

N° 19 NOUVELLE SÉRIE 15<sup>e</sup> ANNÉE

# L'AUDIOPHILE

HAUTE FIDÉLITÉ PLUS !

## QUOI DE NEUF A LAS VEGAS ?

### PANORAMA :



**18  
produits  
phares**

### ...SUR L'ACOUSTIQUE

- La salle d'écoute correction acoustique
- Les systèmes d'ambiance sonore
- Une installation in situ

**REALISATION :**  
un décodeur/  
convertisseur  
audionumérique

**NAGUERE :**  
un préampli  
qui fut  
d'avant-garde  
Cabasse  
"Grand Large"

### CLASSIQUE

de Mozart  
à Prokofiev

### JAZZ

De  
Django Reinhardt  
à Azzola

M 2569 - 10 - 55,00 F. RD



**Page non  
disponible**



# WINTER CES LAS VEGAS 1992

*Charles-Henry Delaleu*

**I**

*Il existe aux États-Unis deux salons majeurs en ce qui concerne l'électronique grand public : le Winter CES de Las Vegas en janvier et le Summer CES de Chicago en juin. Ces deux salons regroupent l'ensemble de l'audio, de la vidéo et des gadgets divers et variés. Notre compte rendu se limitera à la partie haute-fidélité haut de gamme et plus particulièrement aux exposants de l'hôtel Sahara.*

## Las Vegas

Comme vous le savez sans doute Las Vegas est située en plein désert du Nevada, près du Grand Canyon. La seule richesse de la ville est procurée par l'ensemble des casinos qui ont été construits depuis quelques années. Cette activité a énormément favorisé le développement de cette ville qui compte aujourd'hui 1 200 000 habitants. Comme toujours aux Etats-Unis, il convient de voir grand, aussi les hôtels-casino ont une quantité incroyable de chambres puisque les plus gros d'entre eux possèdent de 2 000 à 4 300 chambres. Un hôtel de 5 000 chambres est actuellement en construction. Chaque casino possède plusieurs milliers de mètres carrés de surface de jeux. La commune de Las Vegas, afin d'augmenter le nombre de ses visiteurs a créé un grand centre d'exposition pour ajouter une deuxième spécialité à la ville : salons, conventions, expositions, etc.

## Le CES

Cette année, le CES était localisé sur trois hôtels et le Parc des Expositions. Au Parc des Expositions étaient présentes les grosses firmes à vocation internationale ainsi que la partie vidéo. A l'hôtel Hilton étaient exposés les jeux et gadgets électroniques. La partie audio qui nous concerne le plus se trouvait à l'hôtel Mirage mais surtout à l'hôtel Sahara.

Avant de détailler les différents nouveaux produits il est bon de rappeler les tendances générales de ce salon. En ce qui concerne la vidéo, les home theaters (systèmes vidéo sur grand écran) font une entrée très remarquée. Nous avons profité de notre voyage aux USA pour visiter quelques revendeurs spécialisés en haut de gamme audio et pour constater qu'ils se mettaient de plus en plus à proposer à leurs clients des home theaters haut de gamme.

Une surface importante était réservée à l'audio en automobile. Ici, ce qui compte le plus c'est d'avoir une installation dépassant en matériels celle des concurrents. Aussi il n'est pas rare de voir plusieurs haut-parleurs de grave de 38 cm dans une voiture de taille normale. Les records concernent les vans dont certains sont équipés de 16 haut-parleurs de grave de grand diamètre plus une pléthore de haut-parleurs divers placés à différents endroits de l'habitacle. On rencontre le même genre de philosophie dans les tracteurs des gros semi-remorques US. Par deux fois, en voulant écouter ces énormes installations, nous n'avons pas pu tenir plus de 10 s à l'intérieur de ces véhicules.

## Les grandes tendances de l'audio

Bien entendu, une des nouveautés majeures de ce salon était le DCC de Philips qui cherche aujourd'hui à faire adopter son système par l'ensemble de la profession. Nous avons été très étonnés à la fin de notre visite de l'hôtel Sahara de constater une présence très importante du tube aux USA. En effet, au moins 30 % des stands étaient équipés en amplification à tubes. Les marques les plus présentes chez les exposants ne faisant pas d'électronique étaient les électroniques à tubes Jadis et VAC. De même, nous avons remarqué un nombre important de panneaux électrostatiques. Enfin, comme le veut la tendance actuelle, les appareils numériques se développent, de nouveaux produits apparaissent. Les bases lectrices pour CD sont de plus en plus belles et de plus en plus sophistiquées. Les convertisseurs numérique/analogique sont de plus en plus puissants.

Il n'est pas question de décrire dans cet article l'ensemble des produits vus à Las Vegas, un numéro complet de L'Audio-ophile n'y suffirait pas. Nous

nous contenterons donc de mentionner uniquement les nouveaux appareils présentés à ce salon ainsi que quelques produits non importés en France.

## AES

Cette marque d'origine italienne possède une gamme d'amplificateurs à transistors de très haute puissance pouvant aller jusqu'à 900 W sous basse impédance. La construction est de belle facture, digne des grosses électroniques américaines.

