces électroniques n'ajoutent pas de caractère particulier agréable ou non à la source originale. Aussi les FM Acoustics ne font pas de cadeaux aux prises de son incertaines, aux déséquilibres de balance tonale, aux lecteurs CD qui ne sont pas à la hauteur. Par contre ils permettent de tirer pleinement parti d'enceintes dif-

ficiles présentant une charge complexe en assurant une transcription qui ne fluctue pas en fonction de la puissance, mais avec un remarquable équilibre entre de nombreux paramètres, respect des timbres, dynamique, perspective sonore. Deux réalisations sans compromis auxquelles on peut ajouter le petit frère, le 611, qui est très proche quant à ses qualités auditives du 811 avec un suivi mélodique très aisé ainsi qu'une capacité dynamique très largement suffisante même avec des enceintes à faible rendement.

Jean Hiraga

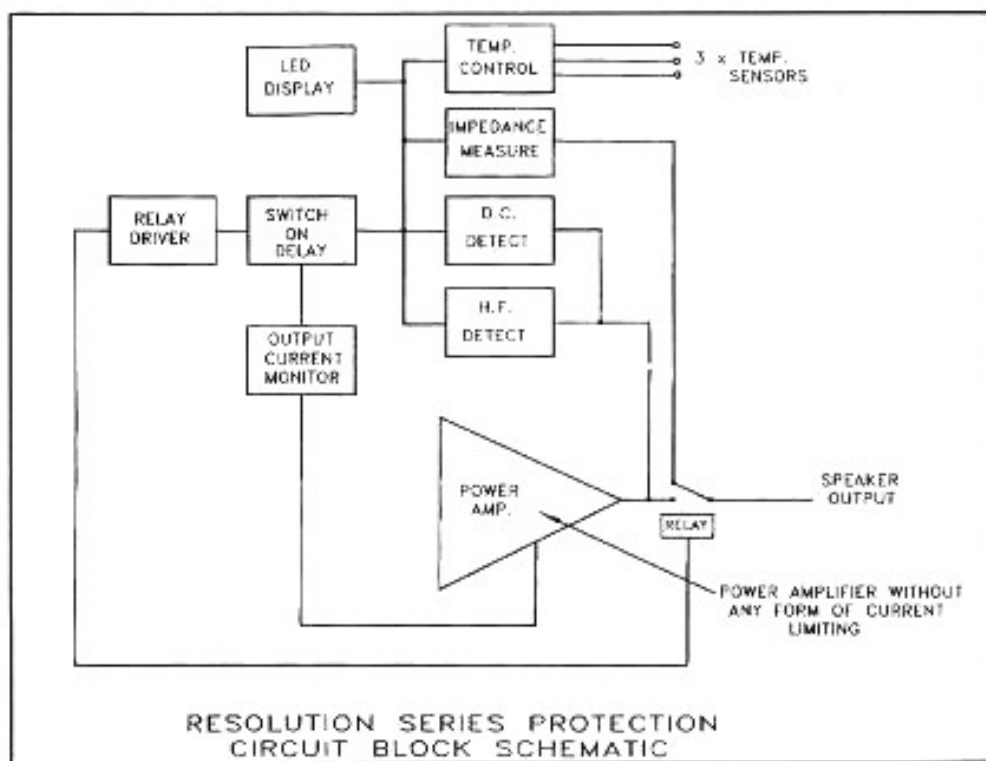
L'amplificateur FM Acoustics FM 811 et le préamplificateur FM 266 qui le précède ont atteint dans divers pays comme le Japon une réputation plus qu'enviable parmi les maillons de très haut de gamme. De toute évidence, ce célèbre constructeur suisse ne semble pas être du genre à faire quelques compromis que ce soit dès que celui-ci peut risquer d'affecter les performances d'écoute ou de mesure. Cette attitude de puriste en la matière nous fait comprendre pourquoi FM Acoustics a opté pour le « tout symétrique » du côté préamplificateur ou du côté des entrées de l'amplificateur. De même, sur l'amplificateur FM 811, les prises haut-parleurs traditionnelles font place ici à des prises bananes géantes pratiquement quasi-introuvables sur le marché, une restriction que l'on pardonne très vite tant la qualité des contacts est rassurante. En effet, on sous-estime beaucoup trop l'importance de la qualité à attribuer aux contacts à ce niveau, de même que l'on n'est pas toujours conscient de la valeur que peut atteindre le courant en régime transitoire sur des charges aussi basses que 1 ou 2 Ω .

Abordons l'écoute pour dire tout d'abord que l'association FM 266 + FM 811 semble être la seule combinaison capable de

mettre en valeur autant de qualités issues soit des maillons pris séparément, soit de l'ensemble. Sur la totalité de la bande audio, les enceintes semblent contrôlées, maîtrisées parfaitement par les électroniques. Des sortes de « laissez-aller », de trainage que l'on avait pu remarquer de temps à autre sur les enceintes disparaissent totalement ici et font place à un pouvoir de résolution remarquable, lequel semble n'être limité que par la qualité même de chaque enregistrement. Il faut remercier également les liaisons symétriques généralisées qui contribuent à donner aux plans sonores, aux sources, un effet particulièrement réaliste. Les capacités en puissance instantanée, en accélération de cet ensemble en font un cas à part, ceci au point qu'il devient nécessaire de se familiariser quelques instants avec son style d'écoute afin de pouvoir dépasser le « choc » des premières impressions et d'être enfin en mesure de pouvoir quantifier différents paramètres subjectifs. Quant au

pouvoir d'analyse, il est très poussé mais avec des effets subjectifs naturels sans la moindre « bizarrerie » quel que soit le type de signal ou de timbre qui est soumis à cet ensemble. Il faut reconnaître ici les avantages indéniables des montages simples, non contre-réactionnés et naturellement performants. La mise systématique sous forme de modules inviolables des circuits principaux, constitue sur ce point une forme de protection anti-copie très efficace et vaut bien une certaine discrétion de la part du constructeur.

Par ailleurs, il faut également reconnaître le fait que les amplificateurs réunissant les mêmes qualités subjectives sont rarissimes d'une part, et que, d'autre part, ceux qui offrent en plus des possibilités aussi démesurées en matière de puissance sans restriction au niveau des impédances de charge sont introuvables. C'est de ce point de vue et sur l'ensemble de ces critères que les FM 811/FM 266 méritent largement l'attribution des Muses d'Or.



Bloc diagramme fourni par FM Acoustics du système de contrôle de fonctionnement des circuits d'amplification ; avec : les sondes de température, le niveau de l'impédance de charge, le détecteur de courant continu et de haute fréquence et les différents relais.

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

27

ENCEINTES ACOUSTIQUES



*Voici notre désormais
classique rendez-vous de printemps :
le panorama consacré aux enceintes acoustiques.
Les très nombreux nouveaux modèles présentés
montrent, si besoin était,
l'étonnant dynamisme de ce domaine.*

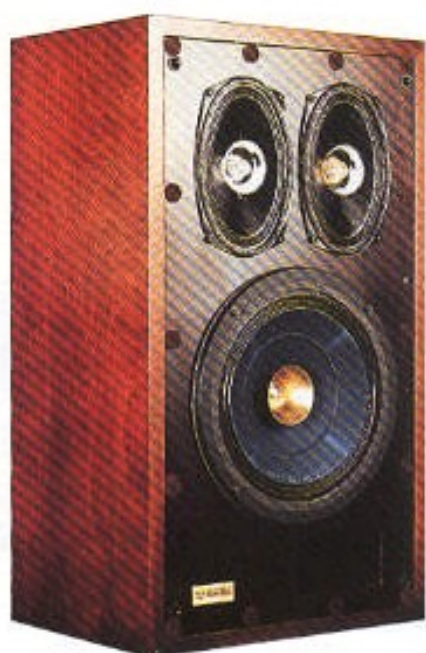
*La diversité des formes, des finitions
ne cessent d'enrichir la palette des choix.
L'enceinte acoustique, maillon spécifique
dans la chaîne haute-fidélité,
est désormais considérée comme un élément
à part entière de l'environnement domestique.
Il ne faudrait pas cependant
en déduire trop hâtivement
qu'il ne s'agit là que de critères marketing.
Les choix techniques ne sont pas en reste
avec des configurations de plus en plus complexes
autorisant des esthétiques raffinées
sans sacrifier, loin s'en faut,
les qualités intrinsèques de transduction sonore.*

*Le visuel de ce panorama
est regroupé par familles d'enceintes,
celles dites « de bibliothèque » (l'échelle est respectée dans ce cas),
celles à poser au sol,
enfin les panneaux.*

*Le visuel est suivi par les exposés
des caractéristiques techniques
et les appréciations subjectives.*

**TOUS LES MODELES ONT FAIT L'OBJET
D'UNE ECOUTE COLLECTIVE.
L'ordre alphabétique a été adopté.**

Marques	Pages	Marques	Pages
AHL	50	MORDAUNT-SHORT	55
B&W	50	MULIDINE	55
CABASSE	50	ONKYO	55
CONFLUENCE	51	PIONEER	56
DAVIS	51	PROAC	56
ELIPSON	51	REHDEKO	56
HEYBROOK	52	RAM	57
JM LAB	52	SONY	57
J.M. REYNAUD	52	TANNOY	57
JVC	53	TDL	57
KENWOOD	53	TECHNICS	58
LECTRON	54	VISION	
LINAEUM	54	ACOUSTIQUE	58
LOWTHER	55	YAMAHA	58



REHDEKO
RK 145-4S



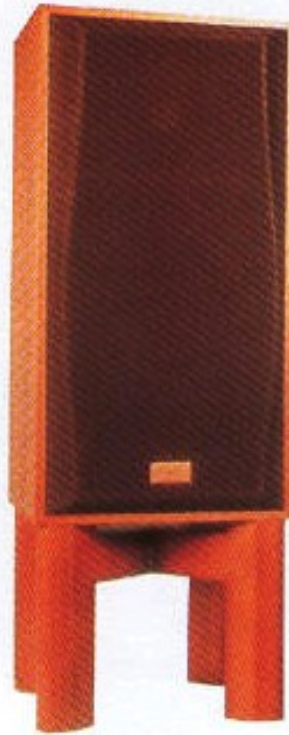
LINAEUM
LFX



PROAC
SUPERTABLETTE MK II



B&W
SILVER SIGNATURE



SONY
LA VOCE



KENWOOD
LS 500 G



YAMAHA
NS 1000 M



LOWTHER
THE BICOR 2000



JVC
SX 911



**CABASSE
DORIS**



**TECHNICS
SB-MX 200**



**PIONEER
PROLOGUE S 55**



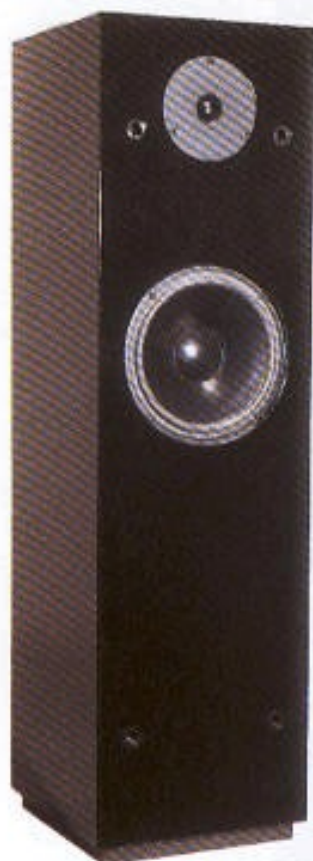
**MULIDINE
ARCADE**



**HEYBROOK
SEXTET**



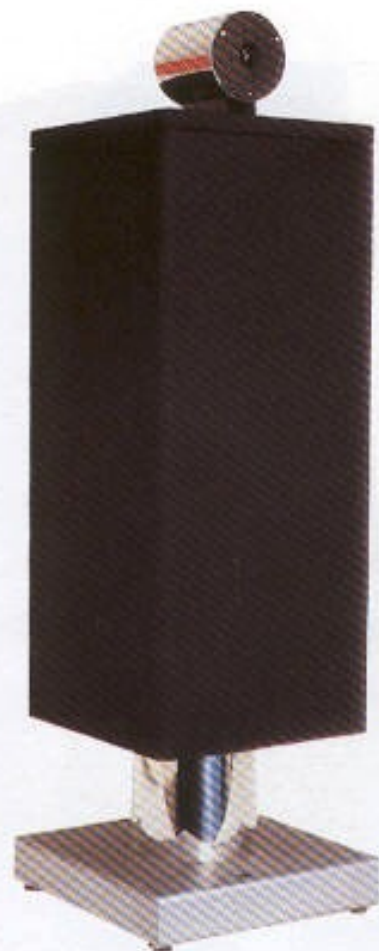
**T.D.L.
STUDIO 1**



R.A.M.
OSIRIS



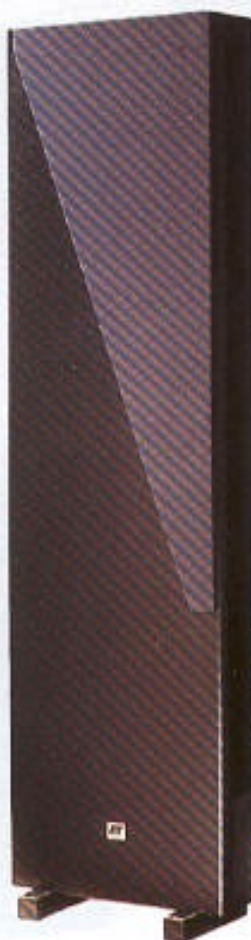
MORDAUNT-SHORT
CLASSIC 40



LECTRON
MODELE 2



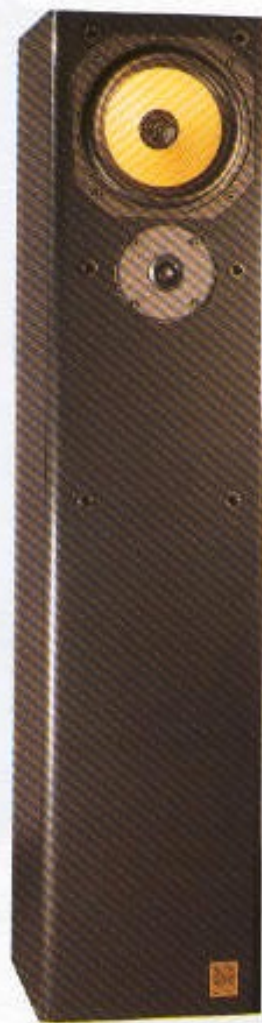
TANNOY
615



J.M. REYNAUD
E.M.P.



CONFLUENCE
SOLSTICE



VISION ACOUSTIQUE
OSMOSE



JM LAB
SPECTRAL 913



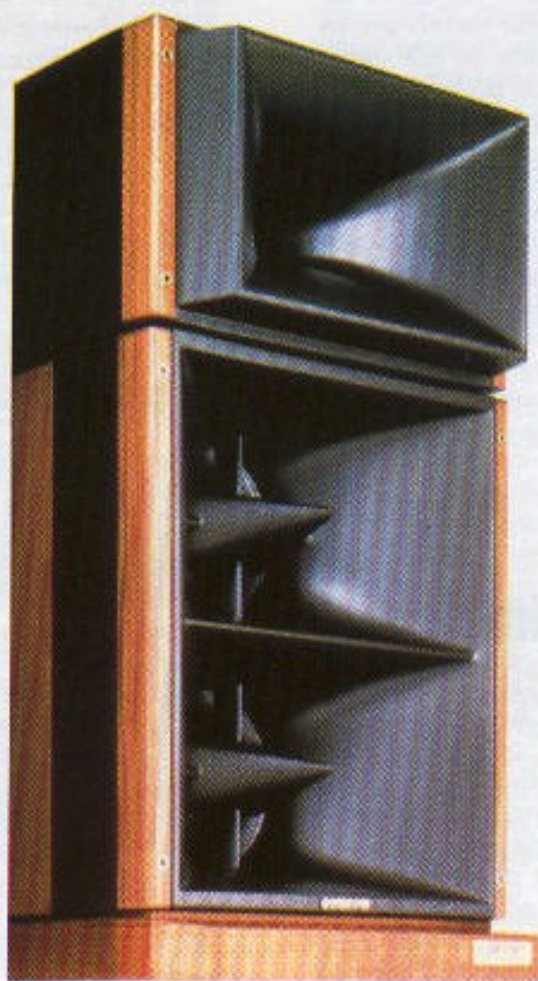
ELIPSON
ISIS



A.H.L.
SWAN



DAVIS
KLARENS



ONKYO
GS 1

AHL

Type : Swan

Prix indicatif : 80 000 F

Les systèmes électrostatiques Swan conçus et réalisés par la société française AHL a qui l'on doit les grands panneaux ioniques larges bandes Toltèque et électrostatiques Modèles U.S.A. et Japonais (voir notre précédent numéro), propose une restitution sonore de grande neutralité. La linéarité en fréquence est absolument exemplaire liée à une phase parfaitement maintenue. A l'écoute de ces systèmes électrostatiques on découvre un autre monde sonore où la précision d'analyse est pratiquement absolue avec une répartition d'énergie uniforme de l'extrême-grave à l'aigu sans les classiques phénomènes d'intermodulation. Pour un électrostatique large bande la tenue dans le grave dépasse les critères couramment admis avec ce type de transducteur. Ces panneaux descendent réellement très bas sans aucun risque de flashage. Sur les messages sonores les plus complexes, les Swan analysent scrupuleusement chaque pupitre, sans confusion possible ni effet d'instabilité de l'image stéréo. Les voix atteignent ici une vérité surprenante à tel point qu'une personne non prévenue qui rentre dans le salon d'écoute aura vraiment l'illusion de quelqu'un qui chante en direct. Ce grand système est composé de trois transducteurs électrostatiques dument mis au point par l'un de nos plus inventif acousticien M. J.C. Fourrière à qui l'on doit le haut-parleur à large bande à plasma froid. Chacune des cellules électrostatiques est composée de deux électrodes perforées de 84 x 14 cm entre lesquelles est tendue une membrane en Mylar dont l'épaisseur est différente selon qu'elle transcrit le grave ou le médium-aigu. Cette membrane est enduite d'un revêtement spécial afin que la répartition des charges électrostatiques s'effectue correctement. Pour un contrôle parfait de la directivité, un réseau de résistance assure une transition imperceptible entre le médium et l'aigu. La tension de polarisation élevée à 4 200 V favorise la qualité de la réponse transitoire et le rendement. La très belle fabrication du cadre support évite tout risque de résonance parasite. Il s'agit d'un système de l'extrême qui peut être considéré comme un point de référence incontestable capable d'une transcription en vraie grandeur sans aucune limitation de la puissance admissible.

AHL, BP 5. 30311 Alès Cedex. Tél : 66.30.78.94.

B&W

Type : Silver Signature

Prix indicatif : 52 000 F la paire

Pour fêter dignement ses 25 ans d'existence, l'équipe d'ingénieurs de B.W. a réalisé un système deux voies absolument sans compromis et sans considération de prix de revient. Ce système compact (45 x 25,4 x 4,5 cm) est la synthèse de toute l'expérience de ce constructeur dont la musicalité des produits n'est plus à vanter. B.W. a été l'un des premiers constructeurs à optimiser ses circuits de filtre sur ordinateur tout en affinant les résultats à l'écoute et en allant plus loin dans la quantification de certaines performances qui n'échappent pas à l'oreille. Aussi la Silver Seven a été conçue du filtre jusqu'aux haut-parleurs en tenant

compte d'un énorme cahier des charges afin « qu'elles disparaissent » devant la musique à reproduire. Pour ce faire le coffret extrêmement rigide fait appel à une structure interne de cloison de type « casier à bouteilles », rempli de mousse absorbante anihilant à la source toute vibration parasite. Le haut-parleur de grave a été étudié avec le même souci de légèreté et de rigidité pour sa membrane que pour les précédents modèles mais avec une structure de fibres de Kevlar légèrement différente suite à l'analyse précise par interférométrie laser des phénomènes de rupture de mode de propagation en fonction de la fréquence. Ainsi le profil curviligne a pu être optimisé pour ce 17 cm chargé en bass-reflex avec un large évent circulaire débouchant à l'avant de l'enceinte. Pour éviter toute perte d'informations la bobine mobile est bobinée avec du fil d'argent pur sur support Kapton. Le tweeter est placé sur le dessus de l'enceinte au sein d'une ogive pour éviter tout phénomène de diffraction. Son dôme de 26 mm de diamètre est mis en mouvement par une bobine elle aussi en argent pur. Le filtre extérieur à l'enceinte pour éliminer tout risque de perturbations magnétiques fait appel à un câble de liaison en fil d'argent lui aussi. Les performances en linéarité de cette enceinte ont de quoi donner des cauchemars aux ingénieurs des autres firmes d'enceintes acoustiques. La courbe de réponse tient entre 60 Hz et 20 kHz dans un canal de 2 dB ! avec une mise en phase acoustique absolument rigoureuse. L'écoute des Silver Seven procurent une impression spatiale étonnante avec un relief saisissant. Elles s'effacent réellement devant la musique à reproduire tant elles savent restituer les ambiances des salles de concert ou studios d'enregistrement. Elles ont de plus une tenue en puissance impressionnante par rapport à leur taille et peuvent rivaliser avec des systèmes nettement plus volumineux en matière de définition dans le grave. C'est une enceinte pour mélomane perfectionniste qui recherche une transcription réaliste de l'intensité d'une interprétation, sans effet flatteur mais en respectant le jeu des artistes. Un système qui sous ce volume bouleverse bien des idées couramment admises.

Marantz France, 4, rue Bernard Palissy. 92600 Asnières. Tél : 47.90.65.92.

CABASSE

Type : Doris

Prix indicatif : 4 500 F pièce

Ce système trois voies est capable de reproduire des niveaux sonores d'intensité élevée (jusqu'à 120 dB) avec un minimum de distorsion et une directivité bien contrôlée. De récentes études sur le comportement des systèmes de haut-parleurs dans différents types d'acoustique ont permis d'établir un protocole de mesures qui permet de cerner et de quantifier les paramètres que l'on retient véritablement à l'écoute. Ainsi avec la Doris, l'homogénéité de la puissance totale rayonnée est proche de la perfection dans un environnement domestique conventionnel. Mais c'est surtout dans la réduction des phénomènes d'intermodulation que les résultats sont les plus spectaculaires. En effet, à partir d'une enceinte aisément logeable (64 x 30 x 30 cm) on peut écouter à niveau réaliste un grand orchestre symphonique sans pour autant que les interprètes se chevauchent ou que l'on ressente des effets de projection ou de désé-

équilibre tonal vers le haut-médium-aigu. Sur des petites formations de jazz les Doris s'avèrent d'une vérité hallucinante. Les instruments à percussion, les cuivres «sonnent» juste sans phénomène de tassement dynamique, sans distorsion insoutenable sur les hyper crêtes. Sur les voies féminines et masculines la présence est superbe avec une prononciation intelligible sans accentuation des sifflantes. Il est extrêmement rare de retrouver une telle fraîcheur, un tel pouvoir d'expression à partir d'un système électrodynamique. Au niveau des haut-parleurs on retrouve les éléments qui ont fait le succès de la marque. Ainsi le haut-parleur grave-bas-médium de 21 cm de diamètre possède une membrane à structure alvéolaire à la fois rigide et légère. Ce haut-parleur ainsi que le médium de 12 cm sont montés sur un contre-baffle qui les décalent par rapport au tweeter pour une mise phase acoustique correcte. Ce tweeter est le célèbre dôme 2 à membrane hémisphérique rigide, étudié et réalisé pour tenir les plus hauts niveaux sans distorsion avec une très haute précision dans l'analyse. La puissance répétitive peut atteindre 700 W. Une très grande enceinte, insensible à l'environnement acoustique extérieur, capable d'une analyse des messages sonores les plus complexes.

Cabasse, Kergonan, 29287 Brét Cedex. Tél : 98.02.14.50.

CONFLUENCE

Type : Solstice

Prix indicatif : 6 420 F la paire

Nous apprécions tout particulièrement les enceintes de ce constructeur qui a su trouver une esthétique sonore hautement musicale, sans coloration désagréable. Cette ambiance «concert» est une permanence avec une intelligibilité même à haut niveau que l'on ne trouve que sur des systèmes plus volumineux et plus onéreux. Le dernier modèle Solstice est dans cette ligne d'écoute raffinée, délicate mais jamais mièvre. Les timbres sont d'une beauté à vous faire passer un véritable frisson sans effets de présence accentués. Ce système à deux voies sous forme d'une colonne pyramidale tronquée afin que les parois ne soient pas parallèles est disponible en deux finitions noyer naturel ou frêne noir. Un découplage au sol par des pointes est prévu. Les parois sont réalisées en Médite de 20 mm d'épaisseur et soutendues comme sur les modèles de haut de gamme de ce constructeur. Le tweeter à dôme hémisphérique de 23 mm en polymère est monté au sommet de l'enceinte bien dégagé de part et d'autre pour limiter les réflexions parasites. Le grave-médium placé en-dessous de 17,9 cm a une membrane en papier traité au latex de Butyl pour linéariser les petits accidents parasites sans pour autant que la définition en patisse. Il est monté en charge bass-reflex avec une décompression laminaire à la base de l'enceinte. Ce haut-parleur dispose d'une double bobine afin d'obtenir un meilleur rendement dans le grave tout en ayant un minimum de traînage. La puissance nominale 75 W, l'impédance régulière de 8 Ω, le rendement de 91,5 dB/1 W/1 m sont autant de paramètres favorables à une excellente transcription de la dynamique. Le plus remarquable réside dans des taux de distorsion inférieurs à 1 % dans la bande comprise entre 65 Hz et 20 kHz. Une enceinte à découvrir et qui vous émerveillera par sa lumineuse douceur, son grave

bien structuré, sa richesse d'expression, l'intensité de sa transcription.

Confluence, Gravelle. 24430 Annesse et Beaulieu. Tél : 53.54.05.55.