## Anodyne

Cette société est spécialisée dans les processeurs audio-numériques. Elle travaille à partir de convertisseurs numérique/analogique 20 bits échantillonnés 8 fois d'origine Burr Brown. La partie analogique est réalisée à partir de composants discrets. Pour les amoureux du tube, le modèle Atas propose des étages de sortie à partir de tubes.

## Audio Alchemy

Beaucoup de nouveautés chez ce constructeur. En premier lieu, il convient de noter la présentation tant attendue du lecteur CD modèle DDS (Digital Drive System). Ce lecteur CD est divisé en deux boîtiers : la base mécanique, la partie commandes. L'autre nouveauté majeure concerne la présence de plusieurs petits boîtiers venant s'interfacer avec le convertisseur déjà connu en France : un conditionneur de signal numérique DT1, une extension du processeur numérique, le XDP, une extension au convertisseur numérique/analogique DDE et enfin une alimentation séparée T-W-O. L'ensemble de ces boîtiers permet d'obtenir un système de conversion numérique/analogique modulaire. Il sera possible au mélomane d'augmenter la précision de son système en fonction de ses moyens financiers. Une excellente conception modulaire qui peut rivaliser avec les meilleurs produits numériques.



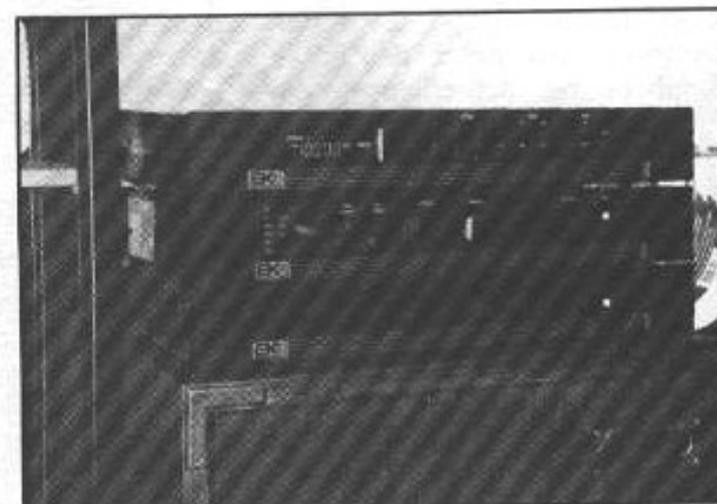
U47 : Une des plus belles base lectrice pour CD au niveau esthétique avec une suspension efficace.



Krell : Nouvel ampli de référence mono réalisé en deux boîtiers fonctionnant en classe A.



High Tech Aspirin Inc. : Un petit clin d'œil pour rire. Une écoute sans mal de tête ?



B&K Components : Une première pour ce préampli, cet ampli et ce tuner chez le spécialiste de la haute qualité à prix raisonnable.

## Avalon

Ce constructeur canadien d'enceintes acoustiques est en train de se créer aux Etats-Unis une image de marque enviable. Deux modèles sont disponibles : Ascent Mark II et Eclipse. Ces enceintes se caractérisent par des ébénisteries à multiples facettes évitant les effets de bord et optimisant les problèmes de mise en phase. Les filtres sont très élaborés et réalisés à partir de composants de haute qualité. Ces enceintes étaient présentées avec d'énormes amplificateurs à tubes dont nous parlerons plus loin et procuraient sans aucun doute une des plus belles écoutes de ce salon. Peut-être bientôt en France. A suivre.

## B&K Components

Ce fabricant américain d'électroniques à transistors exposait de nombreuses nouveautés. La gamme s'élargit avec des nouveaux produits d'attaque : le CS 115, le ST 120 et le TU 108. Il s'agit d'un préamplificateur, d'un amplificateur de 2x60 W et d'un tuner FM programmable. Les électroniques B&K sont aujourd'hui leaders sur leur créneau dans le marché américain. Ceci est un gage de leur excellent rapport qualité/prix.

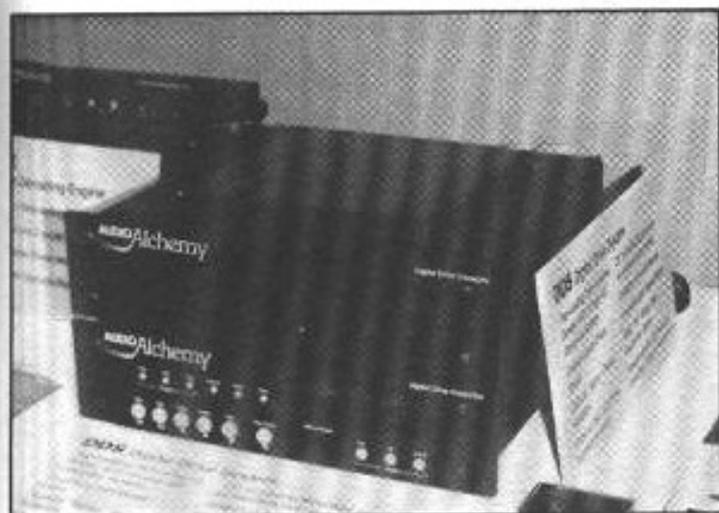
## Cary Audio Design

Ce constructeur américain d'électroniques à tubes propose une large gamme d'appareils. Notons en premier pour les lec-

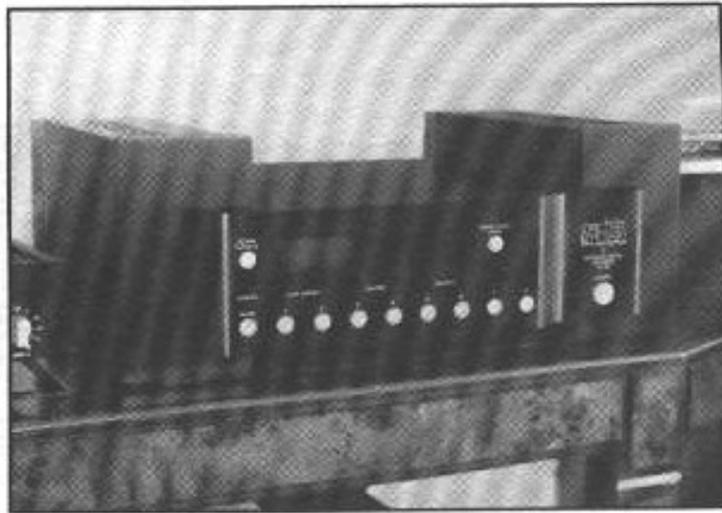
teurs assidus de L'Audiophile la présence de plusieurs amplificateurs utilisant le fameux tube 300 B dont il est inutile de vanter les mérites dans ces colonnes, ceci ayant été fait souvent. Les puissances vont de 9 W par bloc mono utilisant des 300 B à 300 W en mode triode. Il existe des modèles mono et stéréo. La gamme des préamplificateurs est elle aussi très importante. Notons la présence d'un conditionneur à tubes à placer en sortie de lecteur compact-disc.

## CD Upgrade

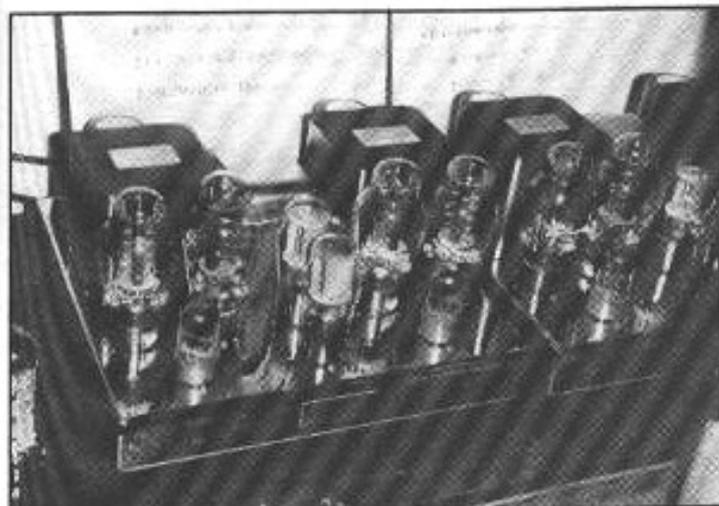
Ce fabricant américain est spécialisé dans les kits pour disques CD. Le CD Upgrade est composé d'un film amortisseur



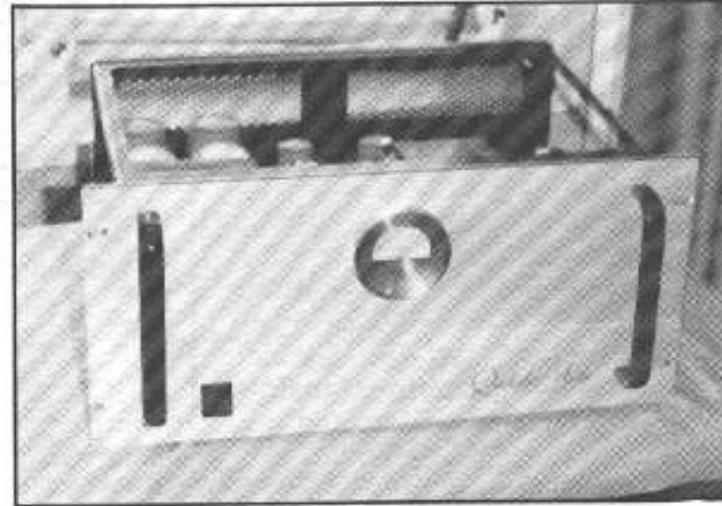
*Drive Audio Alchemy : Première sortie pour cette nouvelle base lectrice pour CD.*



*Mark Levinson : Première présentation du nouveau convertisseur numérique/analogique No 30.*



*Cary Audio Design : Une belle gamme d'électroniques à tubes. Le 300 B est fortement présent dans de nombreux produits.*



*Quicksilver Audio : Une fabrication de plus en plus soignée chez ce constructeur d'électroniques à tubes.*

venant s'autocoller sur la face non lectrice du disque ainsi qu'une bague se fixant sur la face lectrice. Le but de ce kit est d'amortir toutes les micro-vibrations se propageant à l'intérieur du disque.