DAVIS

Type : Klarence

Prix indicatif : l'ensemble des éléments HP grave : 2 280 F Tweeter : 820 F Filtre : 750 F.

Ce kit de très haute gamme a réalisé soi-même est capable de rivaliser avec les meilleures enceintes toutes montées du commerce. La restitution sonore que propose ce kit est d'une précision d'analyse extraordinaire. Les moindres détails sont perçus à leur juste niveau. Rien n'est laissé dans l'ombre du grave jusqu'à l'extrême-aigu, procurant une transparence digne d'un haut-parleur électrostatique ! La tenue en puissance est remarquable, le grave ne s'affole jamais et le médium reste toujours intelligible et sans effet de projection. L'absence de phénomène d'intermodulation est flagrante sur les grandes formations où les nombreux interprètes ne donnent jamais l'impression de se chevaucher. Les écarts de niveau les plus importants sont rendus sans phénomène de compression de dynamique. Le suivi mélodique est aisé avec des accents bien marqués sur les point forts du rythme. Ce système à deux voies à construire soi-même se présente sous la forme d'une colonne de 83,04 cm de hauteur pour une base de 33,08 x 26 cm. Le tweeter placé au sommet de l'enceinte est dégagé de part et d'autre dans un caisson découpé du coffret grave. Ce tweeter à membrane Kevlar et ogive centrale de diffusion dispose d'un double circuit magnétique pour concentrer de manière idéale le champ vers la bobine. Le haut-parleur de grave est l'exceptionnel 20 TK8 avec circuit magnétique Ticonal, véritable chef-d'œuvre de précision. Le circuit magnétique très onéreux en Ticonal procure un champ parfaitement symétrique autour de la bobine mobile qui baigne ainsi dans un flux pratiquement constant au cours de ses déplacements. La charge de ce haut-parleur est de type à labyrinthe replié avec amortissements progressifs évitant la formation d'ondes stationnaires. Le filtre de répartition assure une transition imperceptible autour de 6 kHz. Un remarquable système qui demande un peu d'attention pour le réaliser mais qui procurera d'immense satisfaction auditive.

Davis Acoustics, 26, ave. Raspail. 94100 St. Maur des Fossés. Tél : 48.83.07.72.

ELIPSON

Type : Isis

Prix indicatif : 8 500 F la paire

Cette enceinte colonne combine les techniques du haut-parleur coaxial et celle du haut-parleur grave en charge symétrique avec une mise en phase rigoureuse. En effet, les systèmes Isis procurent une restitution très vivante avec un extrême-grave réellement présent, un grave bien délié sans phénomène d'intermodulation dans le médium-aigu et une focalisation très précise dans les deux plans verticaux et horizontaux sont l'apanage des transducteurs coaxiaux. Que ce soit sur du lyrique, ou du jazz on est séduit par la souplesse de la restitution, la transparence du médium-aigu et la rapidité

d'attaque dans le grave. Pourtant difficile à réaliser la cohésion sonore est permanente avec surtout une grande distinction des timbres. Rarement les instruments à cordes sont apparus aussi vrais, aussi beaux dans leur tessiture avec un relief permanent. Les timbres ont de la matière et du volume même à niveau sonore élevé. Cette linéarité est d'ailleurs confirmée aux mesures où la courbe de réponse tient dans un canal de ± 2 dB de 50 Hz à 20 000 Hz. La finition de cette colonne de 92 cm de haut pour une base de 18 x 21 cm est très belle avec son état de surface laqué noir satiné. Le haut-parleur de grave placé dans l'enceinte, fonctionnant en charge symétrique est un modèle aux spécifications particulières pour fonctionner en piston selon ce principe d'accord. Le médium-aigu de type coaxial est lui aussi un modèle spécifique avec le tweeter parfaitement aligné en phase par rapport au médium. Une très belle enceinte capable de descendre dans l'extrême-grave et surtout très précise dans la focalisation des plans sonores aussi bien qu'en profondeur qu'en largeur. Un étonnant système à découvrir absolument.

Elipson, 1, rue Froide 92220 Bagneux. Tél : 47.35.99.10.

HEYBROOK Type : Sextet

Prix indicatif : 14 300 F la paire

Cette enceinte colonne de 90 cm de hauteur pour un encombrement au sol de 27,1 x 20 cm est une nouveauté importante. En effet, ce système fait appel dans l'aigu à un tweeter à ruban de haute définition à dispersion contrôlée dans le plan horizontal capable de traduire avec une extrême délicatesse les harmoniques supérieures. La cohésion est parfaite avec le médium de 14 cm dont la membrane en polypropylène est de grande neutralité. Ce médium possède sa propre charge afin que les pressions soient parfaitement équilibrées de part et d'autre de la membrane. Le haut-parleur de grave de 18 cm est équipé d'un cône en papier enduit selon une technique chère à ce constructeur anglais. Il est chargé en bass-reflex mais avec une conception propre à Heybrook, avec les deux événements débouchant sous l'enceinte acoustique. Le filtre très particulier assure une parfaite mise en phase des haut-parleurs avec une configuration inhabituelle de circuits en parallèle et en série pour résoudre les difficultés techniques dues à l'intégration de transducteurs électrodynamiques et à ruban. Un seul et unique conducteur assure la totalité du câblage. Le coffret de la Sextet est lui aussi très particulier avec une paroi arrière rigide, des côtés amortis et un baffle-support de 44 mm d'épaisseur. Les vibrations internes sont parfaitement contrôlées et les ondes stationnaires maîtrisées. Un support à partir de profilé de taille basse procure le découplage et la stabilité au sol grâce à quatre pointes ajustables. Le rendement est correct, la Sextet peut être associée avec des amplificateurs de 30 à 220 W. Elle peut être bi-câblée, le constructeur a d'ailleurs prévu un cordon plat à quatre conducteurs l'Heywire. La transcription sonore se caractérise par une extrême précision d'analyse, des timbres justes, une aération générale que l'on ne trouve que sur des électrostatiques beaucoup plus onéreux. Une enceinte à découvrir car elle propose une alternative par rapport aux systèmes électrodynami-

ques conventionnels.

Audio Distribution, 22, ave Beau-plan. 13300 Marseille. Tél : 91.06.00.23.

JM LAB Type : Spectral 913

Prix indicatif : 8 450 F

L'élégance de la colonne 913 par ses proportions idéales (1,10 m x 28,5 x 36,5 cm) procure une touche de classe évidente soulignée par l'association de bois précieux pour les côtés et d'un plateau supérieur laqué noir. Cette enceinte répond aux critères actuels d'architecture intérieure tout en offrant une esthétique sonore d'une précision hallucinante. Rarement enceinte de cette taille nous a autant impressionné par la netteté de son grave, la transparence du médium, l'homogénéité de la diffusion. Même sur des formations très complexes, les plans sonores sont bien échelonnés, tout en conservant beaucoup de naturel sur les timbres. Très peu d'enceintes nous ont procuré un tel détournement des notes, un tel sentiment d'air qui circule autour des interprètes. Le message sonore est toujours net, précis dans l'analyse, sans flou artistique autour des notes. La disposition particulière des haut-parleurs a aussi permis d'être à bonne hauteur pour la diffusion du médium-aigu et éviter l'excitation des résonances parasites de la salle d'écoute. Pour ce faire le constructeur a placé de part et d'autre du médium et du tweeter deux haut-parleurs grave de 21 cm à membrane en Polykévlar noir. Cette structure consiste en fait en un sandwich de deux feuilles de Kévlar autour d'une âme composée d'un mélange et de micro-billes creuses très légères. Ce matériau très sophistiqué possède à la fois légèreté et rigidité ainsi qu'une excellente transmission des informations dans la matière. Le médium de 13 cm à ogive centrale reprend le même principe de membrane et possède sa propre charge. Le tweeter placé en-dessous dispose d'un dôme inversé en Titane pur, matériau léger et très neutre acoustiquement. Au niveau des équipages mobiles on retrouve pour les bobines ultra-longues des haut-parleurs grave la technique de bobinage par fil plat pour un rendement amélioré et une réponse transitoire parfaite. Chacun des haut-parleur grave est chargé par son propre volume avec des événements débouchant à l'arrière. Pour éliminer les problèmes d'intermodulations mécaniques les parois latérales ont une épaisseur totale de 36 mm qui explique en partie le poids de près de 40 kg de cette enceinte. Le bi-câblage est prévu d'origine, le filtre ayant des masses séparées. La puissance admissible peut atteindre sans problème les 250 W. Cette dernière caractéristique conjuguée avec un rendement de 93,5 dB/1 W/1 m procure une capacité dynamique exceptionnelle et un minimum de distorsions.

JM Lab, BP 211. 42013 St.-Etienne Cedex 2. Tél : 77.43.16.16.

J.M. REYNAUD Type : EMP

Prix indicatif : 9 600 F la paire

L'enceinte ultra-plate de 9,2 cm d'épaisseur seulement EMP de Jean-Marie Reynaud grâce à son principe de charge par transformateur d'impédance acoustique

peut être plaqué contre un mur ou être suspendu à celui-ci tout en procurant une restitution de grande transparence sans coloration parasite, avec un caractère expressif sur le phrasé musical. Ce panneau de 1 m de hauteur pour 31,7 cm de large, pour moins de 10 cm d'épaisseur est équipé d'un système à deux voies, bien maîtrisé dans la transmission des vibrations parasites. En effet, le haut-parleur de grave-médium de 17 cm de diamètre est fixé sur la paroi arrière et totalement découplé périphériquement du baffle support. Ainsi le haut-parleur est tenu par son circuit magnétique et non par le saladier qui ne manque jamais de résonner en transmettant ses vibrations aux parois. L'effet de masse procuré par ce montage est important et de ce fait les micro-informations ne sont pas étouffées par de multiples petites vibrations parasites. Il en résulte une réponse impulsionnelle exceptionnelle sans traînage qui se traduit à l'écoute par une clarté et une netteté sur les attaques que l'on ne peut découvrir à notre avis que sur des systèmes électrostatiques. La charge de ce haut-parleur peut être associée à une chambre de compression d'un côté où l'impédance acoustique est élevée et de l'autre à un bass-reflex d'impédance acoustique faible. Ce transformateur d'impédance acoustique qui comprime l'air et canalise celui-ci améliore le rendement dans l'extrême-grave mais aussi casse tout phénomène d'ondes stationnaires lié en particulier aux enceintes de faible épaisseur. Le tweeter placé en-dessous de ce grave-médium avec son dôme en aluminium de 25 mm rayonne de manière uniforme sous un angle très large. Le filtre avec ses pentes symétriques de 12 dB/octave assure une transition imperceptible. Les masses sont séparées pour les deux cellules et autorisent le bi-câblage. A l'écoute ce panneau étonne réellement par la maîtrise du grave très propre sur les accélérations, la limpidité du médium dont le pouvoir d'expression est nettement supérieur aux autres modèles dans cette catégorie de prix et l'aigu dont la fusion avec les autres registres est à citer en exemple. L'image stéréo est à la fois large et profonde mais n'exclue pas la ponctualité des sources qui restent très stables. Une nouvelle esthétique sonore, une nouvelle esthétique d'enceintes, enfin logeable n'importe où pouvant être plaquée contre un mur sans pour autant sacrifier la musicalité.

Jean-Marie Reynaud, ZI de Font Close. 16300 Barbezieu. Tél : 45.78.09.38.

JVC **Type : SX 911**

Prix indicatif : 5 980 F la paire

Ce système trois voies ultra-compact (38×66,5×35,1 cm) se caractérise par une définition extraordinaire et une restitution particulièrement dynamique et précise. De toutes nouvelles technologies ont été appliquées pour la confection des membranes à cône et à dôme des haut-parleurs. Ainsi le grave de 30,5 cm dispose d'un cône en fibre de carbone ultra-léger mais rigide capable d'un fonctionnement en piston sur une large plage de fréquence sans phénomène de fractionnement. L'orientation des fibres de carbone a fait l'objet d'une étude spéciale pour une bonne transmission des informations au sein même de la matière. Le circuit magnétique possède une géométrie spéciale afin de con-

centrer le flux vers la bobine tout en ayant un champ constant. Grâce à ce circuit la réduction du taux de distorsion par harmonique 2 est sensible. La tenue dans le grave est remarquable avec une netteté sur les attaques digne d'enceintes beaucoup plus onéreuses. Le médium de 11,5 cm de diamètre reprend le même principe de cône en carbone et possède sa propre charge pour éviter les risques de surpression. Il couvre les fréquences entre 500 Hz à 4 000 Hz avec un souci du détail et un respect de la structure harmonique remarquables. Le tweeter à dôme hémisphérique de 2,5 cm de diamètre reçoit un revêtement en poudre de diamant synthétique qui lui assure une extrême rigidité pour une masse pratiquement négligeable. Ce traitement spécial par évaporation diminue aussi certains phénomènes de distorsion harmonique en relation avec des pointes de résonance parasites. La dispersion spatiale est parfaitement contrôlée. Le coffret de superbe finition est réalisé avec des parois de 3 cm d'épaisseur valeur inhabituelle dans cette catégorie d'enceinte. La belle finition avec bords arrondis pour éviter les phénomènes de diffraction est à la hauteur de la qualité du système. Elles peuvent soutenir une puissance très élevée de l'ordre de 150 W en continu et des crêtes de 300 W sans aucun problèmes. Leur rendement de 91dB/1 W/1 m permet de les utiliser avec un vaste choix d'amplificateurs sans phénomène de distorsion d'intermodulation ou d'écrtage parasite. Une enceinte trois voies peu onéreuse d'une finition exceptionnelle dont la précision de restitution séduira de nombreux audiophiles.

JVC, ZI de Gonesse 2, rue Ampère. 95500 Gonesse. Tél : 39.87.36.00

KENWOOD **Type : LS-500 G**

Prix indicatif : 5 990 F la paire.

Kenwood vient de développer une nouvelle série d'enceintes acoustiques en tenant compte de récentes études sur le comportement des systèmes de haut-parleurs en régime dynamique. Ainsi le système à deux voies LS-500 G de type bibliothèque (22,4×44,2×28,1 cm) présente des caractéristiques de linéarité, amplitude-fréquence, d'absence de directivité marquée dans la plage de recouvrement et de maintien de la phase qui dépassent largement les critères couramment admis dans cette catégorie de matériels. Le haut-parleur grave-médium de 16,5 cm de diamètre dispose d'une membrane en papier spécialement traité par un matériau amortissant afin de linéariser les éventuels petits accidents sur la courbe de réponse. Ce traitement particulier a aussi une influence bénéfique sur la qualité des timbres, qui conservent beaucoup de douceur même à fort niveau. Le tweeter à dôme hémisphérique souple reçoit aussi un traitement de surface afin d'éliminer toute trace de pointes parasites autour de 15 kHz qui ne manquent jamais de se former au sommet de la coupole. La charge de type bass-reflex est accordée avec soin pour renforcer l'énergie autour de 50 Hz. Le filtre assure une transition autour de 1 500 Hz avec des pentes douces. Nous avons été plus qu'agréablement surpris par l'écoute des enceintes LS-500 G qui offrent neutralité, précision d'analyse à tout niveau sonore. Elles ne donnent jamais l'impression de forcer, tout

paraît toujours très intelligible, grâce au haut pouvoir de séparation des informations. Les timbres des voix sonnent juste, sans aucune agressivité, ou chuintantes parasites. Ce caractère naturel se retrouve aussi sur les instruments à cordes qui ne paraissent jamais détimbrés ou tirer vers le haut-médium aigu. Un remarquable système deux voies, bien équilibré, tranchant nettement par rapport à ses concurrents dans cette catégorie de prix, hautement recommandable.

Kenwood 13, bd Ney, 75018 Paris. Tél : 44.72.16.16

LECTRON

Type : Modèle 2

La société française Lectron est bien connue pour ses électroniques à tubes et hybrides dont la distribution s'est étendue au monde entier. Ces électroniques sont considérées comme des références sur le plan musicalité. A l'occasion du dernier Salon Hi-Fi 92 un public nombreux a apprécié les démonstrations effectuées à partir du nouvel ampli hybride JH60 et des nouvelles enceintes modèle 1 et Modèle 2 dont les études ont été assurées par Jean Hiraga. Le Modèle 1 est un petit système deux voies ultra-performant à prix raisonnable dont les qualités de suivi mélodique, de raffinement des timbres et de dynamique ont fait l'unanimité auprès de tous les auditeurs. Le Modèle 2 enceinte deux voies de configuration particulière avec tweeter totalement dégagé et orientable sur le dessus du coffret est capable de traduire une image stéréophonique dans les trois dimensions avec une précision hallucinante. Les prises de son prennent un tout autre relief avec des plans sonores bien dégagés. D'une définition remarquable, elles sont capables d'une grande capacité dynamique. Elles marquent une étape importante dans l'obtention d'une image sonore plausible dans n'importe quelle salle d'écoute. Elle est équipée dans le grave-médium d'un 21 cm à membrane de fibre de cellulose non pressée dont la texture a été soigneusement étudiée pour obtenir une courbe amplitude/fréquence sans accident. Le circuit magnétique surdimensionné procure un pouvoir d'accélération phénoménal avec absence de traînage. La suspension périphérique en textile pressé et imprégné en conjonction avec la souplesse du spider de centrage assure une parfaite linéarité dans les déplacements. La charge est de type bass-reflex avec un évent dorsal et amortissement interne soigneusement contrôlé en feutre composite. Le tweeter est un modèle à dôme textile traité de 22 mm avec bobine mobile sur support Nomex et entrefer ferrofluidé. Il est monté non-bafflé sur le dessus de l'enceinte avec une mise en place précise par rapport aux haut-parleurs grave-médium afin qu'en conjugaison avec le filtre la réponse en phase soit parfaite. Prévue pour le bi-câblage, elle est montée sur un support cylindrique en acier inox et pied chargé de résine. Son poids est de plus 25 kg. Cette enceinte d'une transparence inouïe est capable de procurer une restitution sonore d'un réalisme saisissant et constitue un complément idéal non seulement pour les électroniques Lectron mais aussi pour le plus prestigieux ampli à tubes ou à transistors car elles sauront leur rendre justice avec un étalement unique des plans sonores.

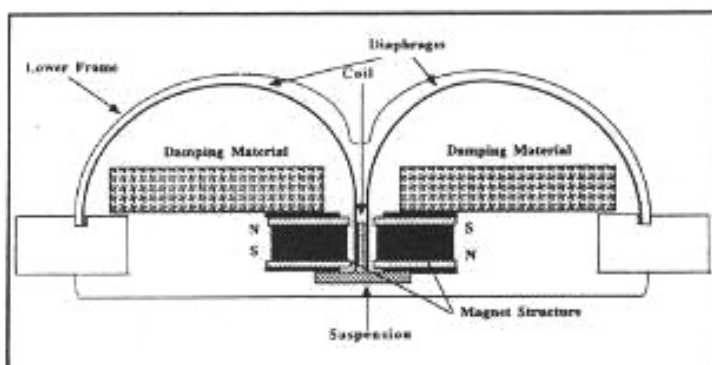
Audio Marketing Service, 1, rue Jean Perrin, 93150 Le Blanc-Mesnil. Tél : 48.67.31.31.

LINÆUM

Type : LFX

Prix indicatif : 6 600 F la paire.

Les véritables nouveautés en matière de transducteurs sont rares. La firme américaine Linæum a cependant innové en réalisant un tout nouveau haut-parleur médium-aigu fonctionnant en dipôle avec un couplage avec l'air ambiant proche de la perfection. Le petit système LFX est équipé de ce transducteur très particulier qui consiste en une structure magnétique très puissante avec un double entrefer entre lequel joue une bobine mobile à plat qui entraîne dans ses mouvements un double diaphragme semi-cylindrique. Mieux qu'un long discours, le croquis ci-joint révèle la structure en coupe vue de dessus de ce transducteur. Les deux demi-diaphragmes sont réalisés en mylar. La bobine mobile à plat est suspendue naturellement au sein du champ magnétique par un seul point. Cette bobine entraîne la formation d'ondes au sein même du matériau du diaphragme qui rayonne ainsi sur 180°. Ce transducteur se caractérise par une extraordinaire cohérence de phase et très peu de distorsions. Il peut opérer aussi bien en dipôle acoustique qu'en rayonnement direct. Ces caractéristiques de réponse impulsionnelle sont nettement au-dessus de celles des tweeters à dôme électrodynamiques classiques. Sa très faible masse ainsi que la haute tenue mécanique du film mylar procurent une légèreté de restitution extraordinaire. Le grave est confié à un haut-parleur de 13 cm d'origine Vifa extrêmement rapide en accélération afin qu'il ne soit pas à la traîne derrière le transducteur d'aigu. La fréquence-relais est située à 2,7 kHz avec des pentes de part et d'autre de 6 dB/octave. La charge de type bass-reflex est accordée pour une réponse optimale jusqu'à 50 Hz. Malgré sa toute petite taille, cette enceinte est capable de restituer l'ensemble du spectre audible avec beaucoup de délicatesse et de finesse. Le haut-médium-aigu en plaçant l'enceinte à bonne hauteur d'écoute s'avère comparable à un électrostatique mais en plus doux, en plus nuancé. La cohésion de diffusion avec le haut-parleur grave-médium apparaît naturelle sans rupture dans les modes de directivité autour de la fréquence-relais. Il s'agit d'un petit système de prestige, véritable concentré de technologie et capable de rivaliser avec des modèles beaucoup plus ambitieux.



Audio Quartet, 2, rue de Penthievre, 75008 Paris. Tél : 47.42.04.05.

LOWTHER

Type : The Bicolor 2000

Prix indicatif : 13 800 F la paire.

Lowther est l'un des plus anciens fabricants de haut-parleurs à haut rendement large bande. Il propose à l'heure actuelle une vaste gamme d'enceintes acoustiques et de haut-parleurs électrodynamiques capables de travailler dans des charges à pavillon. Ces haut-parleurs font partie de la légende de la haute-fidélité. Tous ceux qui les ont écoutés attentivement leur reconnaissent une capacité dynamique hors du commun mais surtout un pouvoir de résolution qui change totalement des productions courantes. Il suffit d'écouter un piano de concert sur une Bicolor 2000 pour se rendre compte instantanément de la différence au niveau de l'attaque des notes, de leur prolongement dans le temps, de leur caractère vivant même à fort niveau. L'instrument prend une réelle ampleur avec ce suivi mélodique aisé que seuls procurent les systèmes large bande. Le modèle Bicolor 2000 comprend deux haut-parleurs de 23,2 cm de référence PM6C chargés par l'arrière par des systèmes à pavillon replié exponentiel. Les haut-parleurs PM6C large bande sont très particuliers par leur équipement mobile ultra-léger, leur structure bicône et l'ogive centrale de diffusion. Le circuit magnétique avec aimant de type Ferroba 2 procure une densité de flux de l'ordre de 1,75 T à la bobine mobile sur support haute température. Les plaques de champ très épaisses sont supérieures à la hauteur de la bobine afin que celle-ci ne sorte pas du champ optimal sur de fortes impulsions. La membrane est réalisée dans un papier très particulier dont la nature reste un secret. Dans tous les cas, cette enceinte Bicolor 2000 apporte une vie, une vérité sur les attaques, un sentiment de plénitude à nul autre pareil.

Magavox France, 34, rue de Penthièvre, 75008 Paris.
Tél : 45.63.44.10.

MORDAUNT-SHORT

Type : Classic 40

Prix indicatif : 5 300 F pièce

Depuis plus de vingt ans le constructeur anglais Mordaunt Short réalise des enceintes de renommée internationale. Chaque modèle fait preuve d'un grand soin du détail pour obtenir un équilibre tonal très agréable, avec beaucoup de nuances dans le phrasé musical. La série Classic vient couronner la gamme, avec un grand raffinement. Chaque enceinte de la série Classic est fabriquée à la main par des ébénistes. Le placage en bois d'essence rare est finement poli pour obtenir un état de surface sans grain au reflet chatoyant. Le système à trois voies qui équipe la Classic 40 est particulièrement bien équilibré. Les haut-parleurs de grave et grave-médium encadrent le tweeter à dôme hémisphérique pour un contrôle parfait de la directivité dans les deux plans horizontaux et verticaux. L'image stéréophonique reste ainsi stable en tout point du lieu d'écoute. Les haut-parleurs de grave et de grave-médium de 16,5 cm de diamètre sont équipés de membrane en polypropylène (moulée par injection d'une seule pièce) très neutre et rigide. Le circuit magnétique puissant avec plaques de champ usinées avec une haute précision procure un

champ symétrique à la bobine mobile, pour une réduction notable de la distorsion par harmonique 2. Le filtre de configuration simple pour ne faire intervenir qu'un minimum d'élément entre l'amplificateur et les haut-parleurs assure une transition imperceptible entre les transducteurs. Le module d'impédance de 8 Ω très régulier, simplifie la tâche des électroniques. L'ingénieux système de protection Positec exclusif à Mordaunt-Short évite tout risque de rupture des haut-parleurs même en cas de surcharge. Les Classic 40 sont conçues pour être positionnées contre un mur et découplées du sol par des pointes. La neutralité évidente de ces enceintes fait merveille aussi bien en lyrique que sur du jazz, avec une haut pouvoir de résolution. L'image stéréo est fidèle à l'esthétique sonore que les ingénieurs du son ont voulu, avec des plans bien étagés. Un système hautement recommandable.