### **ESB**

Ce fabricant italien d'enceintes acoustiques exposait son nouveau modèle haut de gamme, la 7/05. Il s'agit d'une enceinte acoustique 4 voies actives dont les problèmes de mise en phase ont été particulièrement étudiés.

### **FM Acoustics**

Cette société d'origine helvétique spécialisée dans les électroniques très haut de gamme présen-

tait son nouveau préamplificateur FM 266. Il s'agit d'un appareil entièrement réalisé en circuits symétriques des entrées à la sortie. Ce préamplificateur est sans aucun doute un des modèles les plus sophistiqués sur le marché actuellement.

### **Genesis**

Nouveau constructeur américain d'enceintes acoustiques, Genesis présentait ses dernières enceintes colonnes Genesis III qui peuvent être assistées par les caissons de basses Genesis Servostak. Là encore il convient de noter la haute qualité des démonstrations. On en attendait pas moins de Arnold Nudde, un pionnier de l'électroacoustique.

### **Krell**

Krell exposait sa nouvelle référence en matière d'amplificateur à transistors haut de gamme, il s'agit d'un appareil réalisé en deux châssis séparés

### **Linæum**

Cette firme américaine faisait écouter son nouveau modèle Linæum Model 9 qui est équipé de deux panneaux reprenant la technologie chère à cette marque assistés par un système de caissons de grave. Chaque panneau est équipé de neuf transducteurs Linæum dont la courbe de réponse est étendue de 125 Hz à 25 kHz. Le caisson de basse, d'après le constructeur, descendrait jusqu'à 16 Hz.

## Mark Levinson

De nombreux stands étaient équipés du tout nouveau convertisseur numérique/analogique Mark Levinson No 30. Il s'agit d'une énorme machine ultrasophistiquée reprenant les toutes dernières innovations en matière de traitement numérique. Les problèmes d'alimentation ont été extrêmement étudiés. L'ensemble de la machine est subdivisé en quatre fonctions principales : le DAIR, le Digital filtering, le DRDAC et le filtre analogique.

— Le DAIR est un étage purement numérique qui permet de traiter des problèmes de jitter et autorise une excellente mise en phase des trains d'impulsions numériques. Un circuit PLL permet de fonctionner en 32 kHz, 44 kHz ou 48 kHz.

— Le Digital filtering est en fait un processeur de signal qui permet d'optimiser les algorithmes de filtrage.

— Le DRDAC est un double convertisseur numérique/analogique reprenant les bases d'un 20 bits ultra-linéaire.

— Le filtre analogique est architecturé à base de filtres de type Bessel afin d'obtenir une réponse en phase idéale.

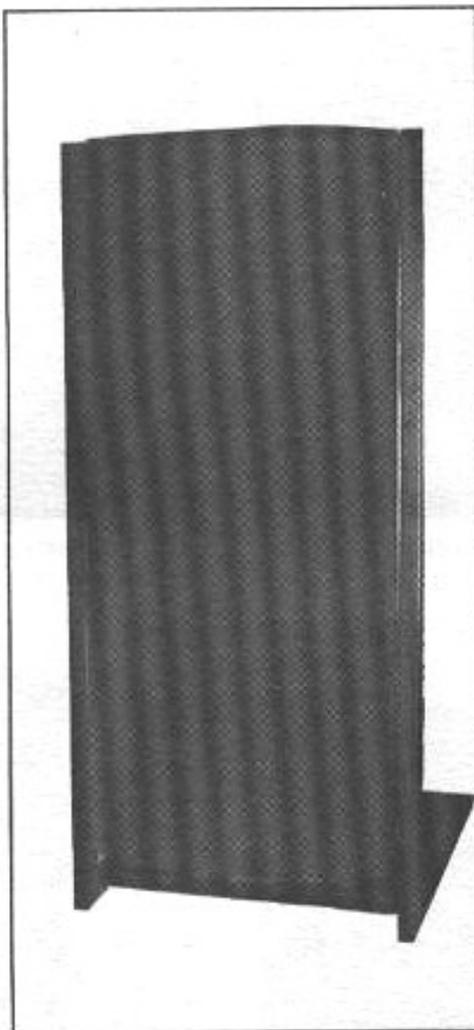
Cet appareil est particulièrement soigné au niveau de sa fabrication. Notons par exemple l'utilisation de circuits imprimés en Teflon dans la partie des étages de sortie audio.

## Metaxas

La grande nouveauté chez ce constructeur australien était le lecteur CD. Sur le stand était présenté l'ensemble des électroniques ainsi que les énormes panneaux électrostatiques.

## Microscan

Cette société américaine présentait un nouveau système venant se fixer à l'arrière des enceintes acoustiques permettant de limiter les problèmes d'ondes stationnaires liés aux ébénisteries.



*Sound Lab : Un des scoops de ce salon, la naissance d'un nouveau panneau électrostatique chez ce constructeur extrêmement réputé.*

## Mirror Image Audio

Ce nouveau fabricant américain est spécialisé dans les électroniques haut de gamme sans compromis. La gamme comprend un préamplificateur qui peut être équipé en option d'une carte convertisseur numérique/analogique, deux convertisseurs numérique/analogique et trois modèles d'amplificateurs dont un mono. Les convertisseurs travaillent sur la base de 20 bits échantillonnés 8 fois. La qualité de fabrication de ces électroniques est extraordinaire. Nous n'avons jamais vu de circuits imprimés aussi bien réalisés. La presse spécialisée américaine considère d'ailleurs que Mirror Image Audio sera très prochainement un des leaders du matériel très haut de gamme.

## MIT

Ce constructeur américain de câbles haute définition exposait de nouveaux produits spécialisés dans le transport des signaux numériques : une interface numérique ajustable et un câble de 75  $\Omega$ .

## MAS

Cet exposant américain proposait un préamplificateur numérique. Cet appareil possède son propre convertisseur ainsi que différents étages numériques. Il fonctionne aux différentes fréquences normalisées et possède un slot libre pour les futures extensions.

## Nobis

Ce fabricant américain propose une gamme complète d'enceintes acoustiques ainsi qu'un amplificateur à tubes de 2x35 W fonctionnant en classe A.

## Rush

Sur le stand de ce constructeur US on pouvait écouter l'enceinte 2 voies Monument II qui peut être augmentée d'un caisson de basse. L'enceinte Monument II part d'une base dite symétrique. Elle pourra être utilisée seule dans une petite pièce. Ici aussi l'écoute était de qualité.

## Power Block

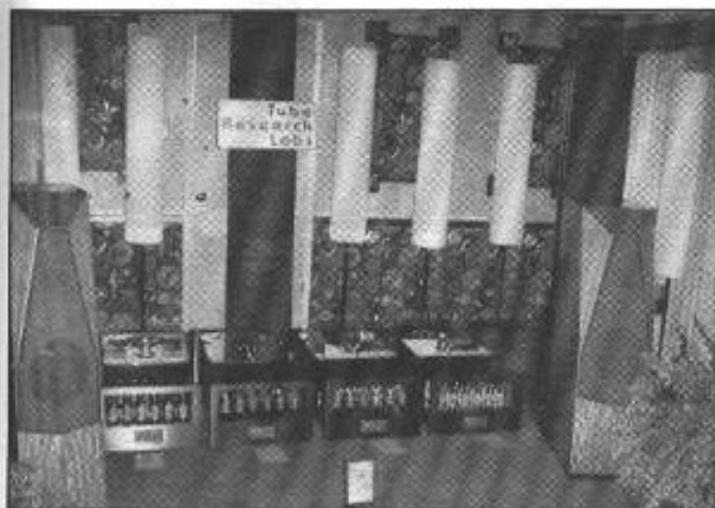
Tice Audio est spécialisée dans les systèmes d'alimentation secteur Power Block. Il est possible sur ces appareils de régler les tensions de sortie. Un système de filtrage efficace permet de limiter les problèmes de pollution dues au secteur.

## Sequerra

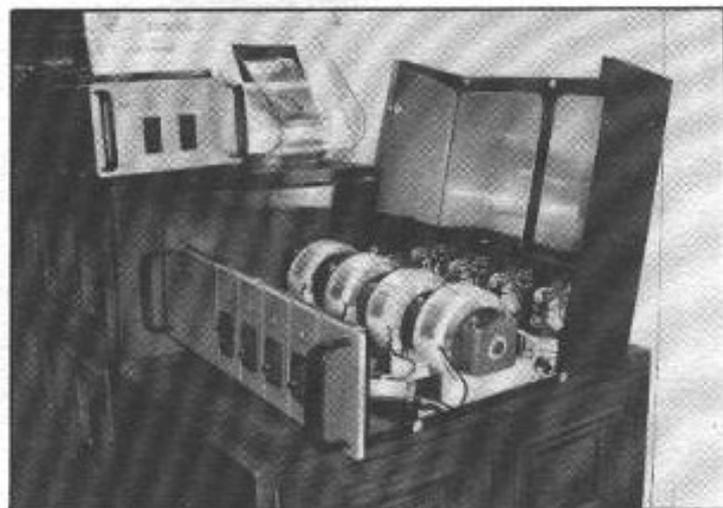
La société Sequerra, bien connue pour ses tuners, exposait une nouvelle enceinte équipée du fameux tweeter à ruban Sequerra.