ATL, ZI Les Chanoux BP77 93330 Neuilly-s/Marne.
Tél: 49.44.60,17

MULIDINE

Type : Arcade Spéciale

Prix indicatif : non communiqué

Cette nouvelle enceinte reprend l'ébénisterie de l'Arcade standard mais avec un nouveau haut-parleur de grave-médium d'origine Focal de 25 cm de diamètre relayé dans l'aigu par le tweeter T 90K. Les enceintes Mulidine se distinguent par le principe de charge breveté qui consiste en un filtre acoustique. Celui-ci se présente sous la forme d'un bloc perforé de nombreux tuyaux de diamètres différents qui canalisent les ondes et les dirigent vers deux résonateurs accordés à des fréquences différentes. Afin que l'on n'entende pas l'action de ce filtre, le concepteur a fait résoner l'ensemble des tuyaux sur leur harmonique 4. Ainsi la fréquence de résonance est maîtrisée et ne risque pas de venir colorer le message sonore. Ce filtre débouche sur un premier résonateur quart d'onde qui améliore le rendement mais s'avère aussi actif sur les harmoniques de rang impair. Aussi le deuxième résonateur décalé en fréquence permet d'égaliser les niveaux par opposition de phase des harmoniques. Extrêmement délicat à réaliser par rapport à l'idéal théorique ce système filtre plus deux résonateurs fonctionne très bien. La Mulidine Arcade est un système très vivant, clair où les tessitures sonores sont respectées avec une absence totale de coloration dans le médium. On ne s'ennuie jamais à l'écoute de ce système sans coloration flatteuse mais capable de restituer les messages les plus complexes avec une excellente intelligibilité. La scène sonore est superbe, très stable et les informations d'ambiance et d'acoustique ne sont pas estompées.

Mulidine, 29, chemin de Moly. 69230 St. Genis-Laval. Tél : 72.39.91.55.

ONKYO

Type : GS 1

Prix indicatif : 75 000 F pièce

Onkyo a réalisé une référence avec l'enceinte GS 1. En effet, celle-ci est capable de restituer à niveau réaliste toute la dynamique d'un grand orchestre sans compression, sans phénomène d'intermodulation, sans coloration

tion désagréable de pavillon. L'image stéréo est superbe, se formant naturellement dans la pièce. Système à très haut rendement, la capacité dynamique dépasse largement les données couramment admises. Cela se traduit aussi par une analyse des moindres détails procurant les ambiances sonores. Avec cette enceinte on entre dans un autre monde de la restitution, sans aucune des contraintes habituelles. Pourtant ce système reste logeable, sa hauteur étant de 1,06 m pour une base de 63 x 61,5 cm et un poids 117 kg ! Dans le grave on trouve deux haut-parleurs spécifiques de 28 cm de diamètre à membrane polypropylène avec bobine mobile de 10 cm de diamètre bobinée sur chant et circuits magnétiques ultra-puissants. La charge arrière de petit volume assure un parfait amortissement tandis qu'à l'avant on trouve deux pièces de mise en phase aux centres de pavillons respectifs de profil paraboliques. La structure de ces pavillons est totalement inerte. Le médium-aigu est confié à une chambre de compression muni d'un diaphragme en Titane et d'une pièce de mise en phase à canaux concentriques. Le pavillon est lui aussi dans une structure particulière composée de six couches de matériaux différents pour obtenir la plus grande neutralité possible. La réponse est extrêmement linéaire sans résonance parasite avec un parfait respect du temps de propagation de groupes. Des systèmes hors du commun qui respectent la musique dans toutes ses nuances à niveau réaliste.

Onkyo France, Immeuble le Diamant, Domaine technologique de Saclay, 4, rue René Razel, 91892 Saclay. Tél : 69.41.35.10.

PIONEER

Type : Prologue S-55

Prix indicatif : 3 290 F la paire

Cette enceinte ultra-compacte (47 x 28 x 22 cm) dispose d'un système deux voies mais à trois haut-parleurs dans une disposition particulière. En effet, les deux graves/médium de 12 cm sont placés de part et d'autre du tweeter hémisphérique de 2,5 cm chargé par un petit pavillon. Cette disposition permet de contrôler correctement la diffusion spatiale dans le plan horizontal tout en évitant nombre de phénomènes de distorsion de phase et d'intermodulation. Les deux haut-parleurs de 12 cm sont équipés de circuits magnétiques très puissants capables de concentrer l'énergie vers la bobine sans perte extérieure. Le tweeter à dôme «de type céramique carbone» est un modèle capable d'une grande définition grâce au couplage optimal avec la pièce par l'intermédiaire d'une amorce de pavillon contrôlant parfaitement le front d'ondes. Le filtre de répartition assure une transition imperceptible ainsi qu'un bon équilibre de niveau entre les deux haut-parleurs grave-médium et le tweeter. La phase correcte a été vue avec la plus grande intention, on s'en rend compte à l'écoute par une très bonne impression spatiale avec des plans sonores qui s'échelonnent parfaitement donnant l'illusion d'être au concert. Le pouvoir de définition du tweeter et son extrême vérité de timbre sont aussi à louer. A ce prix, ce système est remarquable car il change vraiment des autres enceintes dans cette catégorie par sa distinction sonore, sa neutralité, son pouvoir expressif. A découvrir sans préjugé, les S-55 font partie très certaine-

ment des meilleurs petits systèmes que l'on puisse acquérir actuellement.

Pioneer, Setton, 10, rue des Minimes. 92270 Bois Colombes. Tél : 47.60.79.99.

PROAC

Type :

Super Tablette MKII

Prix indicatif : 7 600 F la paire

Ce petit système deux voies est le choix de nombreux mélomanes qui apprécient la vérité de ses timbres, la sensibilité de sa transcription, la beauté de l'image stéréo. Extrêmement précis dans l'analyse des micro-informations, ils savent traduire les ambiances de concert, les nuances de tempo, les superpositions de rythme. Très rapide dans la transcription du haut-grave, ils facilitent le suivi mélodique sans pour autant accentuer les fréquences autour de 100 Hz. De dimensions ultra-compactes (27,5 x 17 x 22,5 cm) cette enceinte est équipée d'un système deux voies dont les transducteurs sont spécialement fabriqués et modifiés par Proac. Ainsi le haut-parleur de grave-médium de 13 cm de diamètre possède un cône recevant un traitement unique pour améliorer l'amortissement et linéariser les éventuels accidents. Ce traitement est important dans l'impression de douceur, de raffinement des timbres sans les classiques effets de projection que l'on rencontre sur les petites enceintes quand le volume sonore est poussé. La charge de ce haut-parleur est réalisée selon le principe de «filtre acoustique à phase inversée», ce qui permet au cône d'être bien tenu avec des excursions linéaires sans que la bobine sorte du champ optimal. Le tweeter à dôme hémisphérique en tissu synthétique de 2 cm de diamètre reçoit aussi un traitement spécial pour éviter les pics dans les harmoniques supérieures. Sa bobine mobile sur support nid d'abeilles tient particulièrement bien la température d'autant plus qu'elle est amortie par du ferrofluide. Le coffret est réalisé en matériau de haute densité amorti par des plaques bitumées. Un petit système très sophistiqué qui répond à l'attente des mélomanes exigeants.

C2R, 6, rue Poirier de Narçay. 75014 Paris. Tél : 45.39.44.89.

REHDEKO

Type : RK 145-4S

Prix indicatif : 22 000 F la paire.

Ce système trois voies est dans la tradition de ce constructeur qui a toujours mis en exergue le paramètre dynamique et précision d'analyse. Pour obtenir cette capacité dynamique, le rendement de ce système est très élevé avec 102 dB/1 W/1 m. Ce résultat a pu être obtenu en utilisant des haut-parleurs spécifiques. Ainsi celui de grave-médium d'un diamètre de 26 cm dispose d'un équipage mobile extrêmement léger. La membrane en pulpe de cellulose est traitée différemment sur sa surface émissive afin qu'il puisse travailler en large bande avec une atténuation acoustique naturelle. Le médium et le tweeter sont aussi d'une configuration spéciale avec une membrane elliptique de 12 x 9 cm avec un deuxième cône central sous forme de soucoupe pour détailler les harmoniques supérieures. L'enceinte proprement dite

est réalisée avec des panneaux en multiplis de hêtre massif de 20 mm d'épaisseur plaqués sur les deux faces. Ce coffret extrêmement rigide de type bass-reflex assure une charge optimale. Enceinte extrêmement vivante, elle est capable de traduire les plus grands écarts de niveau avec une belle autorité.

Redheko, 34, rue des Cerisiers. 25500 Bavans. Tél : 81.96.26.15.

RAM

Type : Osiris

Prix indicatif : 6 990 F la paire

L'enceinte colonne Osiris de superbe facture peut être livrée selon différentes finitions. On a ainsi le choix entre six coloris de laque et de face avant facilitant l'intégration dans n'importe quel type de décor aussi bien moderne que rustique. Ces enceintes sont facilement logeables, elles ne prennent au sol que très peu de place (21,6 x 22,9 cm) pour une hauteur de 75,8 cm. Elle est équipée d'un système deux voies mais à trois haut-parleurs. En effet, elle utilise deux tweeters l'un placé à l'avant pour un rayonnement direct et l'autre à l'arrière pour utiliser les possibilités de réflexion. Ces tweeters ont des membranes hémisphériques en matériau synthétique qui assurent une haute définition. L'équilibre de niveau entre le tweeter situé à l'avant et celui à l'arrière assure une très bonne cohésion de diffusion spatiale ainsi qu'une grande douceur de restitution. L'espace stéréophonique est plus vaste mais avec une localisation très précise des interprètes dans l'espace et sans aucun flottement parasite. Le grave est confié à un haut-parleur de 16,5 cm de diamètre avec circuit magnétique surdimensionné pour une réponse transitoire parfaite sans traînage. La forme colonne a permis une charge de grand volume de type bass-reflex avec un rendement intéressant. Ainsi même avec un petit intégré on peut déjà obtenir une restitution hautement musicale sans que les crêtes de modulation apparaissent avec de la distorsion. Mais c'est surtout l'image sonore très réaliste qui enthousiasme le plus, l'impression de concert est permanente.

Chrestel SARL, 38, rue Paul Vaillant Couturier. 59880 St. Saulve. Tél : 27.42.89.91.

SONY

Type : La Voce

Prix indicatif : 9 000 F la paire

Cette enceinte est devenue en peu de temps une classique incontournable dans cette catégorie de prix. En effet, sa restitution sonore a enthousiasmé les critiques des revues spécialisées du monde entier. Les messages les plus complexes, les plus variés sont transcrits avec élégance, virtuosité, captivant l'intérêt de l'auditeur sans pour autant grossir le trait sonore. Cette enceinte procure une véritable fascination auditive, dans le cadre d'une écoute à niveau domestique les Voce traduisent parfaitement tout le contenu expressif d'une œuvre sans simplification, sans coloration. Ce véritable exploit a été rendu possible par l'utilisation d'un système à deux voies parfaitement optimisé dont chaque élément a été étudié avec soin tout en bénéficiant de l'expérience acquise depuis de très nombreuses années. Ainsi le haut-parleur grave-médium 20 cm est équipé d'une

membrane en pulpe de cellulose à fibres longues non pressées avec la suspension intégrée en une seule pièce. Cette membrane à elle seule contribue pour beaucoup au naturel des timbres ressentis à l'écoute. Il est muni d'un circuit magnétique gigantesque à faible perte à partir d'un aimant ferrite en strontium. La bobine mobile est bobinée sur chant avec du fil plat en cuivre pur sans oxygène à cristaux longs. Le tweeter reprend la biotechnologie mise au point pour la membrane du casque «King». Le dôme de 2,5 cm est réalisé à partir de micro-fibres tressés par des bactéries, les acéto-bactères. Cette membrane très neutre ne possède pas les inconvénients des résonances parasites rencontrées avec les autres matériaux. Une superbe réussite qui fait honneur au laboratoire de Sony.

Sony France, 15, rue Floréal. 75017 Paris. Tél : 40.87.30.00.

TANNOY

Type: 615

Prix indicatif : 5 490 F pièce

Le système 615 se situe au sommet de la gamme Sixties. Tannoy a totalement repensé la forme de l'enceinte acoustique et sa structure afin d'assurer une bonne propagation des ondes sans phénomène de diffraction sur les bords tout en annulant les effets néfastes des ondes stationnaires qui engendrent une coloration de boîte très désagréable. Aussi les angles formés par les parois latérales sont de 120°. La section en forme de trapèze assure aussi une rigidité maximale et un minimum de diffraction parasite. La hauteur atteint 97,4 cm pour une base de 32,4 x 22,8 cm. Elle est équipée de trois haut-parleurs spécifiques à Tannoy, un coaxial couvrant toute la gamme des fréquences, assisté dans le grave par un 21 cm associé à un radiateur passif de même diamètre. Fidèle à son principe de source unique d'émission sonore Tannoy retrouve ici les bienfaits du principe coaxial avec un tweeter placé au centre du haut-parleur grave. La membrane de forme exponentielle améliore le rendement du tweeter. De plus ce tweeter dispose d'un guide d'ondes (anneaux concentriques) qui améliore la réponse jusque dans les fréquences très élevées 30 kHz. Le haut-parleur de grave assiste ce large bande coaxial, dans les fréquences graves jusqu'à 400 Hz. Le radiateur passif améliore la capacité dynamique et réduit certaines formes de distorsion par harmoniques 2 sans traînage. Le socle peut être chargé pour augmenter le poids et assurer une base très stable avec une référence mécanique qui ne risque pas de bouger. La restitution sonore est grandiose, ample, tout en restant précise sur les attaques, avec un grave confortable sans traînage. Le principe coaxial permet de localiser avec précision les interprètes et évite tout flottement dans l'espace stéréophonique. Un grand système dans la lignée des modèles légendaires de la marque.

Hamy Sound, 28 rue Edith Cavell. 92400 Courbevoie. Tél : 47.88.47.02.

T.D.L.

Type : Studio 1.2.

Prix indicatif : 8 500 F

La société anglaise T.D.L. est spécialisée dans la réa-

lisation d'enceintes acoustiques avec charge par ligne acoustique pour étendre la réponse dans l'extrême-grave sous un volume qui reste très raisonnable. Ainsi la T.D.L. 1 d'une hauteur de 72,4 cm pour une base de 23x33,5 cm est capable de restituer avec précision les registres grave et extrême-grave (réponse jusqu'à 28 Hz) avec un minimum de distorsion et sans phénomène de traînage. Cette ligne acoustique dûment amortie pour annuler les phénomènes de réflexion et d'ondes stationnaires, charge de manière idéale, un haut-parleur grave-médium de 16,5 cm a été spécialement conçu par T.D.L. avec un circuit magnétique ventilé (pièce polaire perforée évitant les phénomènes de cavité et de compression à l'arrière du spider). La membrane est réalisée en matériau synthétique polyoléfin, choisi pour sa rigidité, sa légèreté et la possibilité d'un moulage selon un profil assez plat. Le tweeter qui prend le relais autour de 3 kHz est un tout nouveau modèle à dôme aluminium à suspension rapportée, avec circuit magnétique dont l'entrefer est rempli de ferrofluide pour l'amortissement et la dissipation thermique. Les pièces polaires sont percées au centre, pour une évacuation des ondes vers une chambre arrière totalement amortie. Ainsi l'équilibre des pressions est idéal entre les deux faces du dôme, sans effet de basculement. Le filtre parfaitement optimisé avec des masses séparées est prévu pour le bicâblage ou l'amplification passive. L'enceinte T.D.L. 1.2 se caractérise par un grave profond, rapide, sans aucune commune mesure avec la taille de l'enceinte parfaitement intégré aux autres registres sachant bien marqué les temps forts du rythme, facilitant le suivi mélodique. Le bas-médium d'une extraordinaire ouverture fait penser à un haut-parleur électrostatique par la foule de détails sur les ambiances sonores, l'acoustique qui a présidé à la prise de son. L'aération est permanente, sur les grandes formations ou chaque pupitre se situe exactement dans l'espace. Une très belle réussite qui prouve une étude parfaite de la charge par ligne acoustique, qui apporte un plaisir d'écoute permanent.

Euterpe Audio, 4 rue Thiers. 94130 Nogent/Marne.
Tél : 48.76.34.74

TECHNICS

Type : SB-MX 200

Prix indicatif : 40 000F la paire

Ce système trois voies de volume très raisonnable (86,3x38x41,5 cm) fait appel à des technologies de pointe pour la structure des membranes de ses haut-parleurs ainsi que pour le découplage des différents baffle-supports. En effet, le coffret de l'enceinte est réalisé en tenant compte des modes vibratoires des parois et en améliorant la rigidité de la structure de celles-ci par de nombreux renforts internes situés à mi-hauteur dans l'enceinte. En plus, les baffle-supports des haut-parleurs médium-aigu et du haut-parleur grave sont mécaniquement découplés du coffret principal pour éviter la transmission des vibrations parasites. Ainsi on trouve des épaisseurs différentes : 30 mm pour le support du HP grave, 45 mm pour le médium, 40 mm pour le tweeter. Les phénomènes d'intermodulation sont reculés, améliorant l'intelligibilité à très haut niveau. Autre particularité technologique la constitution des membranes obtenues par pulvérisation de mica

pur sous forme de fines particules sur un support de moulage. Ce matériau est ensuite recouvert d'une laque. Les diaphragmes et membranes obtenues présentent une extrême rigidité tout en ayant une excellente propagation des ondes dans la matière. Ainsi le haut-parleur de grave de 27 cm fonctionne en piston sur une large gamme de fréquence jusqu'à 3,5 kHz. Le circuit magnétique très puissant à base d'une ferrite au strontium plus une deuxième au baryum assure une concentration maximale du champ magnétique sans perte périphérique. Le médium à dôme de 6 cm en mica pur a aussi un fonctionnement en piston bien au-delà de 10 kHz. Il possède deux circuits magnétiques ainsi qu'une bague de court-circuit afin de réduire dans de notables proportions les distorsions par harmonique 2 et 3. Le tweeter de 2,5 cm de diamètre reçoit un revêtement de type diamant sur le support en mica par un procédé tout à fait spécial afin d'étendre la réponse jusqu'à 45 kHz. Le filtre de répartition fait appel à des sous-circuits positionnés différemment pour éviter les interférences. Le bi-câblage et la bi-amplification passive sont aussi possible. Une enceinte d'une finition remarquable capable d'un très haut pouvoir de résolution et particulièrement neutre.

Panasonic France, 270, ave du Pdt. Wilson. 93218 La Plaine St. Denis Cedex. Tél : 49.46.43.00.

VISION ACOUSTIQUE

Type : Relief

Prix indicatif : non communiqué

Ce constructeur français a su réaliser une gamme d'enceintes remarquablement homogènes capables de traduire toute l'émotion d'une interprétation avec beaucoup de délicatesse et de sensibilité. Ce résultat a été obtenu grâce à des recherches poussées sur le comportement transitoire des systèmes et leurs mises en phase rigoureuse. La toute nouvelle enceinte ne faillit pas à cette tradition avec sa transcription de grande limpidité, extrêmement nuancée avec des contrastes sonores bien marqués. La perspective de l'image stéréo est remarquable variant sensiblement d'un enregistrement à un autre sans aucun effet répétitif. La beauté des timbres transporte d'enthousiasme. Ce système se présente sous la forme d'une colonne de 1 m de hauteur pour une base de 22,5x22,5 cm. Elle est équipée d'un système trois voies mais à deux haut-parleurs. En effet, le grave-médium est un 17 cm à double bobine avec un filtrage entre chacune d'elles à 6 et 18 dB/octave. Ce très beau haut-parleur extrêmement linéaire est muni d'un circuit magnétique surpuissant. Le tweeter à dôme hémisphérique de 19 mm de diamètre est un modèle spécifique avec bobine ferrofluidée pour un bon amortissement et une bonne évacuation des calories excédentaires. Le rendement élevé grâce à la charge double bass-reflex optimisée permet l'utilisation de cette enceinte avec un large éventail d'électroniques.

Vision Acoustique, 2, rue du 8 Mai 1945. 78260 Achères. Tél : 39.11.75.75.

YAMAHA

Type : NS 1000 M

Prix indicatif : 16 000 F la paire

Cette enceinte est une classique. Sa conception

remonte à plus treize ans, prouvant l'extraordinaire avance de ce système adopté par de nombreux ingénieurs du son et audiophiles perfectionnistes. Elle a subi des évolutions, mais les composants de base restent les mêmes avec en particulier d'étonnants haut-parleurs médium et tweeter à dôme en béryllium. Les NS1000M sont d'une transparence exceptionnelle sur tous les types de musique avec une réponse transitoire extrêmement propre. De l'extrême-grave à l'extrême-aigu, la netteté des informations surprend par rapport aux systèmes conventionnels. La qualité des composants est extraordinaire tout à fait dans la ligne des transducteurs professionnels capables de haut-niveau sans distorsion. Ainsi le haut-parleur grave de 30 cm à membrane en cellulose de pin possède une bobine mobile de grand diamètre bobinée en fil de cuivre pur sans oxygène. Le circuit magnétique fait appel à un aimant strontium très

puissant (11 350 Gauss). Le médium qui prend le relais au-delà de 500 Hz se caractérise par son dôme en Béryllium, métal qui possède des propriétés mécaniques extraordinaires avec un rapport rigidité/poids imbattable. Très difficile à travailler, le dôme est formé par vaporisation sous vide du Béryllium qui se dépose sur une forme avec une épaisseur constante de 30 µm. Le gigantesque aimant de 1,06 kg procure un champ de 18 400 Gauss. Le tweeter fait appel au même matériau pour le dôme de 3 cm d'un poids de 0,028 g seulement. Le filtrage très simple à 12 dB/octave à 500 Hz et 6 000 Hz procure un très bon maintien de la phase. Le coffret hyper-rigide est réalisé en panneaux de 3 cm d'épaisseur. Une enceinte qui a fait ses preuves et ne risque pas de décevoir.

Yamaha France, 17, rue des Campanules, Lognes, 77321 Marne-la-Vallée Cedex 2. Tél : 60.17.39.27.

**Page non
disponible**

- Réalisation personnelle -

BLOCS MONO A TUBES 6 W CLASSE A

Michel Leluaux

D

*ans le numéro 15 nouvelle série de L'Audiophile
je vous avais présenté la réalisation de blocs monophoniques de 25 W
qui fonctionnaient en mode ultra-linéaire (push-pull EL 34).
Aujourd'hui, je vous propose comme promis la réalisation
de blocs monophoniques « mono-tube », travaillant en classe A et délivrant 6 W
de puissance, pour utilisation en médium ou en aigu, voire en large bande...*

Retour sur les blocs mono 25 W

Je reviens sur le problème de la contre-réaction et de la bande passante de ces blocs de 25 W. En effet, les photographies des oscillogrammes fournies pour l'article du n° 15 ne mettent guère en évidence les qualités techniques et subjectives de ces blocs : temps de montée à 10 kHz et étendue de la bande passante dans le haut du spectre. J'ai donc refait une série de photographies ci-dessous qui mon-

trent l'importance de la capacité que l'on met dans la boucle de contre-réaction. Les photographies 1, 2 et 3 représentent la forme d'un signal carré à 10 kHz avec, respectivement, 47 pF, 94 pF et enfin 141 pF de capacité dans la boucle de contre-réaction. On peut donc constater que plus on met de capacités, plus on « arrange » les choses, mais attention ce sera au détriment de la qualité sonore finale. Une valeur de 47 pF suffit, malgré la légère suroscillation du signal !

Les photographies 4, 5 et 6 représentent les niveaux obtenus à 10 kHz, 50 kHz et 100 kHz avec, bien entendu, une entrée en signal sinus constante ; ici 25 mV. On constate qu'à 100 kHz, le niveau de sortie ne chute pas et est au même niveau qu'à 10 kHz. C'est un bon résultat pour ce petit transformateur de sortie du type utilisé (Mille-rioux AH26B).

Enfin, pour tous ceux qui ont trop de gain avec les blocs mono 25 W, ce qui engendre des bruits 50 Hz surtout remarqués en

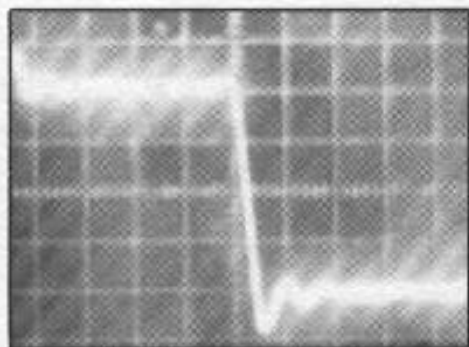


Photo 1 : Signal carré 10 kHz avec 47 pF.

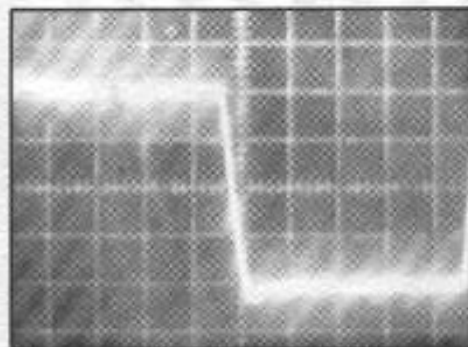


Photo 2 : Signal carré 10 kHz avec 94 pF.

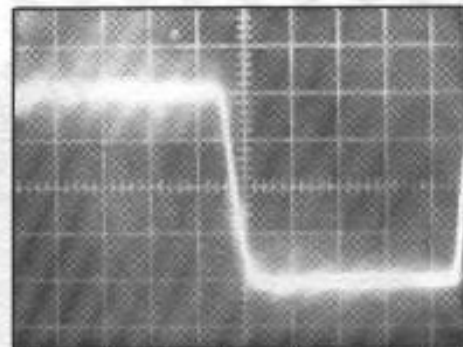


Photo 3 : Signal carré avec 14 pF.

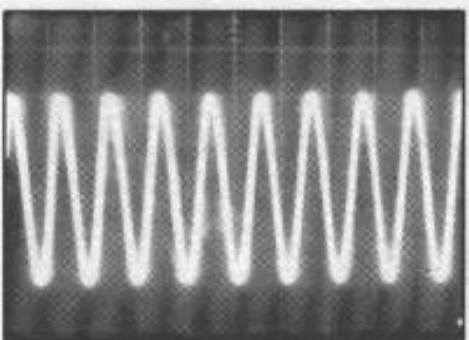


Photo 4 : Bande passante en signal sinus entrée constante 10 kHz 2 V/div., 0,1 ms/div.