## Snell

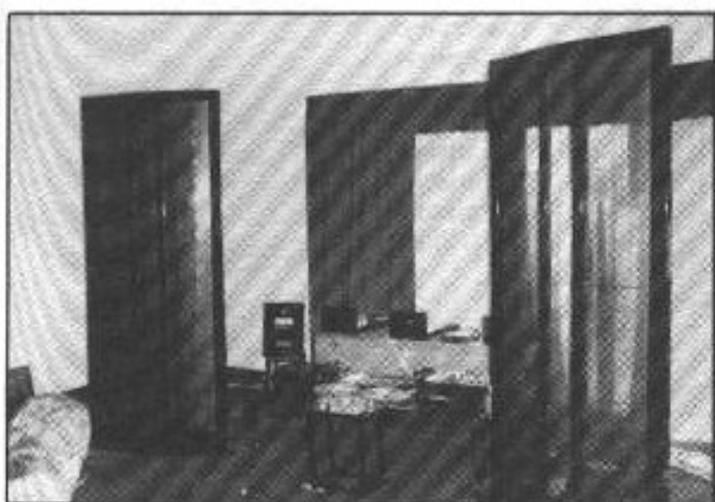
Snell Acoustics présentait son



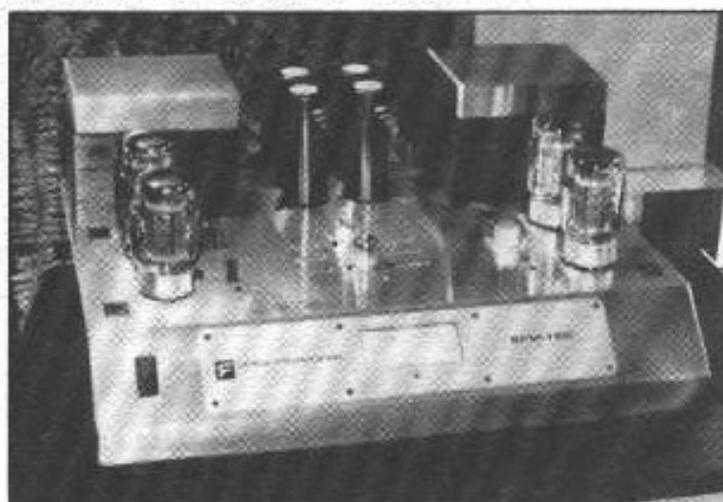
*Avalon : Des enceintes de belle facture alimentées par de « petits » amplificateurs à tubes Tube Research Labs.*



*Sur ce filtre secteur, notez la présence de 4 étages de filtrage séparé afin d'éviter toute interaction entre les différents appareils constituant votre chaîne.*



*Metaxas : Ecoute des grands panneaux électrostatiques.*



*Sonic Frontiers : De très belles électroniques à tubes chez ce constructeur canadien.*

nouveau modèle d'enceinte acoustique Type B. La particularité de ce produit tient aux tolérances utilisées lors de sa fabrication. Snell s'engage à ce que les produits mis en fabrication aient une tolérance inférieure à 0,5 % par rapport au prototype.

### **Sonic Frontiers**

Cette société canadienne est spécialisée dans les électroniques à tubes. La gamme est composée de différents amplis et préamplis remarquablement bien fabriqués ainsi que de processeurs numériques qui seront commercialisés dans le courant du printemps. Ce constructeur insiste sur la qualité des composants utilisés lui permettant de donner une garantie de 5 ans sur les appareils dont 1 an pour les tubes. Ceci est



*Le nec plus ultra en matière d'audio-vidéo automobile est présente dans cet habitacle de voiture équipé d'un système de vidéo-guidage. Pour améliorer le confort, la télévision mais aussi tout le nécessaire en matière de radio et vidéo-disques embarqués. Il est désormais possible en automobile d'écouter de la musique en regardant le concert sur son téléviseur.*



assez rare chez les fabricants de matériels à tubes.

### Sound Lab

Sound Lab présentait à ce salon l'une des grandes nouveautés en matière de panneaux électrostatiques avec le nouveau modèle Pristine. Il s'agit d'un panneau large bande émettant sur une large surface en arc de cercle sur un angle de 60° permettant une image stéréophonique de grande qualité. La bande passante est extrêmement large puisqu'elle démarre dès 35 Hz. Nous avons été étonnés par les possibilités de ce panneau tant en dynamique qu'en largeur de bande passante. Là aussi une des meilleures écoutes du salon.

### Tube Research Labs

Lorsque l'on parle des Etats-Unis on parle souvent de mesure. Il faut bien reconnaître que dans ce domaine, Tube Research

*JM Lab : La firme de Saint-Etienne plus présente que jamais à Las Vegas.*

Labs présentait ce qui se fait de plus gros actuellement concernant les amplificateurs à tubes. Chaque bloc mono pèse plus de 100 kg et ses dimensions sont d'environ 80 cm de profondeur, 45 cm de large et 27 cm de hauteur. The Golden Triode Reference 800 procure 800 W RMS en mode triode et 1 600 W RMS en mode pentode. Le stand Avalon était équipé de ces électroniques hors du commun, l'écoute y était de grande qualité.

### Quicksilver Audio

Ce constructeur américain de matériels à tubes présentait de nouveaux amplificateurs dont l'esthétique est particulièrement réussie : le Model 135 délivre 135 W sous 4 ou 8  $\Omega$ .