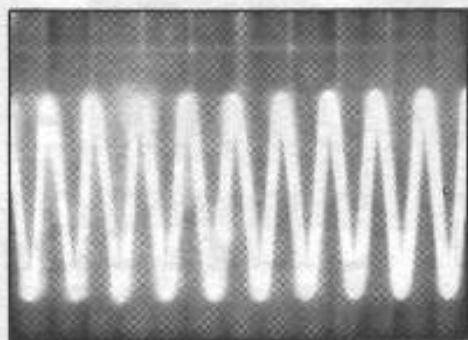


Photo 5 : Bande passante en signal sinus entrée constante 50 kHz 2 V/div., 20 mms/div.

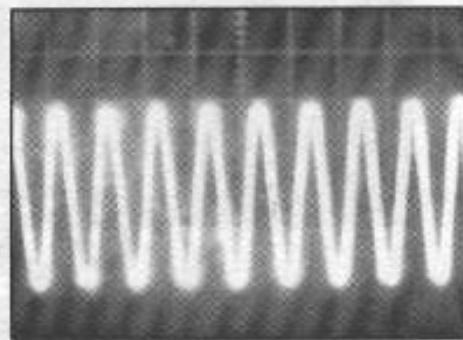


Photo 6 : Bande passante en signal sinus entrée constante 100 kHz 2 V/div., 10 mms/div.

mode multiamplifié, vous devez agir sur l'étage d'entrée du montage. Monter simplement le tube pentode EF 86 en triode. Le gain va passer à 29 dB et, de ce fait, les éventuels ronflements 50 Hz vont disparaître. Il faut supprimer la résistance et le condensateur de la grille G_2 , soit : 390 k Ω et 0,05 μ F. La borne 1 du tube EF 86 étant maintenant libre, vous la reliez par une résistance de 100 Ω à l'anode du tube (borne 6). Ainsi, votre pentode EF 86 n'est plus qu'une triode blindée avec bien entendu un gain beaucoup plus faible !

Blocs mono 6 W classe A

La « classe A », voie royale dit-on en haute-fidélité, et c'est vraie ! Avec 6 watts seulement de sortie, vous pouvez « driver » n'importe quel compresseur médium ou aigu de haut rendement de la gamme JBL, Altec ou autres. Vous n'arriverez pas à l'écrêtage dans des conditions normales d'écoute et même à

niveau réel. Les fabuleux systèmes japonais utilisent souvent des amplificateurs de quelques watts pour alimenter les voies médium et aiguë (300 B, 2A3, VT52, etc.).

Avec 6 watts en classe A pour une EL34 et en respectant les polarisations et les courants selon les caractéristiques du tube (cf. tubes BF par Mazda) pour 380 volts de haute tension, on fait travailler ce tube dans de bonnes conditions. Avec une résistance de cathode de 470 ohms de puissance et une tension V_a/V_k de 348 volts, le courant anodique est inférieur à 70 mA et cela représente entre autres le but qu'il faut atteindre vu que la dissipation plaque maximum autorisée pour une EL34 est de 25 watts. Dans cette réalisation, le courant plaque est de 64 mA mesuré avec un milliampèremètre entre l'anode et la borne marquée A du transformateur de sortie Millerieux HH25B. La tension plaque/cathode est de 348 volts comme vu plus haut. Le calcul est simple :

$$P = V_a \times I_a$$

soit :

$$348 \times 0,064 = 22 \text{ watts,}$$

ce qui représente une valeur inférieure aux limites maximales du tube.

Caractéristiques du tube EL34

Montage en triode

Tension alimentation : 375 V

Tension alternative G_1 :
18,9 V_{eff}

Résistance de cathode : 370 Ω

Courant plaque : 70 mA

Résistance de charge : 3 000 Ω

Puissance de sortie : 6 W

Distorsion à 6 W : 8 %.

Choix de l'étage d'entrée

C'est un gros problème que de choisir le montage à utiliser pour cet étage ; en effet, ils se valent tous. Pentode type EF86, comme dans les blocs mono 25 watts, triodes genre 12AT7, 12AU7, 12AX7 dans un montage SRPP ou en amplificatrice simple ou double ; les trois mon-

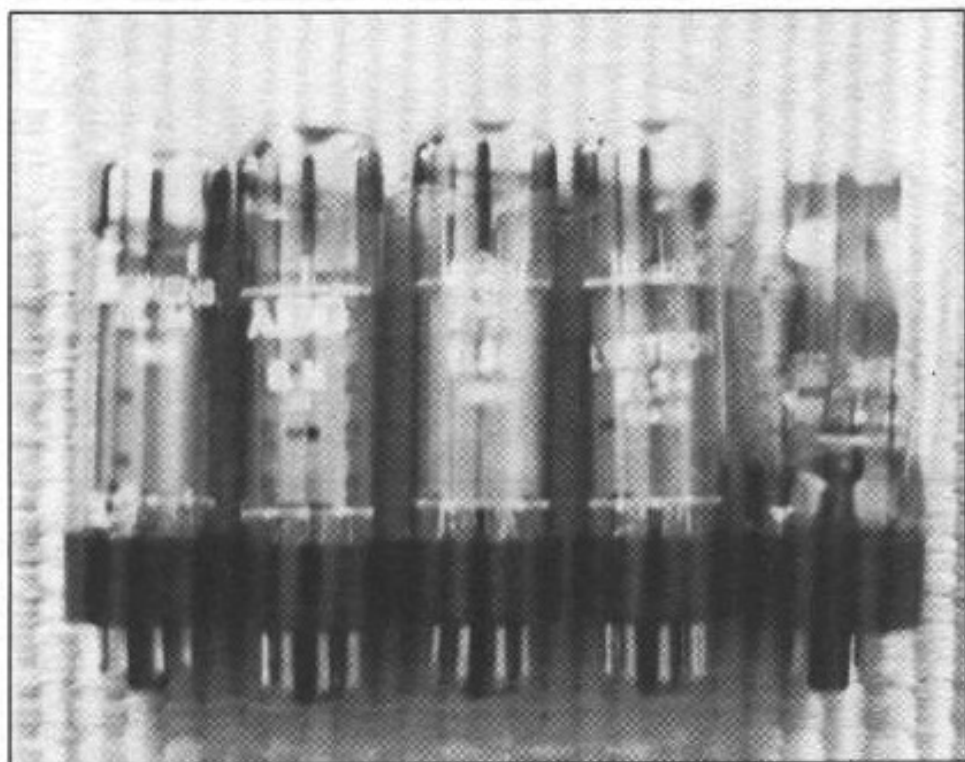


Photo 7 : Différents tubes EL34 et valve GZ32.



Photo 8 : Pentode EF86 et double triode 12AX7.

tages ont été essayés et j'ai retenu le dernier malgré ses imperfections (capacité interne importante, car deux triodes en parallèle). Ceci dit, c'est le montage qui, selon moi, fonctionne le mieux à partir du moment où il est bien polarisé et que le tube 12AX7 travaille dans sa zone linéaire (voir fig. 4). Cet étage a une haute tension de plaque de 146 volts sous une charge de plaque de 100 k Ω . La tension de polarisation V_k/V_{g1} est de 1,2 volts, ce qui, selon les courbes de ce tube, représente une bonne valeur (fig. 4).

Tous les composants de ce premier étage sont de haute qualité : résistances de 1,2 k Ω et 270 k Ω au tantale, capacités 33 μ F/40 V type CTS13 (tantale solide), 10 nF au cuivre et enfin 2,2 mF/250 V type MKC de marque ERO.

L'étage de sortie

Le choix étant dès le départ de faire travailler le tube EL34 en classe A, il faut trouver un transformateur de sortie dont l'impé-

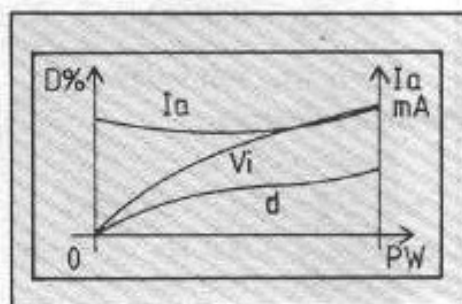


Fig. 1 : I_a/I_{p2} et V_o/P_o .

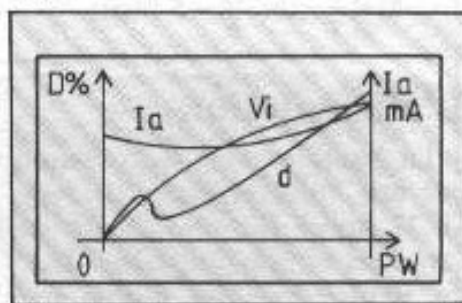


Fig. 2 : Idem mais montage push-pull triode.

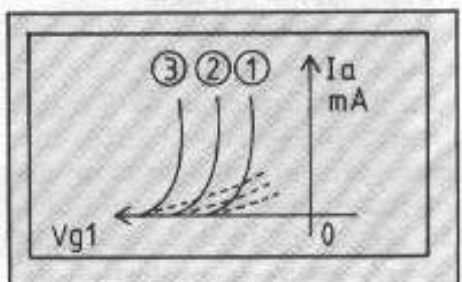


Fig. 3 : EL34 en triode.

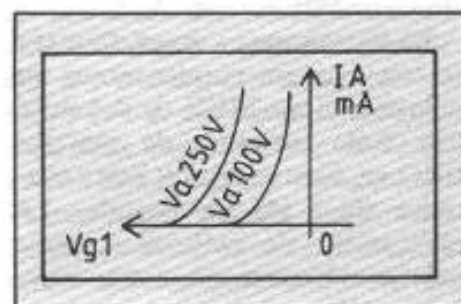


Fig. 4 : 12AX7 : I_o/V_{o1} .

dance du primaire correspond à la charge du tube. Fidèle à mes origines, j'ai encore choisi un transformateur de marque Milletrioux type HH25B, de faible puissance puisque ce dernier est donné pour 15 watts de sortie.

Caractéristiques du transformateur HH25B

- Puissance : 15 W
- Primaire : 2 500 Ω (prise à 2 k Ω)
- Courant continu maxi. : 120 mA
- Secondaire : 4,8 et 16 Ω
- Bande passante : 25 Hz-60 kHz à ± 1 dB
- Résistance primaire : 100 Ω sur sortie 2,5 k Ω

Résistance primaire : 89 Ω sur sortie 2 kΩ

Résistance secondaire : 1 Ω sur sortie 16 Ω

Tubes utilisables : 6L6, EL34, etc.

Sur ce transformateur de sortie, on amènera la haute tension de 380 V sur la borne + de la sortie 2 500 ohms et la plaque du tube EL34 sur celle marquée A (anode). La grille G2 du tube est reliée à l'anode via une résistance de 100 ohms/1 watt pour le faire travailler en mode triode. La grille supprimeuse G3 n'est pas câblée. Aux bornes de cette résistance de 100 ohms, on doit trouver à peu près 0,84 volt, ce qui nous donnera le courant I_{g2} par la relation

$$I_{g2} = \frac{u}{r}$$

soit

$$\frac{0,84}{100} = 0,0084 \text{ A}$$

La liaison avec l'étage d'entrée se fait avec un condensateur au polypropylène MKP de 0,5 mF/630 volts toujours de marque ERO et, bien entendu, une résistance de 1 kΩ au tantale. La résistance de cathode a pour valeur 470 ohms/5 watts, elle-même découplée par trois condensateurs : un chimique de 220 μF/63 volts, un au cuivre de 10 mF et enfin un de 2,2 μF/250 volts MKC ERO comme pour l'étage d'entrée. La tension aux bornes de la résistance de cathode est de 31 volts et la polarisation V_k/V_{g1} est de 29,7 volts quand tout est bien réglé. Le calcul donne les relations :

$$\frac{V_a}{k} = 348 \text{ volts}$$

$$R_k = 470 \text{ ohms}$$

$$V_g = 0,84 \text{ volts}$$

soit, comme vu, un courant de 0,084 A.

$$\frac{V_k}{\text{masse}} = 31 \text{ volts}$$

$$\text{soit } I_k = \frac{u}{r}$$

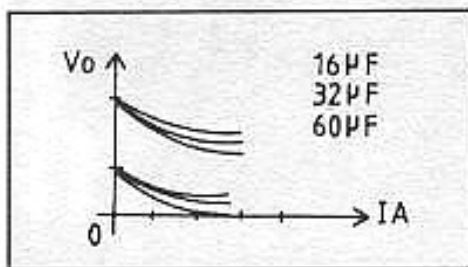
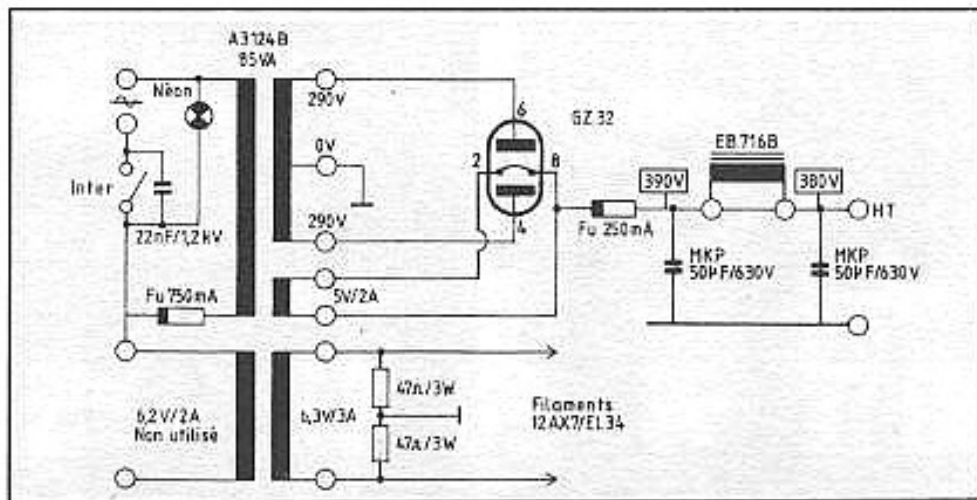


Fig. 5 : Alimentation et courbe courant-tension de la GZ32.

$$\frac{31}{470} = 0,066 \text{ A}$$

$$I_a = I_k = I_{g2} \text{ soit } 0,057 \text{ A}$$

Puissance dissipée :

$$V_a \times I_a$$

$$\text{soit } 348 \times 0,057 = 20 \text{ watts}$$

L'écrêtage à 1 000 Hz en sinus est de 7 volts efficaces.

Puissance de sortie :

$$U \times \frac{U}{r} \text{ soit } \frac{49}{8} = 6 \text{ watts}$$

L'alimentation

La haute tension est obtenue par une valve biplaque de type GZ32 après filtrage à base de capacités au polypropylène MKP de 50 μF/630 volts et une self Millerioux type EB716B. Cette self a pour valeurs nominales :

Résistance : 200 ohms

Courant : 150 mA

Inductance : 3 henrys

La haute tension de l'étage d'entrée 146 volts est filtrée, elle aussi, par un condensateur au polypropylène MKP de 12 μF/350 volts. Un fusible rapide de 250 mA assure la protection de cette ligne haute tension. Le

transformateur d'alimentation est un Millerioux type A3124B de 85 VA. Il fournit un enroulement haute tension de 2 × 325 volts et 2 × 290 volts (celle utilisée dans ce montage) sous 120 mA. Deux enroulements 6,3 volts : un de 2 A dont l'on ne se sert pas et un de 3 A qui alimentera les deux tubes. Enfin un enroulement de 5 volts/2 A pour la valve redresseuse GZ32. Le primaire n'appelle aucun commentaire particulier si ce n'est de ne pas oublier la capacité de 22 nF/1,2 kV sur l'interrupteur de mise sous tension, le fusible de protection secteur et un voyant. Ici le voyant sera au néon et est incorporé au bouton marche/arrêt.

Il ne faut pas mettre plus de 50 μF sur la capacité de tête, par contre après la self de filtrage on peut éventuellement mettre plus (voir courbes fig. 5).

Caractéristiques de la valve GZ32

Tension filament : 5 V

Courant : 2 A

Tension alternative par anode : 300 V, 350 V, 500 V

Courant redressé : 300 mA, 250 mA, 125 mA

Capacité d'entrée du filtre : 16 μF, 32 μF, 50 μF.

Résistance de limitation : 50, 100, 150 ohms

Réalisation

Le châssis a les mêmes dimensions que celui des blocs mono

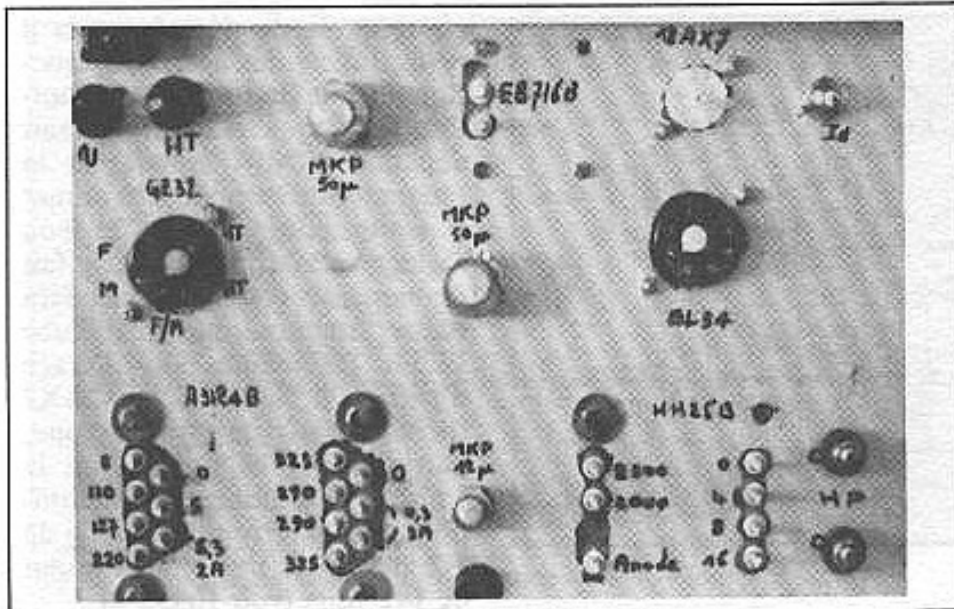


Photo 9 : Composants mis en place sur châssis avant câblage.

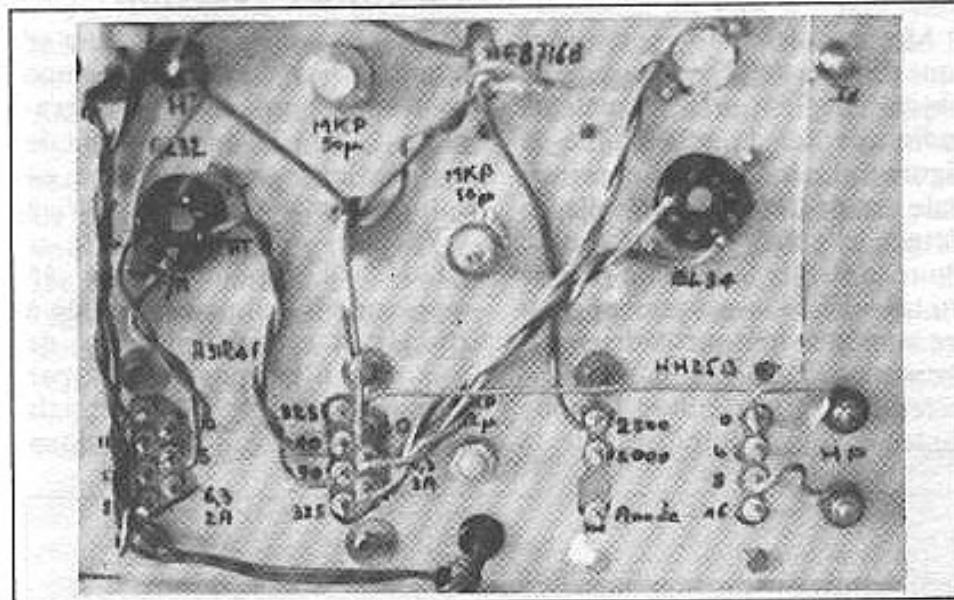


Photo 10 : L'alimentation câblée.

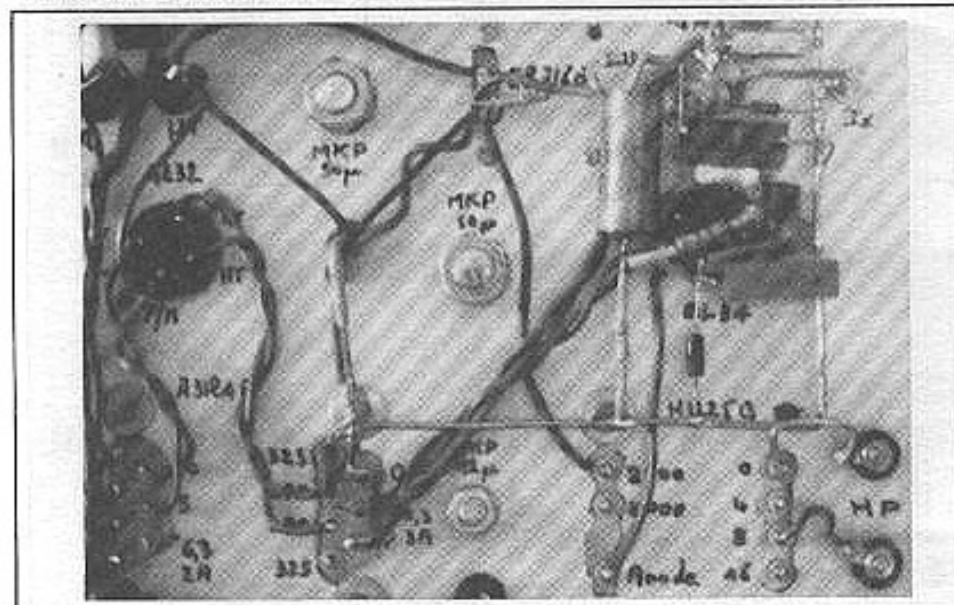


Photo 11 : Câblage terminé.

de 25 watts, soit 265×198 et l'implantation des composants est donnée figure 7. Cette fois, le tube d'entrée 12 AX7 est à l'opposé du transformateur d'alimentation, pour éviter tout rayonnement parasite (électrique et magnétique). Pour la fixation des trois condensateurs MKP polypropylène, vous pouvez soit les fixer au détriment de l'esthétique, comme sur les photographies, par leur vis centrale, soit mieux, acheter trois colliers de fixation et percer le châssis au diamètre des capacités.

Une fois le long travail de perçage, ponçage, dégraissage et de peinture achevé, on place tous les composants à leur place respective (voir photo 9) et l'on peut enfin commencer le câblage. Attention à bien gratter le châssis, car il est anodisé et la seule prise de masse se fera à la fiche Cinch d'entrée. On câblera le primaire du transformateur A3124B donc secteur et fusible de protection, interrupteur et son voyant au néon et ne pas oublier le condensateur de 22 nF sous 1,2 kV sur les contacts de l'interrupteur pour limiter les bruits de mise sous tension. On passe ensuite au secondaire du transformateur, avec la haute tension. Prendre les deux sorties 290 volts du A3124B et mettre le point milieu à la masse. Ces deux lignes haute tension vont aux bornes 4 et 6 de la valve GZ32. Le filament 5 volts/3 A va aux bornes 2 et 8 et la sortie haute tension se fera sur la borne 8 via un fusible rapide de protection (250 mA). L'enroulement 6,3 volts/3 A ira aux filaments des deux tubes. Pour équilibrer la tension filament et la référencer à la masse, prévoir deux résistances de 47 ohms/3 watts ou un potentiomètre de 100 ohms/3 watts. Cette dernière solution permet un léger réglage au cas où le montage ferait du bruit. Sur ceux déjà réalisés, ils ne sont équipés que de résistances de 47 ohms et cela

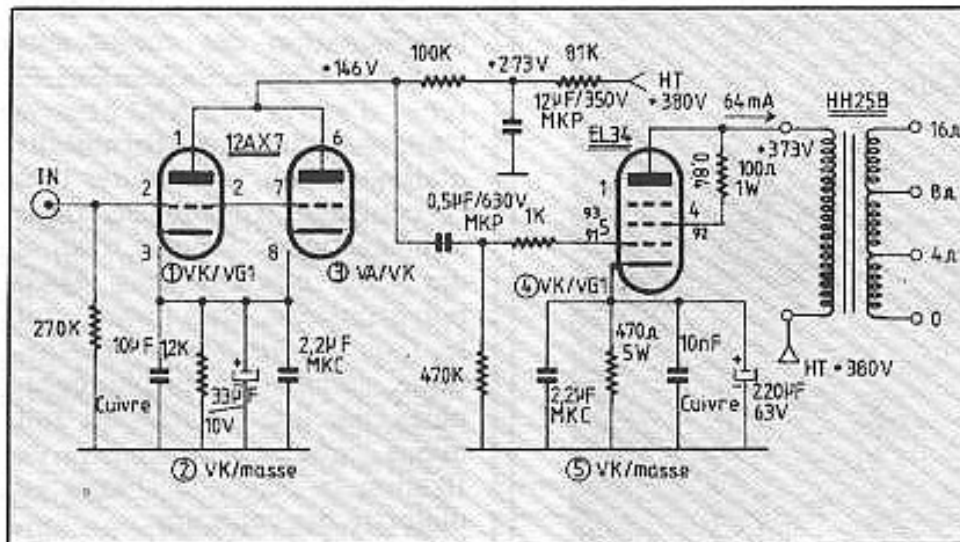


Fig. 6 : Schéma de l'amplificateur.

suffit. Ensuite on place la ligne de masse qui est réalisée par un fil de cuivre de grosse section, ici 4 mm². Je rappelle que le seul point de masse au châssis sera la Cinch d'entrée, donc bien gratter ce dernier. Effectuer les liaisons de la haute tension vers le filtrage, vers la prise 2 500 ohms du transformateur de sortie HH25B et vers la résistance de 81 kΩ et son condensateur au polypropylène par du câble multi-brins Lify de 1 mm² de section. Utiliser un fer à souder de 70 watts pour souder les retours de masse sur la ligne de 4 mm² de section... Attention au collage !!

Mettre les shunts sur la double triode 12AX7 aux bornes 1 et 6, 2 et 7 puis 3 et 8. La photographie 10 montre les blocs à ce niveau de réalisation.

Câbler après les composants du premier étage : deux résistances et trois capacités. Effectuer le même travail sur l'étage de sortie. Eloigner les composants le plus possible de la résistance de cathode 470 ohms/5 watts car elle chauffe et c'est normal. La liaison entre les deux étages se fait comme sur les blocs 25 W par une capacité MKP au polypropylène, toujours de 0,5 µF/630 volts, de marque ERO. Ultime vérification du câblage et des composants ; on peut placer les tubes sur les supports et mettre sous tension...

Mise au point

Mesurer les hautes tensions sans signal à l'entrée. Vous devez obtenir à 5 % près les valeurs indiquées sur le schéma de la figure 6. La haute tension principale est de 380 volts et celle de l'étage d'entrée de 146 volts. Pour contrôler le courant plaque du tube EL34, vous pouvez mettre au point, marque A du transformateur de sortie, un milliampèremètre en série avec l'anode du tube. Sur cet amplificateur, le

courant est de 64 mA, mais il peut y avoir des écarts en fonction du gain du tube que l'on utilise. Dans tous les cas, ne jamais dépasser 70 mA et adapter la résistance de cathode 470 ohms/5 watts pour obtenir le bon réglage de courant. Le fait d'augmenter cette résistance fera baisser le courant plaque du tube EL34. De même pour l'étage d'entrée, il faut que la 12AX7 travaille dans une bonne zone, partie droite et linéaire de la courbe. Soit pour cette réalisation, une polarisation V_k/V_{g1} de 1,2 volts pour une haute tension de 141 volts (voir figure 4).

La contre-réaction

Comme vous avez constaté ce montage ne comporte aucune contre-réaction. Les photographies 12, 13 et 14 montrent la forme d'un signal carré avec, en entrée 50 mV et en sortie V, à 1 V, pour 40 Hz, 1 000 Hz et 10 kHz. La photographie 15 représente le temps de montée à 10 kHz et est ici de l'ordre de 5 µs. Ce n'est pas parfait par rapport aux blocs 25 W, mais excellent à l'écoute en médium

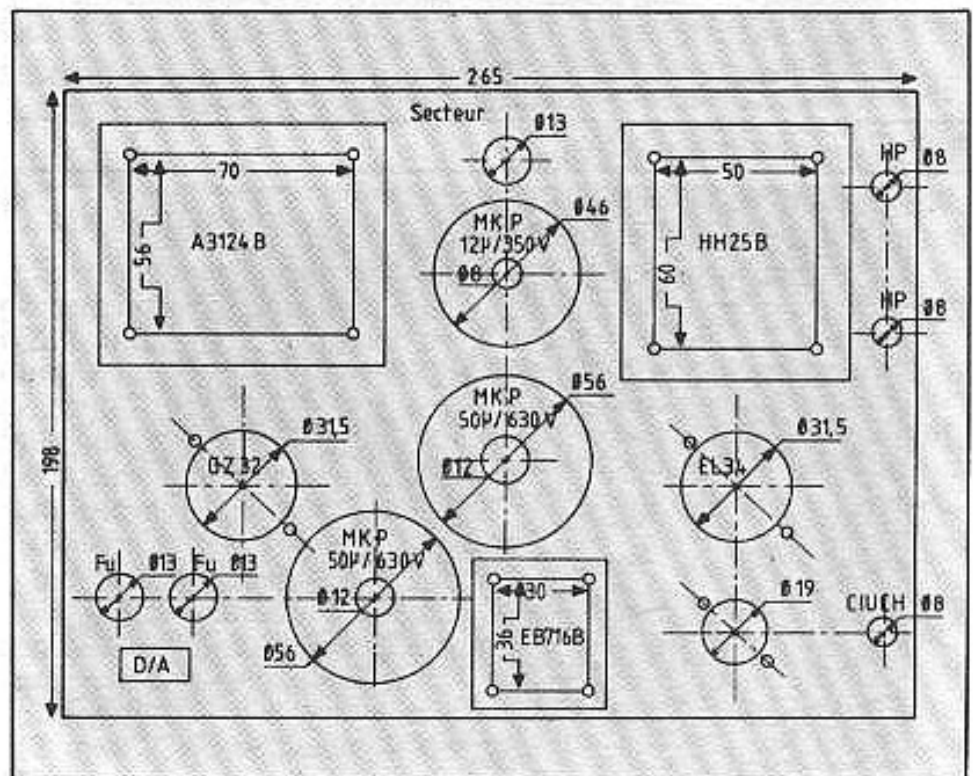


Fig. 7 : Dessin du châssis et implantation.

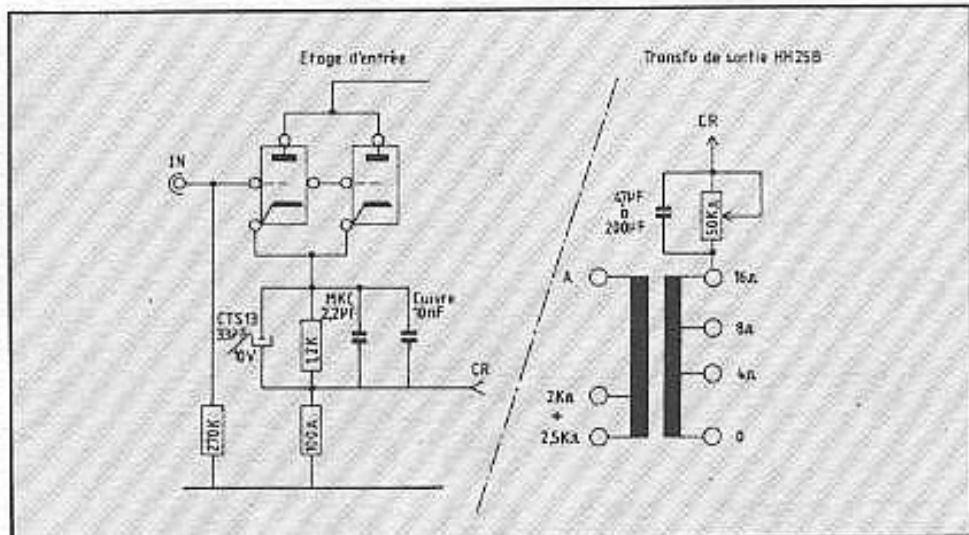


Fig. 8 : Branchement de la contre-réaction.

ou en aigu.

On peut malgré tout appliquer une boucle de contre-réaction à ce montage et une variable : pourquoi pas. Prendre la sortie 16 ohms du transformateur de sortie et mettre un potentiomètre de 50 kΩ avec, en parallèle, un condensateur de 47 pF à 150 pF. De toute façon, pour faire ce réglage, il faut un oscilloscope pour « voir » où l'on va, l'oreille restant toujours le seul juge final. Cette ligne de contre-réaction se branchera comme indiquée sur la figure 8 au niveau de l'étage d'entrée. Mais enfin, pourquoi faire compliqué ; sans contre-réaction, je vous assure que tout passe !

Les écoutes

Ces blocs monophoniques de 6 watts ont été essayés en large bande (eh oui !) avec un système deux voies Altec « Voix du Théâtre » à filtrage passif modifié. La charge arrière du compresseur médium-aigu Altec a été enlevée pour monter plus haut en fréquence. Le préamplificateur était un SRPP avec une correction RIAA 100 % passive et entrée MC sur pré-pré Hiraga, platine Thorens et cellule Denon 305. Les disques utilisés pour ce test étaient bien entendu tous des Sheffield Lab 1, Lab 5 et Lab 14 (aucun CD dans nos écoutes)...

Foudroyant de vérité ! Il faut

entendre la voix de Thelma Houston du Lab 5... incroyable avec 6 watts à niveau réel. Le « Drum Record » Lab 14, reconnu pour être difficile à passer (une torture pour électroniques et enceintes), passe avec une telle émotion que les plus petits détails sont présents. Le grave est hyper-puissant avec des nuances de timbres étonnantes... quant au médium/aigu, tout passe avec une précision et une

mise en phase époustouflante (système deux voies de la Voix du Théâtre)... Remarquable !!

La seconde écoute de ces blocs monophoniques 6 watts a été effectuée avec un système JBL haut rendement multi-amplifié en trois voies. Les fréquences de coupure du filtre actif Kanéda ont été changées pour mieux coupler les LE15A avec les compresseurs 175 JBL + pavillons Altec 511. De plus les 175 montent maintenant jusqu'à 8 kHz. Je vous donne ci-dessous le nouveau synoptique de l'installation des écoutes (figure 9). Dans le grave : blocs mono 25 watts push-pull ; dans le médium : blocs mono 6 watts classe A, ainsi que dans l'aigu pour le tweeter JBL 077. Le préamplificateur était un Denon PRA 1001 avec, toujours, un pré-pré Hiraga pour la cellule Denon DL103S et platine Rega Planar. Les mêmes disques bien sûr ont été utilisés pour cette deuxième écoute. Les résultats sont identiques à ceux obtenus sur le premier système avec, en plus, une

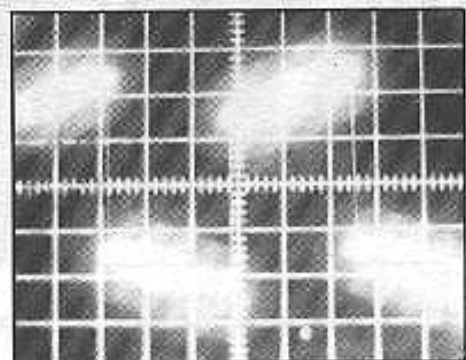


Photo 12 : Signal carré 40 Hz 5 ms/div. et 0,5 V/div.

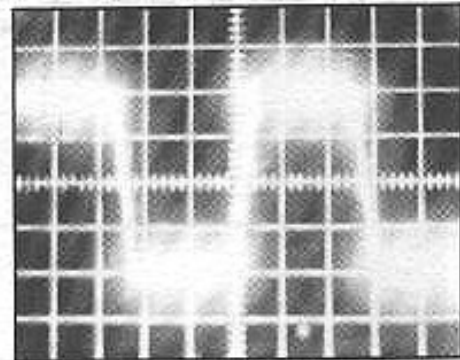


Photo 13 : Signal carré 100 Hz 0,2 ms/div. et 0,5 V/div.

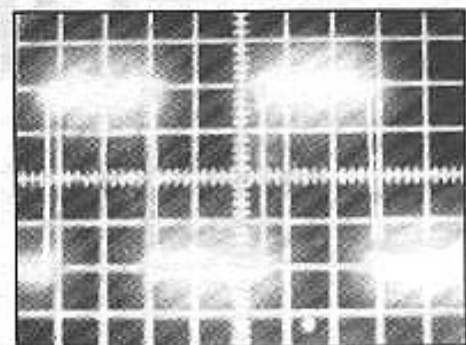


Photo 14 : Signal carré 10 kHz 20 μs/div. et 0,5 V/div.

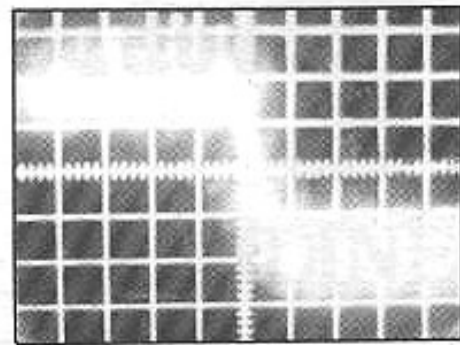


Photo 15 : Temps de montée à 10 μs/div. et 0,5 V/div.

bande élargie aux deux extrémités du spectre audio. Dans le grave, la personnalité des blocs mono 25 watts se fait entendre : fermeté et précision, et dans l'aigu le tweeter JBL 977 apporte un « plus » par rapport à la deux voies Altec.

Conclusion

La réalisation de ces deux blocs monophoniques arrive à la fin. Les blocs 25 watts sont, de par leurs technologies (transformateur de sortie et alimentation) destinés à la voie grave en bi ou tri-amplification. Les blocs 6 watts classe A peuvent être utilisés en large bande à condition de posséder un système à haut rendement, mais ils sont remarquables en médium ou en aigu.

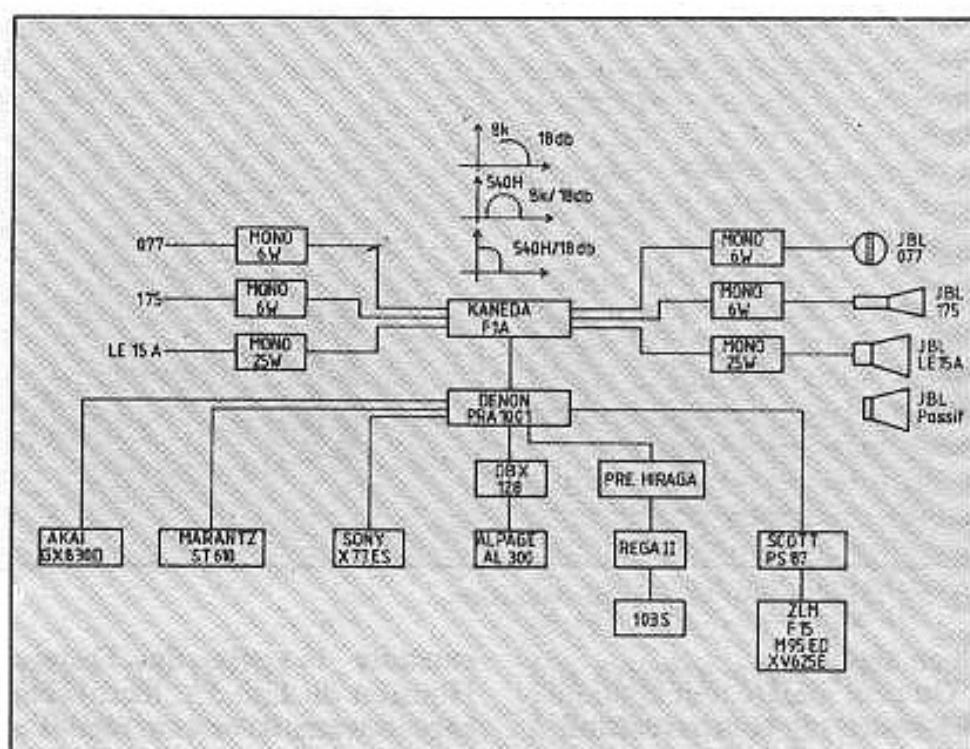


Fig. 9 : Synoptique de l'installation des écoutes.

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

POINT DE VUE

LE HAUT RENDEMENT, UNE LONGUE HISTOIRE...

F. et M. Louineau

L

e « haut rendement », ce terme conceptuel exprime toute une philosophie dictée naguère par la nécessité. Les résultats surprenants des systèmes à pavillons, même anciens, laissent rêveur. Et malgré les défauts qui leur sont reprochés, l'écrasante capacité dynamique de tels systèmes fait l'unanimité dès que l'on désire reproduire la musique à un niveau réaliste.

Reconnaître le fait qu'un système est imparfait,

n'est-ce pas la meilleure manière de contribuer à son perfectionnement ?

Ainsi l'évolution des techniques d'enregistrement, tant analogiques que digitales, a incité les constructeurs à revoir le « design » des moteurs à chambre de compression et des pavillons qui leur sont associés dans le but de libérer ces transducteurs de leurs problèmes spécifiques.

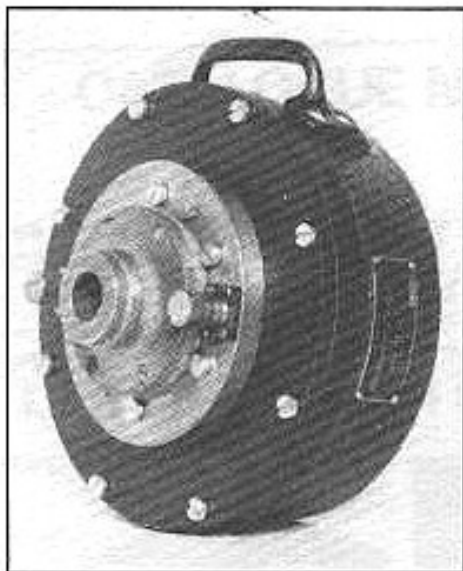
L'étude d'un pavillon, même avec l'aide des moyens modernes (CAO) reste difficile. Le nombre de paramètres et les exigences souvent contradictoires entre le rendement du système, son encombrement, sa fréquence de coupure et sa couverture sonore aux moyennes et hautes fréquences ne laissent aux concepteurs que d'étroites perspectives où la

notion de compromis est omniprésente. Pendant ces dernières années, le contrôle de la directivité sur une (plus) large plage de fréquence s'est révélé d'une importance capitale aux yeux des constructeurs. Ce dernier paramètre influence en effet le rendu sonore d'une manière non négligeable, ce qui en fait un critère de choix lors de l'élaboration

d'un système à haut rendement.

La maîtrise de la directivité et ses conséquences

Si l'on mesure des pavillons de conception ancienne : exponentiels de formes radiales, multicellulaires ou non, on constate qu'ils présentent en général une



Moteur Western Electric 555 W.



Moteur JBL 2450 J.

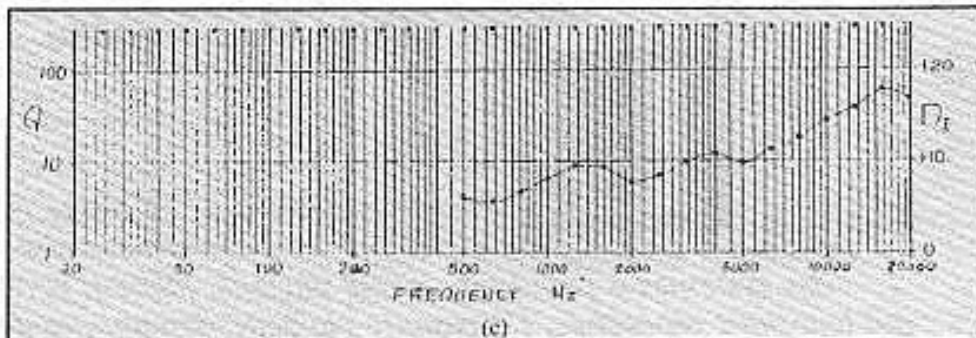
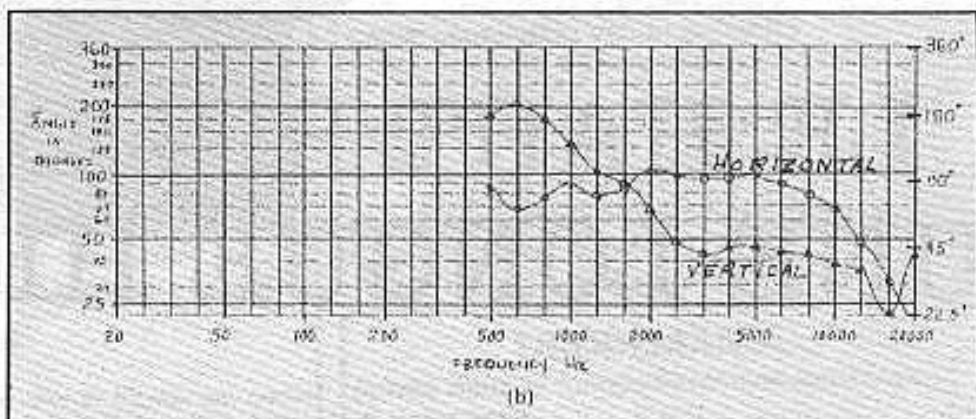
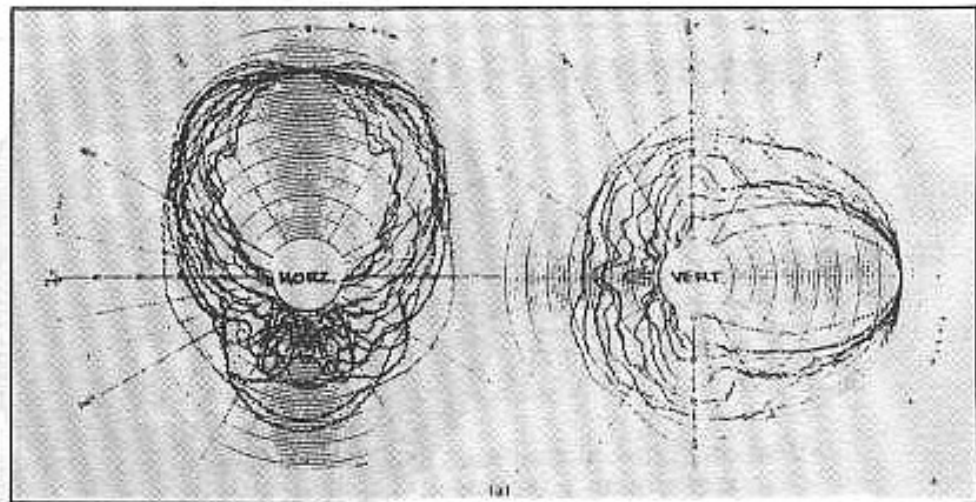


Fig. 1 : [4] Réponse polaire, couverture angulaire et indice de directivité à un pavillon radial Altec 511 B. a) Réponse polaire composite (800 Hz-16 000 Hz). b) Dispersion en fonction de la fréquence. c) Indice de directivité en fonction de la fréquence.

réponse en fréquence et une dispersion large mais non contrôlée dans le plan horizontal, la contrepartie étant une réponse verticale étroite dans les hautes fréquences avec une directivité constamment accrue en fonction de la fréquence (caractéristique montante de l'indice de directivité) (voir fig. 1, 2, 3).

Ces inconvénients plus ou moins bien contrôlés par des procédures d'égalisation ont parfois établi la signature sonore des systèmes à chambre de compression et pavillons associés.

Les études menées dans ce

domaine d'après ces constatations par Ray Newman [3] et Keele [1] et, plus récemment, par Henriksen et Ureda [2], ont donné naissance à une nouvelle famille de pavillons regroupés sous le terme générique de pavillons à directivité constante.

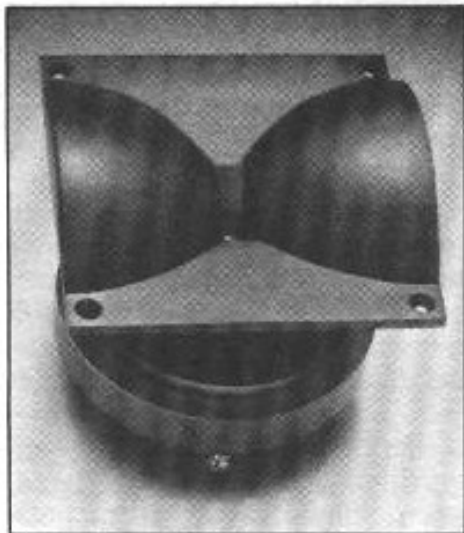
Les noms diffèrent selon les constructeurs : série HR White Horn pour electrovoice, Manta-ray pour Altec ; le plus récent issu des travaux de Keele chez JBL [4] porte l'appellation commerciale Bi-Radial (voir photo 2404 H).

La figure A montre un tracé

par ordinateur en coupes verticale et horizontale d'un pavillon Bi-Radial réf. 2344.

Grâce au contrôle de la directivité sur toute la gamme de fréquence utile, ces pavillons procurent des diagrammes de couverture horizontale et verticale uniformes et peu dépendants de la fréquence (fig. 4).

Les conséquences de ces améliorations sont importantes lorsque l'on désire obtenir des réponses axiales et en puissance relativement droites et parallèles, ce qui est le souhait de la majorité des constructeurs.



Modèle 2404 H.

Comparaison pavillon traditionnel-pavillon à directivité constante

Un moteur typique à chambre de compression, quand il est mesuré sur tube à ondes planes, voit sa réponse en puissance chuter de 6 dB/octave à partir d'environ 3 kHz (fig. 5a). Son couplage à un pavillon doté d'un accroissement réciproque de l'indice de directivité permet d'obtenir un ensemble acoustiquement égalisé, mais uniquement dans l'axe, ce qui rend délicat toute égalisation électrique (active ou passive) du moteur visant à linéariser la réponse en puissance de l'ensemble ; ceci sans dégrader sa réponse axiale (cette dernière étant relativement droite mais différente de celle en puissance du moteur qui chute de 6 dB/octave dès 3 kHz) (fig. 5B, 5c).

La comparaison des courbes de réponse précédentes avec celles résultant de l'association d'un même moteur et d'un pavillon à directivité constante (fig. 6b) permet de mieux comprendre l'apport de ces derniers.