*Genesis : Chez ce constructeur, les nouvelles enceintes colonnes associées à un double caisson de basses.*

### U47

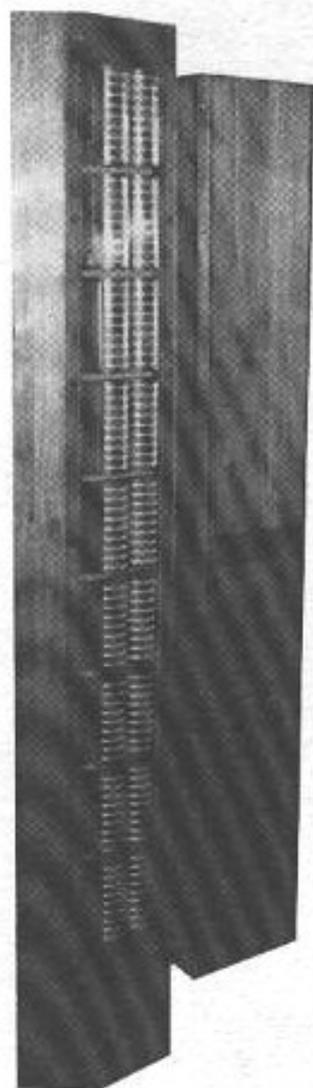
Ce fabricant japonais profitait du CES pour montrer le prototype de son lecteur CD. La fabrication mécanique n'est pas sans rappeler les technologies employées dans les platines tourne-disque très haut de gamme de ces dernières années.

### VAC

Valve Amplification Company exposait l'ensemble de ses produits composé d'amplificateurs à tubes allant de 45 à 90 W. Il semble que ce constructeur bénéficie aux Etats-Unis d'une forte notoriété. Ses produits étaient utilisés sur de nombreux stands.

### Wadia

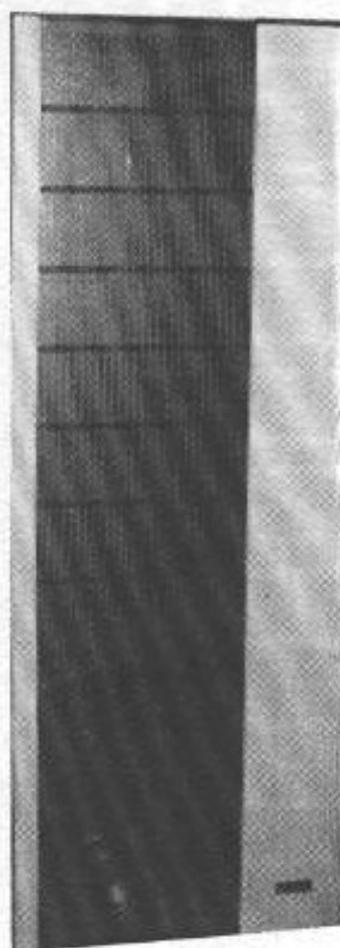
Ce constructeur américain spécialisé dans le numérique n'exposait pas au Salon mais avait pris un stand dans un hôtel séparé. Celui-ci présentait en avant-première un prototype d'amplificateur de puissance reprenant des circuits numériques.



*Linæum : Présentation du nouveau panneau large bande de ce transducteur particulier. Un caisson d'extrême-grave est tout de même nécessaire.*



*ESB : Une italienne à Las Vegas, une enceinte pleine d'électronique avec une mise en phase acoustique optimisée.*



*AudioLogic : Un des nombreux panneaux électrostatiques de ce salon.*

## Les Français à Las Vegas

### Jadis

Ce n'est pas moins de deux show-rooms qui étaient réservés pour les électroniques Jadis. Mais c'est aussi avec le plus grand plaisir que nous avons pu constater que les électroniques Jadis étaient présentes sur de très nombreux stands. Il ne fait aucun doute que Jadis bénéficie aux Etats-Unis d'une très forte notoriété.

### JM Lab

Autre Français extrêmement présent aux Etats-Unis : les

haut-parleurs Focal, visibles sur de très nombreuses enceintes fabriquées aux USA, mais ici, à Las Vegas, le stand s'appelait JM Lab, et c'est donc aux enceintes que reviennent les actuels efforts de ce constructeur français aux USA. Il convient de noter que JM Lab a décidé de relever le défi de la présence des constructeurs français d'enceintes acoustiques sur le nouveau continent.

### Micromega

Encore une société française qui fait de gros efforts pour défendre ses produits sur un marché aussi important. Micromega profitait de ce salon pour présenter aux USA son nouveau lecteur-enregistreur Professional

Solo R. Une fois de plus nous avons pu observer sur quelques stands la présence de ces lecteurs CD tant appréciés en France et outre-Atlantique.

## Conclusion

Il ne fait aucun doute, après la visite de ce salon, que Las Vegas est en train de prendre l'avantage sur le salon de Chicago. La présence des casinos, des salles de spectacle dans la ville et la proximité du Grand Canyon favorisent grandement le déplacement des visiteurs. A entendre les réflexions de nombreux visiteurs, le CES de Las Vegas c'est les vacances et le travail en même temps !