Dans ce cas, la réponse axiale de l'ensemble (fig. 6c) suivant la réponse du moteur dans sa chute (fig. 6a), le rendement élevé procuré par le pavillon autorise une

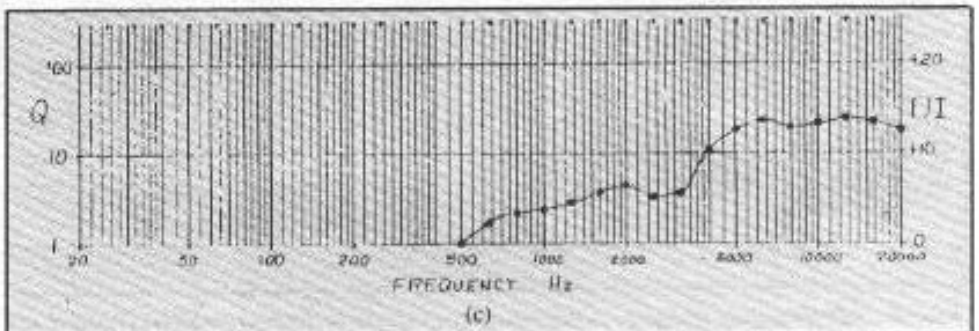
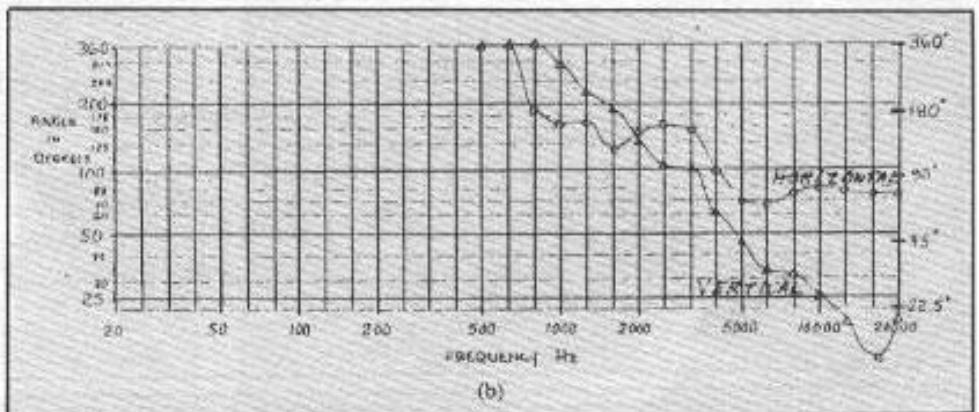
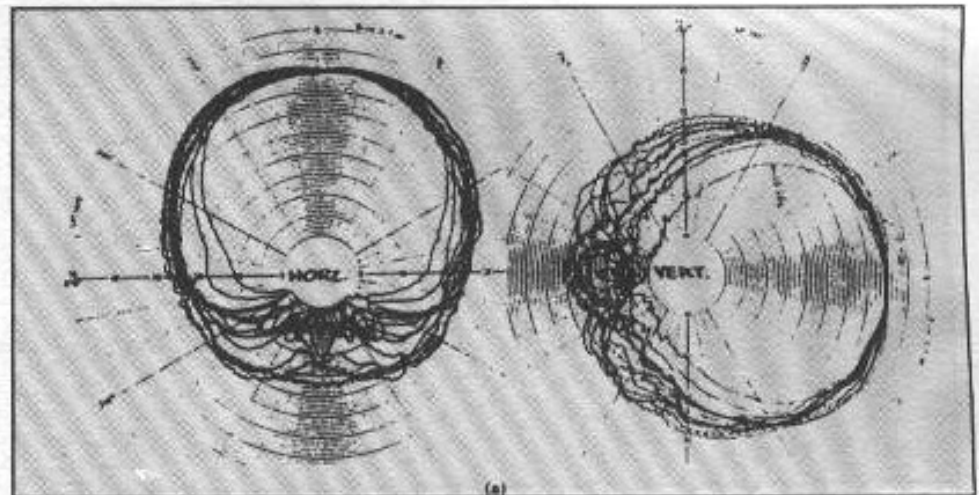


Fig. 2 : [4] Réponse polaire, couverture angulaire et indice de directivité d'un pavillon exponentiel droit couplé à une lentille acoustique divergente JBL 2307/2308. a) Réponse polaire composite 800-16 000 Hz. b) Dispersion en fonction de la fréquence. c) Indice de directivité en fonction de la fréquence.

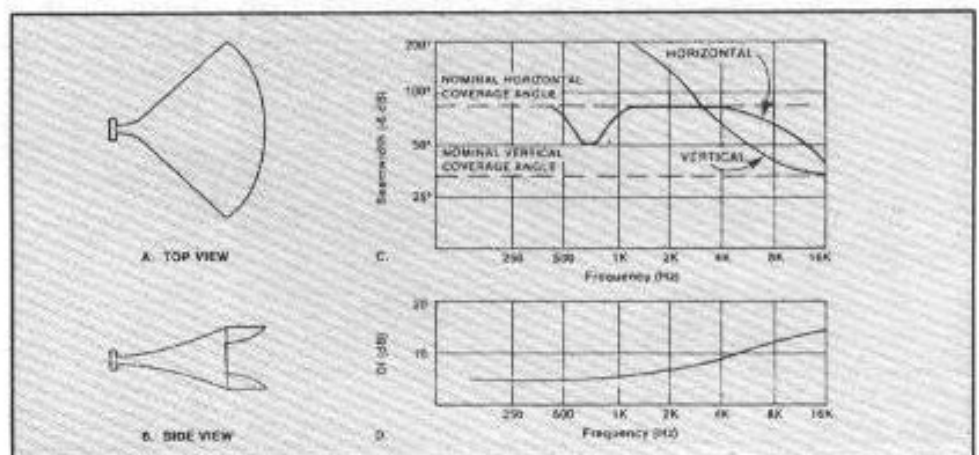


Fig. 3 : [7] Forme et caractéristique d'un pavillon radial typique !

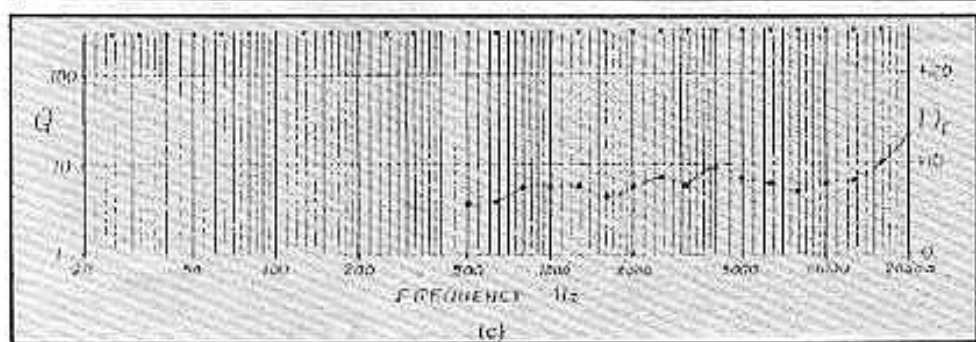
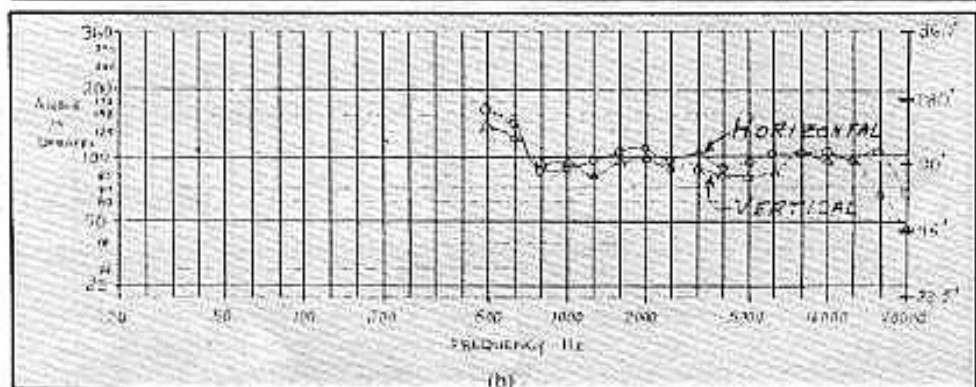
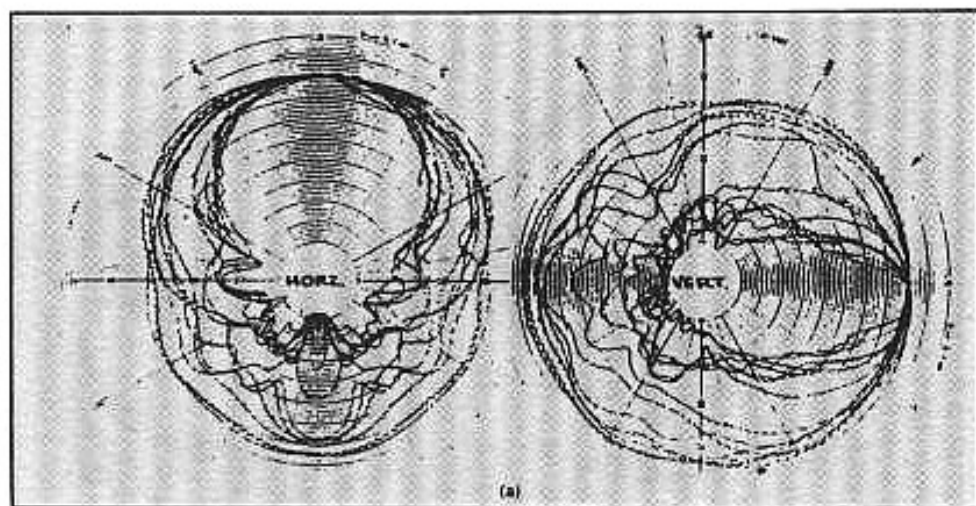


Fig. 4 : [4] Réponse polaire, couverture angulaire et indice de directivité d'un pavillon à directivité constante. a) Réponse polaire composite 800-16 000 Hz. b) Dispersion en fonction de la fréquence. c) Indice de directivité en fonction de la fréquence.

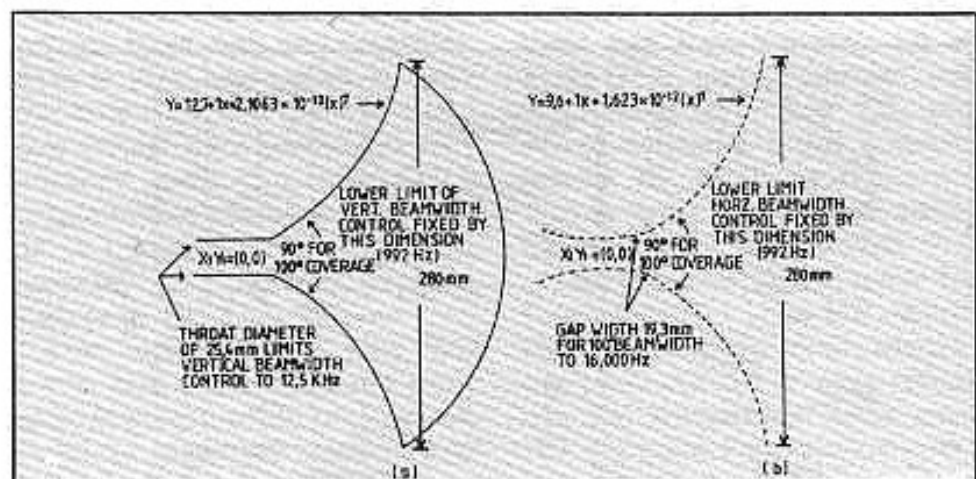


Fig. A [4] : Pavillon biradial à directivité constante de Keele (JBL 2344). a) Vue en coupe verticale. b) Vue en coupe horizontale.

égalisation passive par un réseau atténuateur pour les fréquences médium et une cellule de filtrage indépendante pour les plus hautes fréquences (fig. 7). C'est ce qui permet d'obtenir une réponse axiale et une réponse en puissance plane de l'ensemble moteur-pavillon (fig. 8a, 8b).

Le moteur ainsi égalisé doit présenter une réponse en puissance droite au tube à ondes planes.

On constate donc qu'avec un pavillon à directivité constante, les réponses axiales et en puissance de l'ensemble ci-dessus considérées sont droites et présentent un profil sensiblement identique (progression parallèle), grâce à la possibilité d'égalisation et au faible indice de directivité du pavillon (cf. directivité constante).

Ces avantages s'avèrent décisifs lors des corrections effectuées sur égaliseurs multi-bandes en vue de l'adéquation du système au local d'écoute. Ces corrections seront plus précises et en général de moindre amplitude, autorisant ainsi un ajustement de la réponse in situ du système sans entraîner de dégradation de la réponse axiale.

De plus l'uniformité de la réponse en fréquence hors de l'axe, aussi bien verticalement qu'horizontalement, rend moins critique la position de l'auditeur et procure un champ diffus homogène, ce qui est avantageux en termes d'image stéréophonique (les sources fictives sont plus ponctuelles et ne bougent pas en fonction de la fréquence) [5]. Sans paraître révolutionnaires, ces évolutions apportent indéniablement des solutions aux défauts imputables aux pavillons des générations précédentes. Les systèmes les utilisant constituent réellement une nouvelle famille de reproducteurs.

Un demi-siècle d'effort

On ne peut évoquer l'évolution de la technologie des cham-

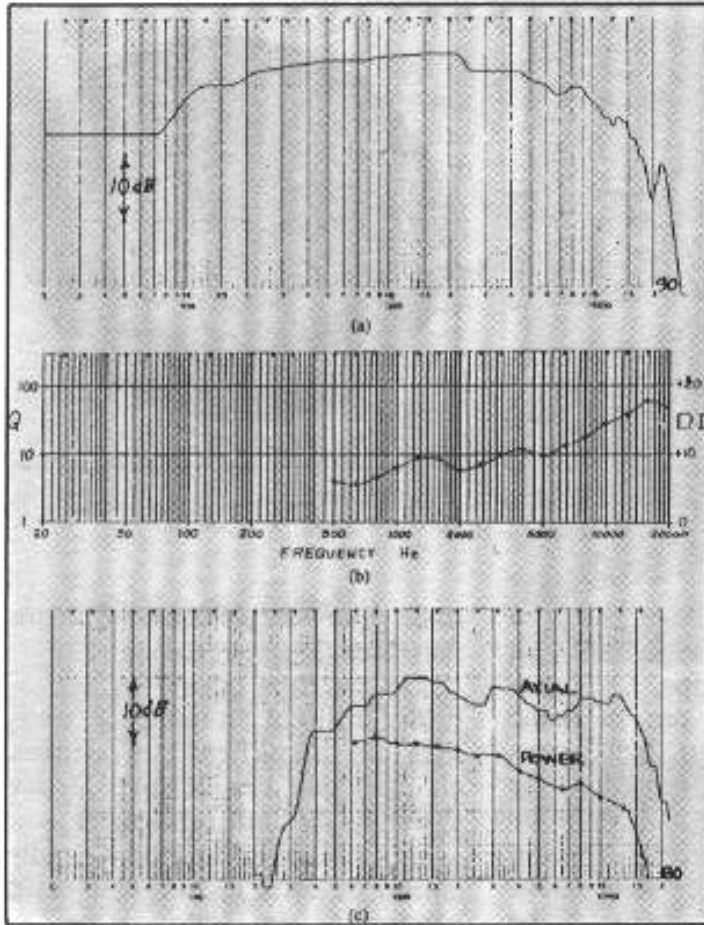


Fig. 5 : [4] Egalisation acoustique d'un moteur à chambre de compression par un pavillon qui « focalise dans l'axe ». a) Réponse en puissance du moteur sur tube à ondes planes. b) Indice de directivité du pavillon. c) Réponse de l'association moteur + pavillon. Courbe de réponse en puissance : courbe de réponse axiale - courbe de l'indice de directivité. Nota : la réponse axiale est droite mais la réponse en puissance chute.

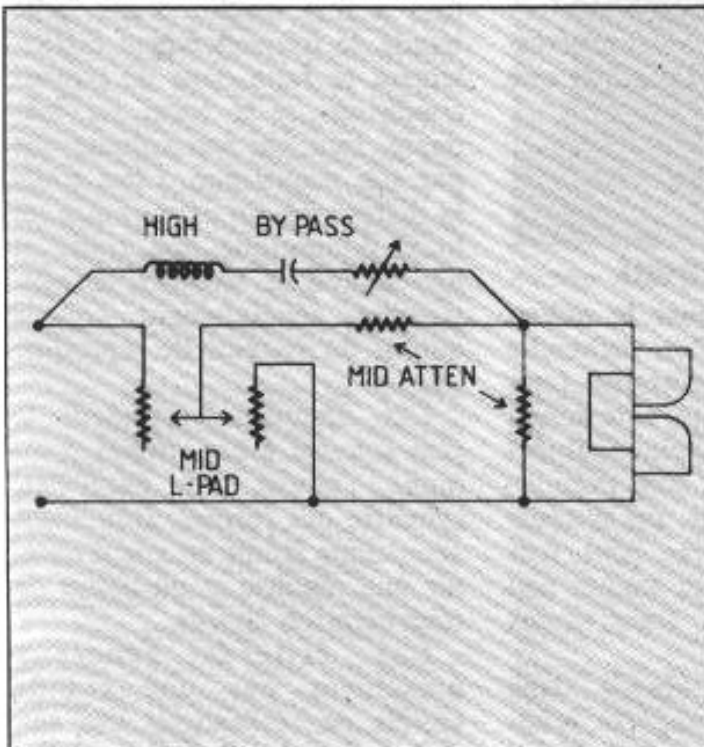


Fig. 7 [4]

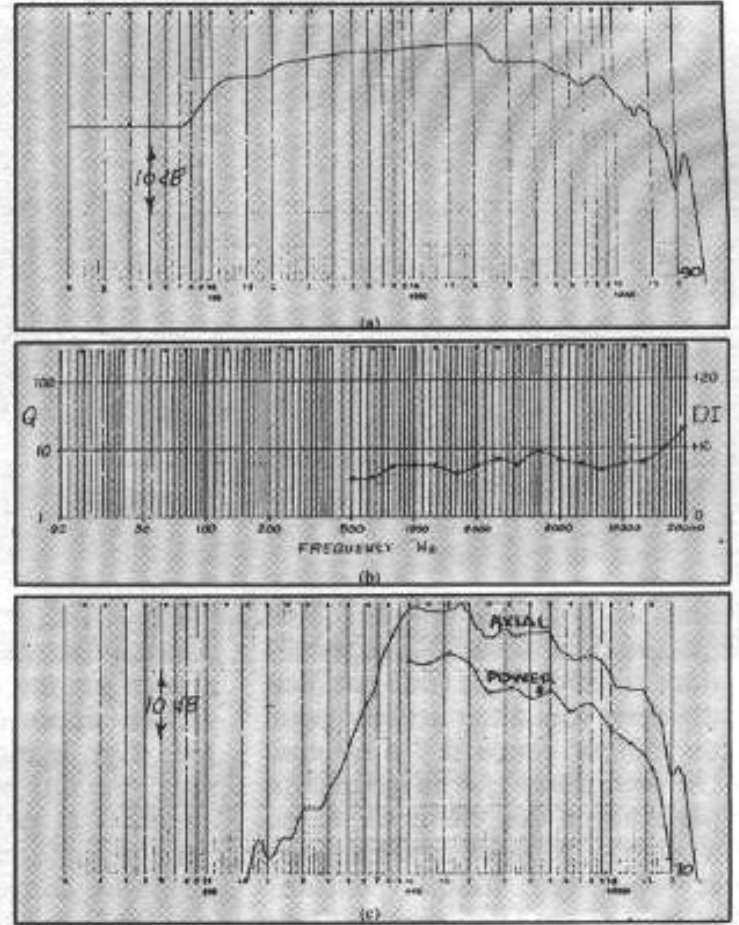


Fig. 6 : [4] Réponse axiale et en puissance d'un pavillon à directivité constante. a) Réponse en puissance du moteur sur tube à onde plane. b) Indice de directivité du pavillon. c) Réponse de l'association moteur + pavillon. Courbe de réponse en puissance : courbe de réponse axiale - courbe de l'indice de directivité. Nota : la progression de la courbe de réponse en puissance est parallèle à la courbe de réponse axiale.

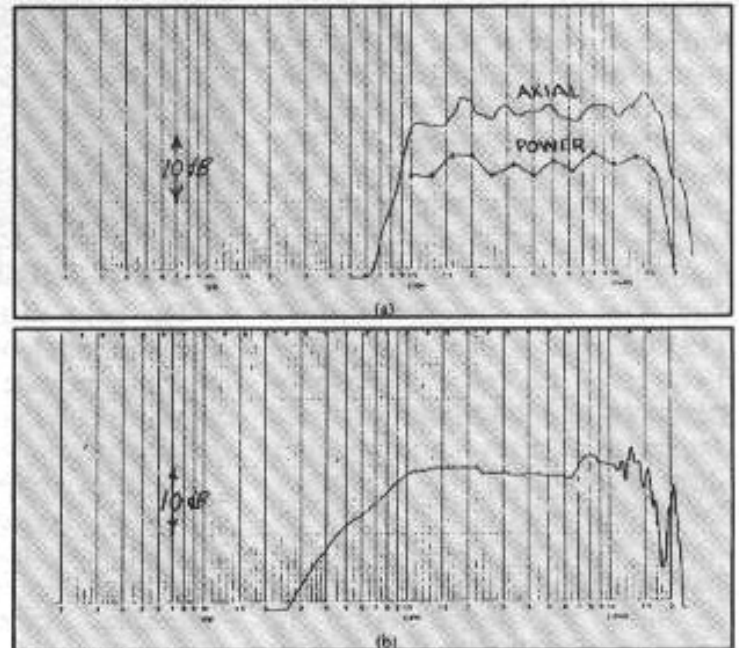
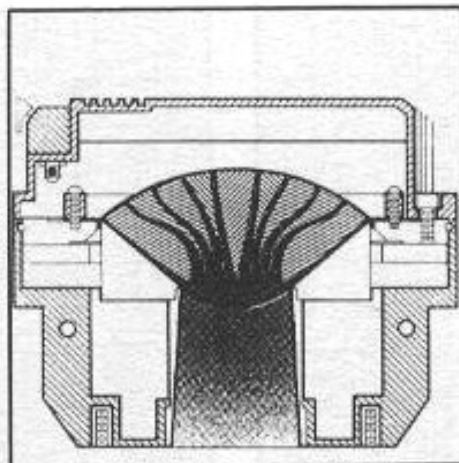


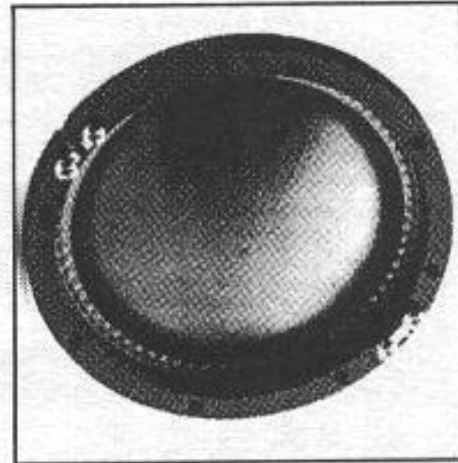
Fig. 8 : [4] Réponse de l'association : a) moteur et pavillon électriquement égalisé. b) Réponse du moteur ainsi égalisé sur tube à ondes planes. Nota : la réponse en puissance et la réponse axiale de l'ensemble sont droites, leur profil est parallèle.



Moteur Western Electric 555 W démonté. Remarquer la taille de la bobine d'excitation.



Vue en coupe JBL 2450 J.



Diaphragme.

bres de compression sans évoquer le moteur 555W (v. photo) dont la technologie reste par bien des côtés tout à fait actuelle pour un moteur conçu il y a 60 ans. On peut noter que la géométrie particulière des éléments de ce moteur — pièce de mise en phase et équipement mobile notamment — se retrouve sur bon nombre de réalisations contemporaines. En 1988, la firme JBL, connue pour la qualité de ses réalisations, a mis sur le marché un moteur dont la conception novatrice a permis d'étendre la bande passante vers le haut du spectre sonore. La membrane en titane embossé permet un travail en piston à des fréquences plus élevées que sur les précédents modèles. La suspension fait appel à des plis en forme de losange (Diamond™), l'aimant, en néodymium permet d'obtenir une dimension très réduite sans sacrifier les performances (19 000 gauss de flux dans l'entrefer). La pièce de mise en phase (v. schéma) comporte des fentes annulaires concentriques dont la forme a permis d'égaliser leurs longueurs et d'orienter les ondes sonores dans l'axe du pavillon dès la sortie de la pièce de mise en phase. Ainsi la réponse reste régulière jusqu'aux plus hautes fréquences.

Les 60 ans qui séparent l'étude de ces deux moteurs peuvent paraître une éternité. Le moteur

Western Electric 555W était dès sa conception fabuleusement en avance sur son temps. Les innovations apportées par la firme JBL avec le moteur 2450J peuvent, quant à elles, sembler mineures et pourtant, l'étendue de la réponse en fréquence et la puissance admissible élevée sont le fruit d'un travail de recherche de longue haleine. Destiné avant tout au marché professionnel où la fiabilité est de rigueur, ce produit n'en possède pas moins des qualités subjectives impressionnantes. Il devient possible, avec un tel moteur, d'élaborer des systèmes deux voies très performants, possibilité aussi intéressante pour le professionnel que pour l'audiophile.

Les utilisateurs de systèmes à haut rendement

On peut distinguer le milieu professionnel où l'on recherche la plus grande neutralité (aux mesures et à l'écoute) et le milieu audiophile où les qualités subjectives d'un système sont prépondérantes. Toutefois, un système parfait aux mesures peut fort bien avoir un rendu sonore peu agréable, l'inverse étant moins vrai.

Le mystère réside-t-il dans l'impalpable et complexe échec de perceptions qu'aucune machine ne mesure actuellement

mais que notre oreille intègre fort bien ?

Les puristes parmi les audiophiles utilisent au mieux les qualités des amplificateurs à tubes en associant ces derniers à des systèmes de haut rendement.

Le principal domaine d'application de cette technologie reste néanmoins la sonorisation et l'écoute en studio d'enregistrement. L'utilisation domestique de tels systèmes, en dehors des questions d'encombrement et de coût pose en effet des problèmes de couplage avec le local d'écoute. C'est que la reproduction à fort niveau d'une large bande de fréquence peut difficilement se faire dans de bonnes conditions si le local est inadapté, tant par son volume que par son acoustique. C'est toute la différence qui existe entre un local domestique non traité et une cabine de studio d'enregistrement généralement conçue autour du système de reproduction.

Ces dernières répondent le plus souvent à des critères communs : parois non parallèles, symétrie des formes, traitement acoustique étudié en vue d'obtenir une réponse et un temps de réverbération choisis.

Ces critères généraux n'excluent pas une grande variété de réalisations liée aux desiderata des ingénieurs, des concepteurs mais aussi aux ten-

dances en vogue.

L'acoustique, surtout dans ce domaine d'application, n'étant pas une science exacte — certains affirment même que c'est un art — on conçoit que les résultats obtenus ne soient prévisibles que dans certaines limites. Le vrai critère pour juger une cabine reste souvent l'appréciation subjective des enregistrements effectués en son sein. La cabine d'un studio représente en effet un intermédiaire de taille entre le local de prise et le milieu extérieur.

L'écoute en studio d'enregistrement

En ce qui concerne le choix des moniteurs de contrôle, un des critères les plus courants, hormis la linéarité, est un rendement élevé en vue d'obtenir une grande réserve dynamique, seule compatible avec l'écoute en direct d'instruments.

De manière paradoxale, il est habituel d'utiliser conjointement des écoutes de petites tailles en proximité de l'ingénieur du son. Le rôle de ces écoutes est de permettre une comparaison immédiate du message dans un champ sonore plus proche de celui rencontré en utilisation domestique. D'un coût modique, ces dernières deviennent parfois un véritable standard d'écoute adopté par un grand nombre de studios à l'instar de la NS10M fabriquée par Yamaha. Ce qui permet aux professionnels d'avoir au moins une référence identique en petite écoute.

Une entrevue avec M. Pierry dans un grand studio parisien (studio Ferber) nous donne l'avis d'un professionnel sur l'utilisation et le choix des écoutes. Nous le remercions au passage pour son accueil et ses explications :

« Nos systèmes d'écoute sont anciens et, selon toute apparence moins performants, que ce qui se fait de mieux actuellement. En revanche la définition et la capacité dynamique de ces écoutes



Cabine A du studio Ferber.



Cabine B du studio Ferber.

nous conviennent parfaitement. Et dans une certaine mesure l'extension de la réponse dans le grave apportée par un système plus récent se ferait sans aucun doute au détriment de la qualité de reproduction des basses fréquences à haut niveau. Ce problème est fréquent ; reproduire des fréquences aussi basses que 30 Hz « proprement » et à un niveau élevé est loin d'être facile... Cependant, nous som-

mes habitués à ces systèmes et la qualité sonore des enregistrements effectués chez nous et diffusé au travers des médias ne nous déçoit pas. C'est bien le plus important, non ? » La photo 1 correspond au studio A, les grandes écoutes sont des Westlake en « petite écoute » on retrouve les Yamaha NS10M déjà évoquées précédemment. La photo 2 est celle du studio B ; système Eastlake en « grande écoute », enceintes Westlake BBSM6 en proximité. Les « grandes écoutes » de ces deux studios sont multi-amplifiées et égalisées. Les moteurs et haut-parleurs sont de marque JBL, l'unité d'extrême-aigu étant située dans l'ombre sous le pavillon médium.

Avenir des systèmes à pavillon

Quelles que soient les affirmations de certains constructeurs, un système utilisant des haut-parleurs à dôme conventionnels pour le médium-aigu et une enceinte de faible litrage pour la reproduction des basses fréquences ne pourra reproduire la musique à niveau réaliste comme le ferait un système haut rendement.

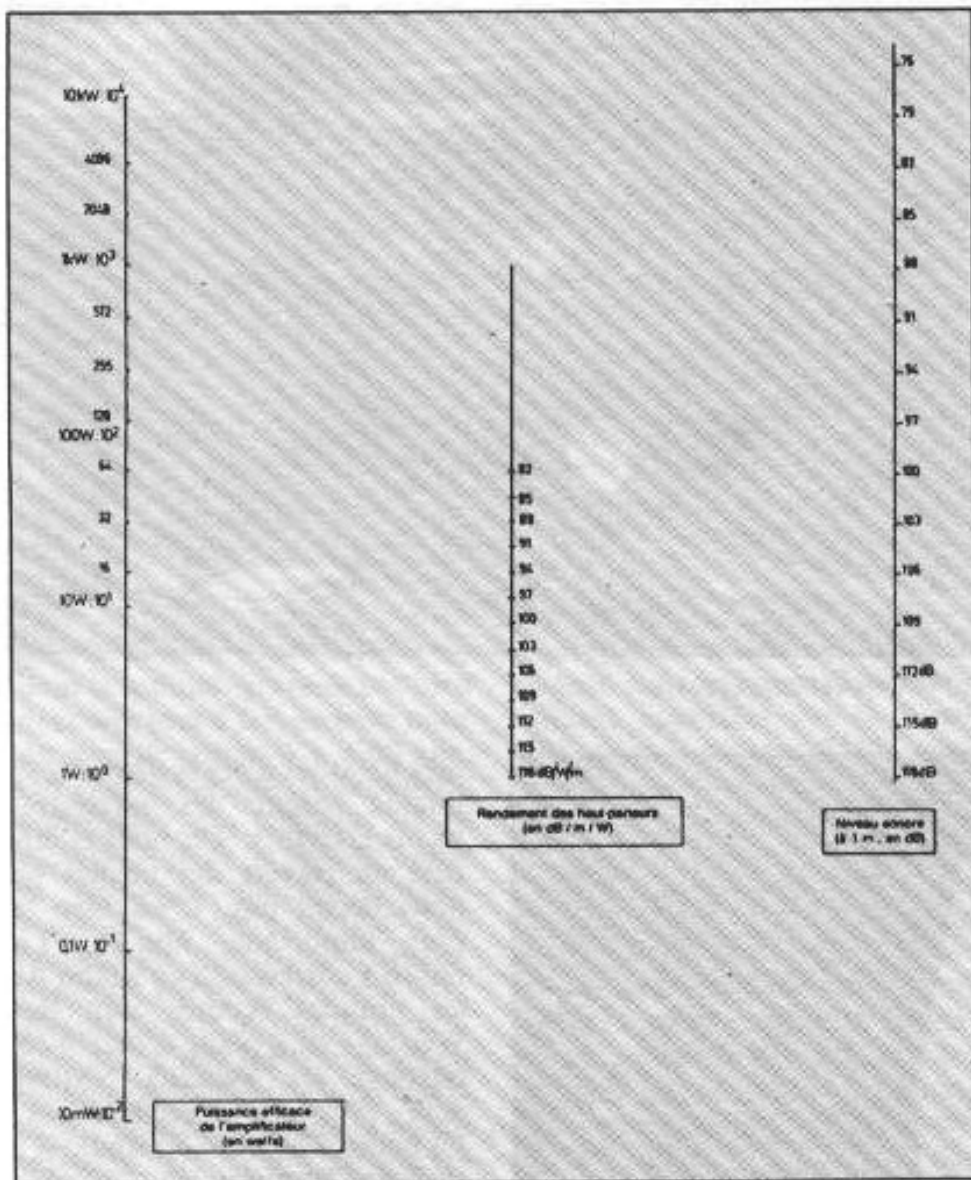


Fig. B : [6] Abaque indiquant les rapports niveau acoustique/efficacité du haut-parleur/puissance de l'amplificateur. Pour obtenir ces rapports, il suffit de tracer une droite entre les points désirés. (C. Savouret).

La puissance admissible élevée de ces petits systèmes n'est pas en soi une solution ; il suffit de consulter l'abaque fig. B pour voir qu'en utilisation professionnelle les puissances d'amplification requises par de tels systèmes

atteignent des valeurs non négligeables. De plus, compenser un rendement bas par une tenue en puissance élevée est bien souvent un leurre. On constate en effet que la caractéristique de transfert puissance admise-puissance

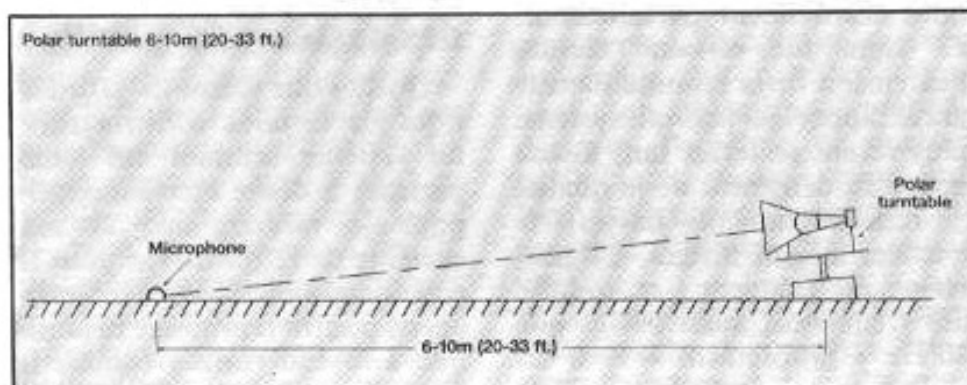


Fig. 9 : [8] : Dispositif utilisé pour les mesures de la réponse polaire.

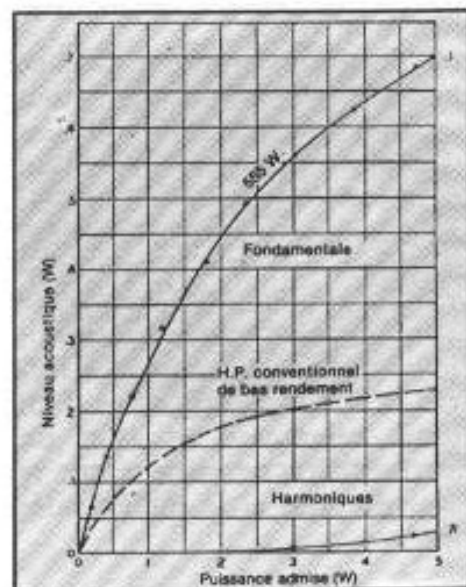


Fig. C : [6] Graphique représentant la variation du niveau acoustique en fonction de la puissance admise. Jusqu'à 3 W le transfert est particulièrement linéaire et la caractéristique de distortion excellente. En comparaison, il a été représenté un haut-parleur à dôme de bas rendement, utilisant une membrane souple, pour lequel on note la saturation rapide du niveau acoustique (effet de compression sonore).

acoustique de tels systèmes induit des phénomènes de compression, de tassement de la dynamique (voir fig. C) particulièrement sensibles sur les instruments à fort niveau.

Or, l'un des critères les plus importants en utilisation professionnelle est précisément la capacité dynamique. Sans une restitution fidèle des crêtes de niveau, il devient difficile de juger correctement le signal à traiter. Ceci reste valable dans le cas d'une utilisation domestique de très haute qualité. Précisons, pour conclure, un point : il est surprenant de voir combien certains composants modernes utilisés par les professionnels sont parfois ignorés des amateurs de réalisme sonore. Non pas que les prestigieux pavillons qu'affectionnent ces derniers soient indignes d'intérêt, mais leur coût et leur encombrement ne les mettent pas à la portée de tous. C'est pourquoi il nous a semblé utile de donner ces quelques éléments de réflexion.

Tube à ondes planes : dispositif normalisé par l'AES permettant de mesurer la puissance acoustique de sortie d'un moteur en fonction de la fréquence. Il est constitué d'un long tube recevant le moteur à une extrémité et une charge absorbante à l'autre. Lors de la mesure, un microphone est placé axialement (distance : 2,5 cm) au diaphragme du moteur qui reçoit une puissance de 1 mW.

Réponse en puissance : puissance de sortie totale en fonction de la fréquence. Un système ayant une réponse droite dans l'axe présentera une réponse en puissance proportionnelle à l'inverse de son indice de directivité.

Indice de directivité : gain du pavillon dans l'axe par rapport à une puissance acoustique rayonnée également dans toutes les directions. $ID = 10 \log Q$, Q étant le facteur de directivité.

Beamwidth : angle de diffusion le plus large compris dans la direction de l'axe principal et pour lequel la réponse du transducteur ne varie pas de plus de 6 dB par rapport à sa réponse axiale. Les mesures sont faites dans les plans horizontaux et verticaux. La fig. 9 donne un schéma du dispositif utilisé pour ces mesures.

Bibliographie

[1] « What's so Sacred about Exponential Horns? », **D.B. Keele jr.** *JAES Abstract*, vol. 23, p. 492.

[2] « The Manta-Ray Horn », **C.A. Henricksen** and **M.S.**

Ureda, *JAES*, vol. 26, pp. 629-634, sept. 1978.

[3] « The Constant Directivity White Horn White Paper », **R.J. Newman**, « *Electro Voice, the PA Bible* », n° 6, 1980.

[4] « Improvements in Monitor

Loudspeaker System », **D. Keele** and **J. Eargle**, *JAES*, vol. 31, n° 6, juin 1983.

[5] « The Effect of Loudspeaker Radiation Patterns on Stereo Imaging and Clarity », **D. Queen**, *JAES*, vol. 27, pp. 368-379, mai 1979.

[6] « Les Haut-Parleurs », **J. Hiraga**, *Ed. Fréquences*, 1989.

[7] « Constant Directivity Horns », *JBL Technical Notes*, vol. 1, n° 4.

[8] « Measurement and Interpretation of Loudspeaker Polar Data : A Comparison of JBL Constant Coverage Bi-Radial Horns and EV Large Format Horns », *JBL Technical Notes*, vol. 1, n° 17.

Remerciements

M. Pierry, studio Ferber

M. Deletete, Harman France.

M. Dutoit pour la torture de son moteur 555 W.

PRESSE ETRANGERE

Amplificateur de haute qualité à contre-réaction multiples.

« 6BQ5 Multi-loop Feedback high quality amplifier », par Ryosuké Momosé, Hi-Fi Amplifiers, Radio Gijutsu 1961. Traduit et commenté par Jean Hiraga.

Si le célèbre Gilbert A. Briggs fut, avant de devenir une autorité en haute-fidélité, un spécialiste de commerce des tissus, le Japonais Ryosuké Momosé eut lui aussi une jeunesse mouvementée. Curieusement et bien que l'on puisse le considérer à juste titre comme l'un des plus grands spécialistes japonais des premiers amplificateurs haute-fidélité, sa passion pour la perfection sonore ne le mena jamais pour autant à commercialiser aucune de ses créations. Tour à tour luthier, guitariste d'un groupe de jazz, acousticien diplômé, chercheur dans un laboratoire national, Momosé fut même le chef d'un orchestre local pour finir directeur... d'un garage et d'une station-service. Parmi les nombreux circuits qu'il décrit dans la revue Radio Gijutsu, le petit amplificateur de puissance 12 W, équipé d'un étage de sortie push-pull EL84/6BQ5 figure parmi ses plus belles réalisations en matière d'amplificateur haute-fidélité. A travers les centaines de circuits qu'il étudia dans les plus petits détails, Momosé parvint à la conclusion suivante : à partir de la même configuration de base, les meilleures performances d'un amplificateur sont obtenues non seulement en optimisant les résultats de mesure

avant l'application de la boucle de contre-réaction générale mais aussi en appliquant plusieurs contre-réactions locales, diminuant ainsi d'autant le taux de la boucle de C.R. générale. L'idée certes n'est pas nouvelle puisque Momosé lui-même en a fait souvent état dans ces articles. Il prend ici l'exemple du montage américain « Linear Standard », équipé d'un transformateur de sortie UTC, d'un étage de sortie push-pull avec tubes tétrodes 807, de tubes drivers 6AU6 et d'un étage de sortie/déphaseur paraphase avec double triode 12AX7. Ce montage combine deux contre-réactions locales à taux moyen, l'une sur le dernier étage entre plaque et grille, l'autre entre le dernier étage et la cathode de l'étage driver, ce qui porte le taux de la contre-réaction générale à 10 dB seulement. Il en résulte des performances poussées en largeur de bande passante, en distorsion, un excellent pouvoir analytique, une absence de tassement subjectif de la dynamique et une remarquable stabilité sur charge complexe liée justement au faible taux de contre-réaction général.

Sur son montage, que l'on trouvera décrit sur la figure 1, Momosé reprend les mêmes idées directrices, le même type d'étage driver tout en y apportant son précieux savoir-faire. Avec un taux de C.R. global de 12 dB seulement, son montage couvre près de 80 kHz à bas niveau et limite le taux de distorsion harmonique à moins de 0,2 % entre 1 et 10 W, à toutes les fréquences comprises entre 40 Hz et 20 kHz.

Le montage se compose ainsi : 4 étages, ECC82/12AU7 pour le premier et le second étage, EF94/6AU6 pour l'étage driver et push-pull de EL84/6BQ5 pour l'étage de sortie push-pull.

L'étage d'entrée, précédé

d'une commande de volume (elle est facultative) est chargé par une résistance de plaque de 50 k Ω . La résistance de cathode, de 2 k Ω est non découplée en raison de l'application de la boucle de C.R. générale de taux 12 dB (résistance de 10 k Ω). La tension plaque, de 76 V va permettre de polariser la grille de l'étage suivant à -4 V. On remarque en effet sur l'étage déphaseur qui suit que la liaison directe implique de porter le potentiel de cathode de ce dernier à 80 V, ce qui procure la polarisation de -4 V souhaitée.

La dispersion des tubes, la tension d'alimentation influant sur cette valeur précise, il faudra donc éventuellement retoucher la valeur de la résistance de 50 k Ω située juste avant la charge (de même valeur). L'important n'est pas de respecter au volt près les tensions d'alimentation de 280 V, de 175 V et de 76 V pour la tension plaque du premier tube, mais de conserver les -4 V souhaités entre cathode et grille du second tube (83 et 79 V par exemple).

Le second étage est un déphaseur cathodyne à charges réparties de 20 k Ω (2 % de préférence en film métallique 1/2 W). La polarisation de -4 V procure une tension plaque réelle de 120 V (200-80 V) et un courant de repos de 4 mA.

L'étage driver fait appel aux pentodes EF94/6AU6 (support miniature 7 broches). Ce tube pentode réputé pour son excellente sonorité possède une dissipation plaque de 3,5 W. Il fonctionne sous un chauffage filament de 6,3 V/0,3 A. Son brochage, vu de dessous et dans le sens des aiguilles d'une montre est le suivant : 1) grille ; 2) grille n° 3 (à relier à la cathode) ; 3 et 4) filament 6,3 V ; 5) plaque ; 6) grille-écran ; 7) cathode.

Les deux tubes 6AU6 sont

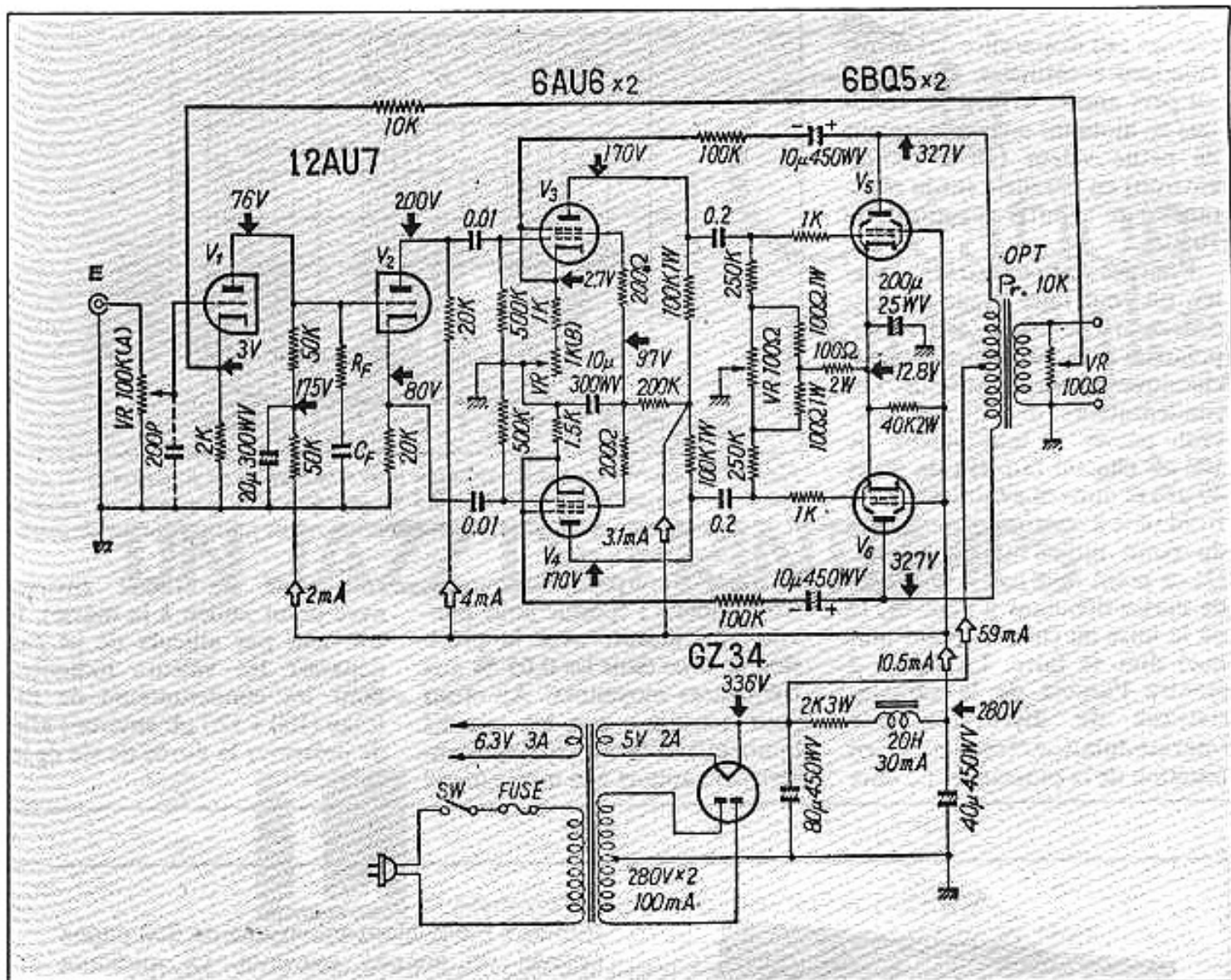


Fig. 1 : Schéma de l'amplificateur 12 W de haute qualité à contre-réactions multiples proposé par R. Momosé en 1961. Ses performances sont stupéfiantes.

chargés par des résistances de 100 k Ω . Un réglage d'équilibre des courants prend place au niveau des cathodes. A ce niveau vient également s'appliquer une contre-réaction locale et symétrique issue des plaques de l'étage de puissance. L'étage de sortie est relié au précédent par des condensateurs de liaison de valeur 0,2 μ F/400 V. Un rhéostat de valeur 100 Ω sert à l'équilibrage des courants et à annuler toute composante continue résiduelle au niveau de l'enroulement primaire du transformateur de sortie. On remarque qu'il a été choisi ici une impédance primaire de 10 k Ω . Toutefois la valeur plus courante de 8 k Ω ne

devrait pas poser de problème particulier d'adaptation. Citons à ce sujet la société Millerioux de Romainville qui dispose de versions de puissance 15 à 20 W, donc compatibles avec ce montage. Les grilles-écrans des 6BQ5/EL84 sont alimentées sous 280 V. Du côté alimentation, une très bonne stabilisation est obtenue à l'aide d'un filtrage en pi énergique constitué de deux condensateurs et d'une self de 20 H précédée d'une résistance série de 2 k Ω /3 W.

Sur l'enroulement secondaire du transformateur de sortie, un rhéostat de 100 Ω permet l'application d'un taux de contre-réaction variable entre 0 et 12 dB.

Le redressement est effectué à l'aide de la valve classique GZ34/5AR4. Pour une version stéréophonique un enroulement H.T. secondaire de 2x280 V 250 mA est recommandé, de même qu'une séparation de l'enroulement filament 6,3 V des EL84/6BQ5 (6,3 V 4 A pour les 4 tubes) auquel s'ajoute un autre enroulement de 6,3 V 2 A pour les autres tubes.

Sur le montage, le réseau indiqué R_F et C_F sert à corriger la réponse aux fréquences ultrasonores. Les valeurs de ces éléments sont liées étroitement aux performances du transformateur de sortie (150 pF + 15 k Ω par exemple) et sont à affiner sur oscilloscope à l'aide d'un signal

carré de 10 kHz environ ; un bon réglage fait disparaître des suroscillations éventuelles. De même, on peut encore affiner les résultats en ajoutant un condensateur de petite valeur (10 à 100 pF environ) en parallèle sur la résistance de contre-réaction de 10 k Ω .

Pour les contre-réactions locales, on peut faire usage de condensateurs de 10 μ F/450 V non polarisés à la place des électrochimiques prévus à l'origine. Les condensateurs de filtrage peuvent passer à une valeur de 100 μ F chacun (au lieu de 80 et 40 μ F) et doivent avoir leur point froid relié à proximité immédiate du point milieu haute tension. De ce point doit partir une ligne de masse débutant à l'entrée, là où la mise au châssis (point unique) doit se faire. La figure 2 montre l'aspect de la caractéristique de distorsion par intermodulation/fréquence en fonction de la puissance. Le taux

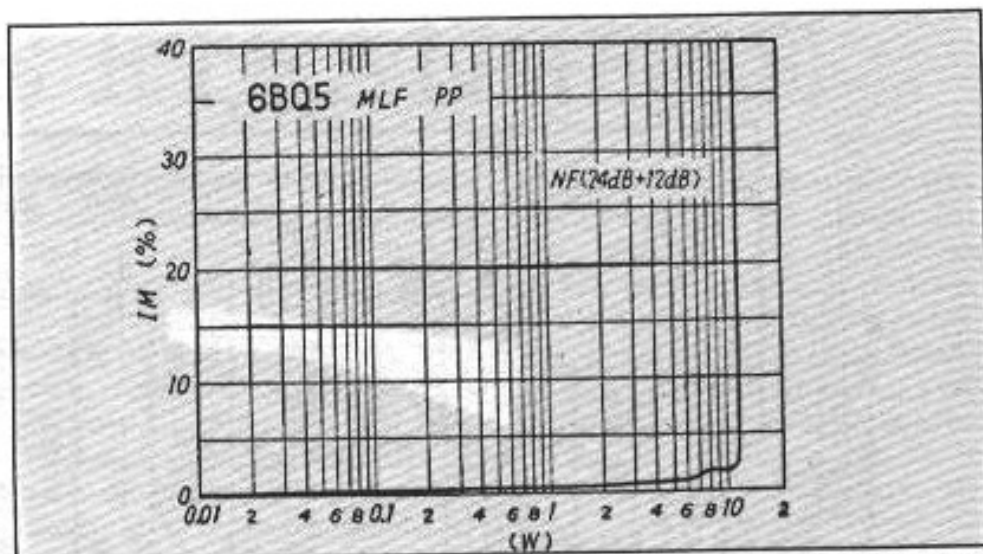


Fig. 2 : Caractéristique distorsion par intermodulation en fonction de la puissance de l'amplificateur 12 W : 0,5 % maximum en moyenne et environ 0,05 % en distorsion harmonique sur la plus grande partie de la bande audio.

de distorsion par harmonique, trop faible à l'époque pour pouvoir être mesuré avec la précision se situe dans les 0,05 % aux fréquences moyennes. Ajoutons pour terminer que les circuits filaments doivent être référencés par rapport à la masse (deux

résistances de 100 Ω environ avec point milieu à la masse). Il convient par ailleurs de ne pas dépasser les valeurs indiquées pour les condensateurs de filtrage (100 + 120 μ F environ) afin de préserver la durée de vie de la valve.

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

CLASSIQUE

La
Création
musicale

LA FUGUE JEU DE L'ESPRIT OU REFUGE DE L'AME ?

P

armi les grandes formes classiques,

la Fugue est l'une des plus prisées jusqu'à la fin du XVIII^e siècle.

C'est certainement la plus savante, la plus abstraite, celle qui se prête le mieux aux jeux de l'esprit.... Mais c'est aussi la plus concise et, peut-être la plus noble...

C'est, en tous cas, par la Fugue que Bach a exprimé les grands moments du Christianisme ; c'est par elle qu'il continue à bouleverser musiciens, mélomanes et hommes de cœur.

Qu'est-ce qu'une fugue ?

La fugue est une composition vocale ou instrumentale polyphonique, de caractère contrapuntique. Elle se caractérise principalement par l'utilisation d'un sujet unique, dont les entrées sont successives. Elle s'apparente bien évidemment au canon dont le principe de fonctionnement est semblable.

Le fugato

Ce principe est le fugato : un sujet S est tout d'abord énoncé, sans accompagnement. Il est « rattrapé »

par une seconde voix qui le cite exactement (ou presque), tandis qu'il contrepunte cette nouvelle entrée en se superposant à elle. A l'apparition de la troisième voix, la seconde reproduit le dessin de la première au moment de la seconde entrée, et ainsi de suite... En fait, le fugato engendre deux idées thématiques : la première est le Sujet (S), la seconde, l'élément qui l'accompagne et dont il ne sera jamais séparé : le Contre-Sujet (CS). On voit, d'emblée, que cette forme obéit à des principes très stricts, proches de ceux de l'architecture. (En effet, l'association de cer-

tains motifs décoratifs peuvent se répercuter à différents niveaux d'une façade.)

Sujet et Contre-Sujet sont, par essence, renversables, c'est-à-dire que l'un et l'autre peuvent se trouver, alternativement, à la basse, au soprano ou dans une partie intérieure. Il en résulte que la fugue ne possède pas d'accompagnement (c'est-à-dire d'élément secondaire). Chaque voix est thématique. Cela implique que le compositeur doive soigner l'intérêt mélodique de toutes les parties car, à un moment ou à un autre de la fugue, l'une d'elle se

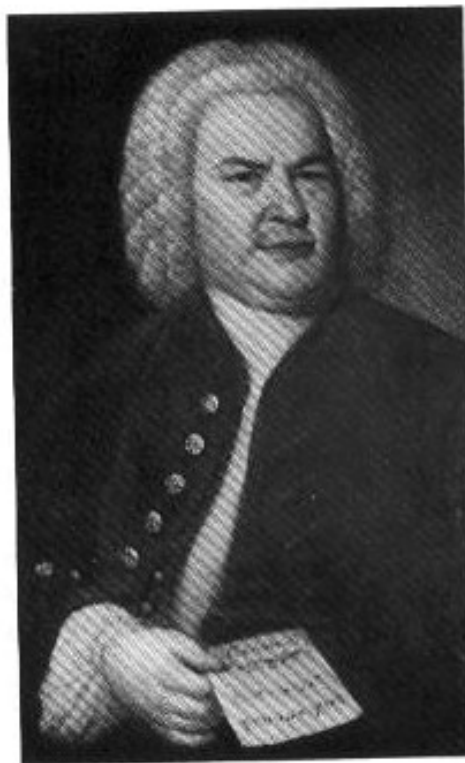
trouvera, en pleine lumière, à la partie supérieure. Il va sans dire que la fugue constitue l'un des exercices d'écriture les plus complexes qui soient, et tout compositeur sérieux a travaillé cette discipline rigoureuse. Dans les conservatoires, les classes d'écriture s'articulent autour de l'harmonie, du contrepoint et de la fugue. La fugue étant la symbiose entre l'harmonie (les accords ↑) et le contrepoint (les lignes →).

Fuga signifie « fuite ». Tout simplement parce que la première entrée « fuit » devant la seconde qui tente, vainement, de la rattraper... Mais, vers le XV^e siècle, les Italiens préférèrent user d'une image plus concrète : la caccia, la chasse. A nouveau, une fuite, celle du gibier devant le chasseur... Au XVII^e siècle, toujours en Italie — mais chez Bach également — certaines fugues furent appelées « ricercare », c'est-à-dire recherches, inventions. Ici, l'accent est mis sur le caractère expérimental de la fugue qui se prête à une infinité de solutions. L'Offrande Musicale, l'Art de la Fugue de Bach, mais aussi les Fantaisies pour violes de Purcell, en sont de magnifiques exemples. Il faut savoir que certains termes, tels que capriccio, fantaisie, canzona, gigue, peuvent dissimuler de véritables fugues ou, du moins, des pages qui cèdent abondamment au fugato. (Ex. : les giges des Suites allemandes de Bach, les Fugues et Caprices de Roberday).

Aperçu historique

La fugue instrumentale apparaît véritablement au début du XVII^e siècle. On la rencontre chez Gabrieli, Frescobaldi, Corelli. Fugues pour instruments à vent chez l'un, pour cordes et clavecin chez les autres. Les allegros de concertos grossos de Corelli sont presque tous fugués. La fugue se répand également en France (Louis Couperin, Titelouze), en Flandres (Sweelinck), en Allemagne (Scheidt, Froberger, Schein, Buxtehude), en Espagne (Cabezón, Cabanilles).

Mais il ne faut pas oublier que la musique vocale médiévale fit un immense usage de l'écriture fuguée. L'école flamande (XV^e siècle) l'éleva à un niveau de complexité extrême. Les messes à thème (voir notre étude de la messe polyphonique dans les nos 14, 15 et 16 de L'Audiophile) se fondent intégralement sur ce pro-



J.-S. Bach (1685-1750).

cedé d'écriture qui permet au timbre choisi (ex. : la chanson « l'Homme Armé ») de circuler dans toutes les parties. Ces messes des XV^e et XVI^e siècles contiennent déjà tous les éléments de l'écriture fuguée. Dufay, Josquin, Palestrina, Byrd, Victoria rivalisent d'adresse contrapuntique.

Historiquement, le Canon a précédé la fugue. Le plus ancien que nous connaissions est anglais ; il date du XIII^e siècle. Au XV^e siècle, le Flamand Johannes Ockeghem en concevait un à trente-six voix réelles... Ces canons étaient le plus souvent fermés, c'est-à-dire qu'ils revenaient toujours à la phrase initiale (ex. : Frère Jacques). D'autres étaient ouverts... Le canon supposait toujours une écriture savante, voire énigmatique... D'où son nom qui signifie « règle ». Notons au passage que, suivant les pays, le canon pouvait s'appeler rota, chace, catch, rondellus ou... fuga !

Mais c'est dans la première moitié du XVIII^e siècle que la fugue connaît son apogée. Grâce à Bach, Vivaldi et bien d'autres. C'est le Cantor de Leipzig qui émancipe la forme en lui façonnant les visages les plus variés. Fugues vocales, instrumentales, orchestrales. Fugues à deux, trois, quatre sujets. Fugues canoniques, de deux à huit voix... On n'en finirait pas d'explorer ce fascinant univers !

Le plus curieux est que Bach a inventé, sans le savoir, la « fugue d'école », celle que l'on enseigne dans les classes d'écriture, depuis la fin du XIX^e siècle, depuis Vincent d'Indy. C'est ce compositeur, fondateur de la Schola Cantorum, qui la repéra dans l'œuvre de Bach pour ensuite l'ériger en principe. Pourtant, le Cantor n'écrivit que fort peu de « fugues d'école ». Citons, à titre d'exemple, la fugue en sol mineur du premier cahier du Clavier bien tempéré. Loin d'imposer un cadre rigide à son sujet, Bach imagine le cadre idéal de son sujet. La forme est conséquente de ce thème générateur. Elle est soumise à la pensée.

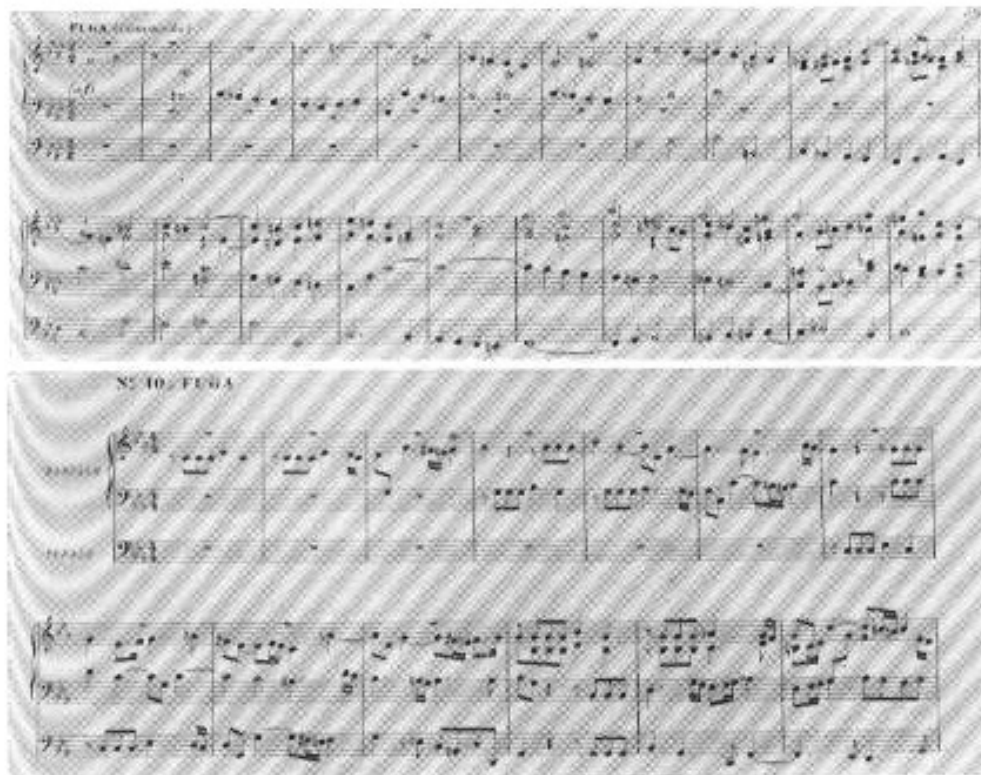
Mozart s'intéressera beaucoup à la fugue. Il étudie celles de Bach. De nombreuses fugues sillonnent ses quatuors, ses divertissements, ses symphonies. La plus extraordinaire est celle qui régit le final de la symphonie Jupiter, prodigieuse synthèse entre la fugue et la forme sonate. Beethoven touche également à la fugue, qu'il transcende en lui donnant une expression nouvelle. Certaines comptent parmi les plus grands chefs-d'œuvre du genre, comme le final du 13^e quatuor opus 133 ou l'allegro de la sonate opus 111 pour piano. Mais il y a bien d'autres exemples, comme le pimpant andante de la Première symphonie...

Le XIX^e siècle n'accordera guère d'importance à cette forme rigoureuse. Pourtant, Liszt s'y réfère dans sa sonate en si mineur. Franck également...

Au XX^e siècle, quelques tentatives de réhabilitation se font jour ici ou là chez Bartók (Musique pour cordes, percussions et célesta), Ravel (le Tombeau de Couperin). Les organisateurs contemporains l'ont abondamment sollicitée, de Reger à Duruflé, de Litaize à Langlais. Mais, manifestement, cette forme semble avoir épuisé tous ses trésors.

Un plan de Fugue à quatre voix

Il n'y a pas de forme stricte. Bach faisait toujours la fugue de son sujet, et non l'inverse. C'est-à-dire qu'il ne soumettait jamais un thème à un cadre défini. Mais il dessinait le parcours de sa fugue en fonction des caractéristiques mélodiques et rythmiques du sujet. Dans le Clavier bien tempéré, il n'y a guère qu'une seule fugue d'école, au sens où



l'entendait Vincent d'Indy. Mais il n'est peut-être pas inutile, à titre d'exemple, de suivre ce sujet dans ses différents cheminements.

1. L'exposition

Elle consiste à faire entrer successivement les voix. (Nous considérons que notre fugue est à quatre parties.) N'importe quelle voix (basse, alto, ténor, soprano) peut commencer le discours. L'une d'elle fait donc entendre le sujet (S), à l'unisson (sans accompagnement). La seconde entrée fait aussitôt entendre la réponse (R) qui n'est autre que S transposé au ton de la dominante. Au moment où entre la Réponse, le Sujet l'accompagne en dessinant le Contre-Sujet (CS) que l'on devrait, en toute logique, appeler « contre-réponse ». Puis la troisième entrée fait à nouveau entendre le sujet, accompagné par le contre-sujet. La dernière voix cite alors la Réponse (au ton de la dominante), alors que la troisième joue à son tour le contre-sujet. On voit que, dans une fugue à quatre parties, deux voix au moins sont obligées. L'exposition achevée, on passe alors au premier divertissement (D). Mais, si le sujet est très court, on peut faire une seconde exposition (contre-exposition) dans laquelle les entrées se succèdent dans un ordre différent.

2. Premier divertissement

Il tire sa substance mélodique d'un fragment de S ou de CS (sauf exception). Il est traité soit en canon, soit en imitation. Sa fonction est d'apporter un élément de diversité — sans rompre l'unité — tout en préparant l'arrivée du ton de la sous-dominante (4^e degré du ton principal). Il a donc un rôle de modulation. Généralement, les divertissements s'allègent d'une, voire de deux voix.

3. Nouvelle présentation du sujet

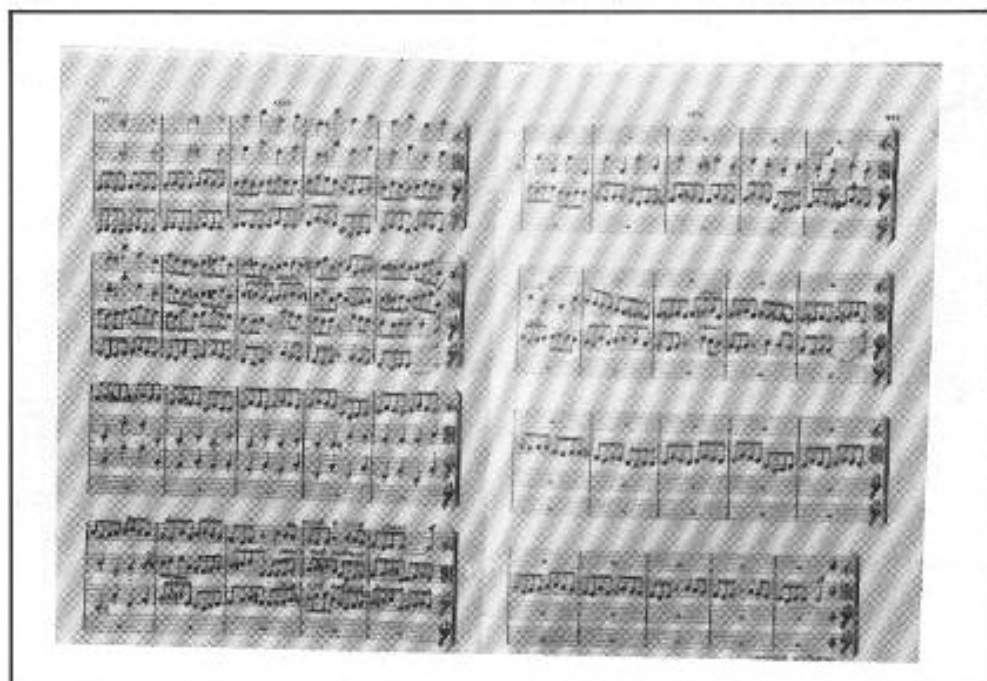
Nous sommes donc parvenus dans le ton de la sous-dominante. Nous entendons à nouveau le Sujet et sa Réponse, ou l'inverse. Il n'est pas nécessaire que les quatre voix fassent des entrées thématiques. Deux peuvent suffire. Mais, pour la beauté et la progression de l'écriture, l'auteur doit absolument éviter que cet épisode ne soit qu'une transposition de l'exposition. Le discours doit avancer et les parties libres proposent sans cesse de nouvelles solutions mélodiques et rythmiques.

4. Second divertissement

Un autre élément mélodique est utilisé (par exemple, le mouvement contraire de D₁) mais il ne doit engendrer aucune rupture stylistique. En outre, il aiguille la composition vers le relatif de la sous-dominante.

5. Troisième apparition du sujet

Il est, pour la première fois, énoncé dans le mode mineur, si la fugue est écrite dans une tonalité majeure. Et réciproquement, si elle est écrite en mineur. Mais ici, l'auteur peut avoir recours à des artifices d'écritures de plus en plus complexes. Ainsi, S peut être cité par mouvement contraire (inversion des mouvements mélodiques ascendants et descendants), ou rétrograde (lecture récurrente). S peut également voir ses valeurs doublées (augmentation) ou, au contraire, fractionnées



(diminution). De toute évidence, la tension monte. La composition atteint son sommet expressif...

6. Troisième divertissement

Il doit amener l'une des phrases clefs de la fugue, la pédale de dominante. La matière mélodique peut ici faire appel au mouvement contraire de l'un des deux divertissements précédents. Mais le même élément peut également être employé.

7. La pédale de dominante

Episode complexe, extrêmement expressif, où l'une des parties doit longuement faire entendre une note, la dominante (5^e degré du ton principal). Le sujet et son mouvement contraire peuvent se superposer. Les modulations s'intensifient. Le ton monte... Mais déjà la Coda se prépare. Il va s'agir maintenant de revenir au ton principal qui devra faire pressentir les harmonies conclusives.

8. La strette

Un épisode facultatif... Elle peut se dérouler, précisément, « sur » la pédale de dominante. Les entrées de S se resserrent — stretto — de plus en plus. En fait R intervient avant que S ne soit terminé. Ce qui produit une succession très serrée des têtes de S et de R. Bien évidemment, la strette est le point culminant de la fugue. L'écriture atteint son maximum d'éclat. L'unité triomphe !



9. La Coda

C'est, tout simplement, l'enchaînement des deux accords conclusifs : dominante puis tonique. Mais ils peuvent faire l'objet d'un développement plus ou moins élaboré. Parfois, la basse fait entendre une pédale de tonique qui fait écho à la pédale de dominante.

Mais l'auteur peut recourir également à des traits de virtuosité de caractère improvisé qui peuvent rappeler, s'il y a lieu, le Prélude, la Fantaisie ou la Toccata, qui introduisait la Fugue. Tout cela, dans le but rhétorique de « faire attendre » l'ultime accord...

Les cas particuliers

Ce sont, chez Bach, les plus fréquents ! Une même fugue peut recourir à plusieurs contre-sujets qui engendrent des développements différents. Elle peut également déployer plusieurs sujets et contre-sujets que l'auteur superposera dans une savante organisation contrapuntique. Certaines fugues n'ont pas, ou peu, de divertissements. D'autres ne consistent qu'une série de strettes. Ailleurs, telle fugue ne consiste qu'en une simple exposition, telle autre (fin du XVIII^e siècle) se combine à une forme sonate... On le voit, il n'y a absolument pas de plan formel. La fugue demeure bien davantage un procédé d'écriture qu'une forme stricte et définie. Pour s'en convaincre, il faut explorer l'œuvre immense de J.S. Bach. Pas uniquement la musique d'orgue et de clavecin mais aussi les concertos, les passions, les messes...

Les maîtres de la Fugue

J.S. Bach, d'abord et avant tout. Il est le seul à en avoir fait son moyen d'expression privilégié. Il lui a tout confié ; à travers elle, il a fait passer ses pensées les plus intimes ou les plus universelles. Il a chanté la Naissance, la Passion, la Résurrection du Christ. Il a, par elle, synthétisé tous les courants musicaux de l'Europe baroque. J.S. Bach eut recours à la fugue dans toutes ses œuvres, vocales ou instrumentales, profanes ou sacrées. Même ses danses sont imprégnées par le fugato. Le violon, instrument monodique par excellence, a inspiré à Bach des fugues polyphoniques extraordinaires...

Analyse sommaire d'une fugue de J.S. Bach (BWV 558)

Nous avons choisi cet exemple parce qu'il est bref, très pur, et facile à suivre. Bien sûr, Bach a conçu des édifices bien plus savants et grandioses. Cela dit, bornons-nous à cette modeste page, fort jolie et pimpante. Elle est à quatre voix et présente, par rapport au plan que nous proposons ci-dessus, un plan simplifié.

- 1) Exposition des quatre voix : S - R - S - R.
- 2) Premier divertissement.
- 3) Nouvelle présentation : S - S (à la sous-dominante : IV)
- 4) Deuxième divertissement.
- 5) Nouvelle présentation : S
- 6) Pédale de dominante.
- 7) Coda.

Cette fugue est, hélas, assez rarement enregistrée, comme l'ensemble des Huit Petits Préludes et Fugues. On pourra toutefois la trouver dans l'intégrale de Marie-Claire Alain, qui n'est pas encore détaillée (voir référence ci-après).

On la rencontrera également dans l'enregistrement de Sanger qui a gravé les huit diptyques. MRD ECD B4.081 (Nous n'avons pas écouté ce disque.).

J.S. Bach

Fugue en sol mineur BWV 558

(Extrait du Petit Prélude & Fugue BWV 558)

Exposition ①

↓ S. I

- S = Sujet
- CS = Contre-sujet
- I = ton principal
- II = ton de la dominante
- III = ton de la sous-dominante
- IV = Dévoilement

② 1^{re} div^t D₁; bâti sur CS.

③ partie libre...

↑ S. I Nouvelle présentation

↑ S. IV

↑ C Smadistic... 2 mesures

↑ S. I

(CS.)

⑤

④

↑ CS.

2^eme div^t D₂

⑥ ↑ Pédale de dominante: V
bâtie sur CS (début et fin)

⑦ ↑ Coda
Pédale de tonique: I
bâtie sur un élément
de CS

En fait, tous les maîtres de la fin du XVII^e et du XVIII^e ont écrit des fugues. Nous nous bornerons à citer ceux qui ont laissé des œuvres particulièrement significatives. Il est impossible en ce domaine d'être exhaustif.

Dietrich Buxtehude, Henry Purcell, Girolamo Frescobaldi, George Friedrich Händel, Antonio Vivaldi, Arcangelo Corelli, mais aussi Haydn, Mozart, Beethoven, Franck, Bartók... et bien d'autres.

Illustration discographique

Bien modestement, contentons-nous de quelques références où la fugue est particulièrement à l'honneur.

PURCELL

Fantaisies pour cordes
(London Baroque)

EMI CDM 7 63066 2

FRESCOBALDI

Toccatas et Danses

(S. Ross, clavecin)

EMI CDC 7 49844 2

HÄNDEL

Concerti grossi opus 3

(Harnoncourt)

Teldec 8.35671

ROBERDAY

Fugues et Caprices

(M. Chapuis, orgue)

Astrée E 7768

BACH

1) Le Clavier bien tempéré.

a) (T. Koopman) (Livres I et II)

Erato 2 × CD 2292-45429-2

Erato 2 × CD 2292-45428-2

b) (G. Leonhardt) (Livres I et II)

Deutsche Harmonia Mundi

GD 77011 (2 × CD)

GD 77012 (2 × CD)

2) L'Art de la Fugue

a) (Musica Antiqua Koln,

dir. : R. Goebel)

Archiv 3 × CD 413-642-2

N.B. : Ce coffret comprend également l'Offrande musicale.

b) (D. Moroney, clavecin)

Harmonia Mundi 2 × CD 901 169-70

L'Offrande musicale

(Ensemble D. Moroney)

Harmonia Mundi HMC 901 260

4) Les Préludes et Fugues

pour orgue

Ils sont innombrables. On pourra se référer à nos présentations des intégrales d'A. Isoir et M.-C. Alain dans nos numéros précédents (17 et 19). Ne pas oublier celles de M. Chapuis et H. Walcha, cette dernière proposée à un prix très avantageux...

Rappels :

M.-C. Alain

Erato 17 × CD prix spécial

2292 45732-2

A. Isoir

Calliope 15 × CD « éco »

9703/17 (disponibles séparément)

H. Walcha

Archiv 13 × CD « éco »

419 904 2

5) Messe en si mineur

a) (Bach Ensemble ; dir. : J. Rifkin)

Nonesuch 2 × CD

NONE 7559-79036-2

b) (English Baroque Soloists ;

dir. : J.E. Gardiner)

Archiv 2 × CD 415-514-2

6) Les Toccatas et Fugues

(pour orgue)

Les quatre célèbres, BWV 538, 540, 564, 565.

(Pour qui se contenterait de ces seuls exemples, en dépit des Préludes et Fugues mentionnés au § 4

(T. Koopman)

Archiv 410 999-2)

BUXTEHUDE

L'œuvre d'orgue... où l'écriture fuguée abonde !

1) (M. Chapuis)

Valois 5 × CD

V 4431-32-33-34-35

2) (J.C. Ablitzer)

Harmonic Records 4 × CD

HCD 8826-8830-8932-8934

Le dernier volume paraîtra sous peu.

N.B. : Notre sélection ne comporte que des enregistrements cotés ★★★★★ et ★★★★★, tant pour l'interprétation que pour la qualité technique...