**Page non  
disponible**

# DSP AU QUOTIDIEN

*Didier Flacon*

**L**

*es événements s'accordent pour affirmer que les techniques numériques ont révolutionné le monde de l'audio. Banal, certes, mais seulement si l'on s'arrête au cas des lecteurs CD, DAT et futurs enregistreurs DCC ou MD. Avec les circuits DSP et le traitement numérique du signal, c'est tout un nouveau monde qui s'offre à nous avec des perspectives d'avenir pratiquement illimitées.*

Littéralement, le sigle DSP nous apprend que nous avons bien affaire à des circuits de traitement numérique du signal (Digital Signal Processing). Schématiquement, ces circuits peuvent se résumer à une entrée et une sortie entre lesquelles s'effectuent quelques opérations assez singulières. Un DSP n'est pas utilisable seul. Il doit être obligatoirement associé à des mémoires (volatiles ou non) qui définissent l'algorithme auquel ce circuit va se référer pour effectuer des opérations.

Physiquement, cela se traduit par le fait qu'à un mot numérique présent à l'entrée du DSP va correspondre un mot en sortie régi par cet algorithme prévu pour une application bien précise. La puissance du DSP en question est définie tout à la fois par le nombre de bits de son accumulateur et par la vitesse des opérations internes. De ces quelques données, une chose est à retenir : il est possible de deman-

der beaucoup de choses au DSP pourvu que cela corresponde à la puissance de calcul de la puce en question.

## **Quelques exemples d'applications**

L'une des applications les plus évidentes des DSP dans notre quotidien d'audiophile concerne tout ce qui a trait au filtrage numérique des lecteurs laser ou DAT. Personne n'ignore plus aujourd'hui que tous les lecteurs du marché procèdent à des conversions de signaux numériques plusieurs fois échantillonnés par rapport à la fréquence de base standard de 44,1 kHz. C'est une application bien précise, dictée par des considérations théoriques et pratiques, destinée à reléguer très loin au-delà du spectre audible les bruits de quantification pouvant interférer avec le signal utile.

Pour un mot de 16 bits présent à l'entrée du filtre numérique va

correspondre quatre mots dans le cas d'un quadruple suréchantillonnage ou huit successifs pour un octuple suréchantillonnage, dans l'unique but de déplacer ces bruits de quantification non pas à 44,1 kHz mais à 176,4 kHz ou 367,8 kHz, c'est-à-dire vers une zone où l'amplification de ces signaux sera beaucoup moins critique.

Une autre application domestique du DSP concerne tout ce qui a trait aux différents systèmes d'ambiophonie. Les plus perfectionnés d'entre eux conservent en mémoire les signatures acoustiques des salles de concert entre autres. Ces paramètres sont digitalisés et peuvent ressurgir dans le local d'écoute. L'opération consiste à recueillir les informations des canaux droit et gauche qui vont être décodés à la lecture. En fonction de la phase et de l'amplitude de ces signaux, le DSP fait son office en recréant par matriçage un troisième canal pour des voies d'ambiance avant

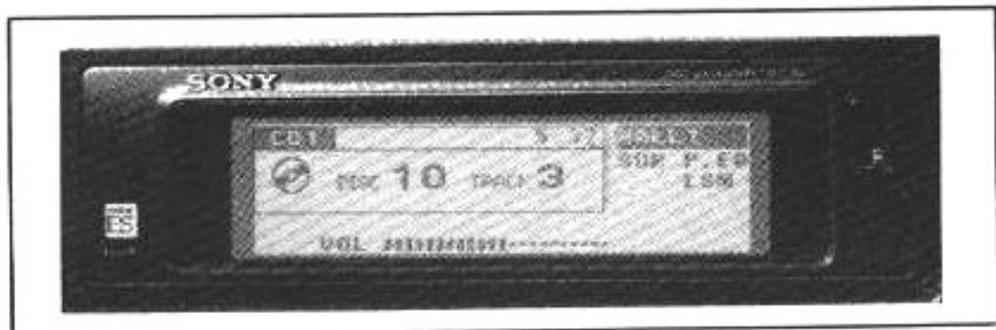


Fig. 1 : Le XES-PI Sony centralise la plupart des fonctions usuelles pouvant être accomplies avec les DSP : égalisation, retard, conversion de phase, filtrage actif, ambiophonie et conversion numérique/analogique.

et arrière et recréer ainsi l'illusion d'un espace pré-défini. Le DSP analyse en temps réel tous ces signaux afin de doser retard et réverbération. Grâce à d'autres mémoires accessibles cette fois par l'utilisateur, il est possible de créer soi-même une acoustique particulière et de pro-

grammer ses propres paramètres.

### Le cas Marantz

Le cas le plus spectaculaire connu à ce jour et révélé au grand public concerne l'AX-1000 de Marantz, dernière Muse d'Or en date de L'Audiophile.

Cette unité propose en effet à la fois la fonction de conversion des signaux numériques en analogique précédé du suréchantillonnage, un système d'ambiophonie numérique très sophistiqué, mais aussi une multitude d'autres possibilités toute dérivées sur DSP et ses applications (égalisation paramétrique avec possibilité de faire varier le coefficient de surtension, filtre anti-scratch...). L'intérêt d'un tel système est que toutes ces opérations sont effectuées en numérique en amont des convertisseurs sans ajout de circuits analogiques très complexes rencontrés avec les moyens habituels. Ceux-ci entraînent invariablement des pertes, du bruit et des variations de phase très brusques dont

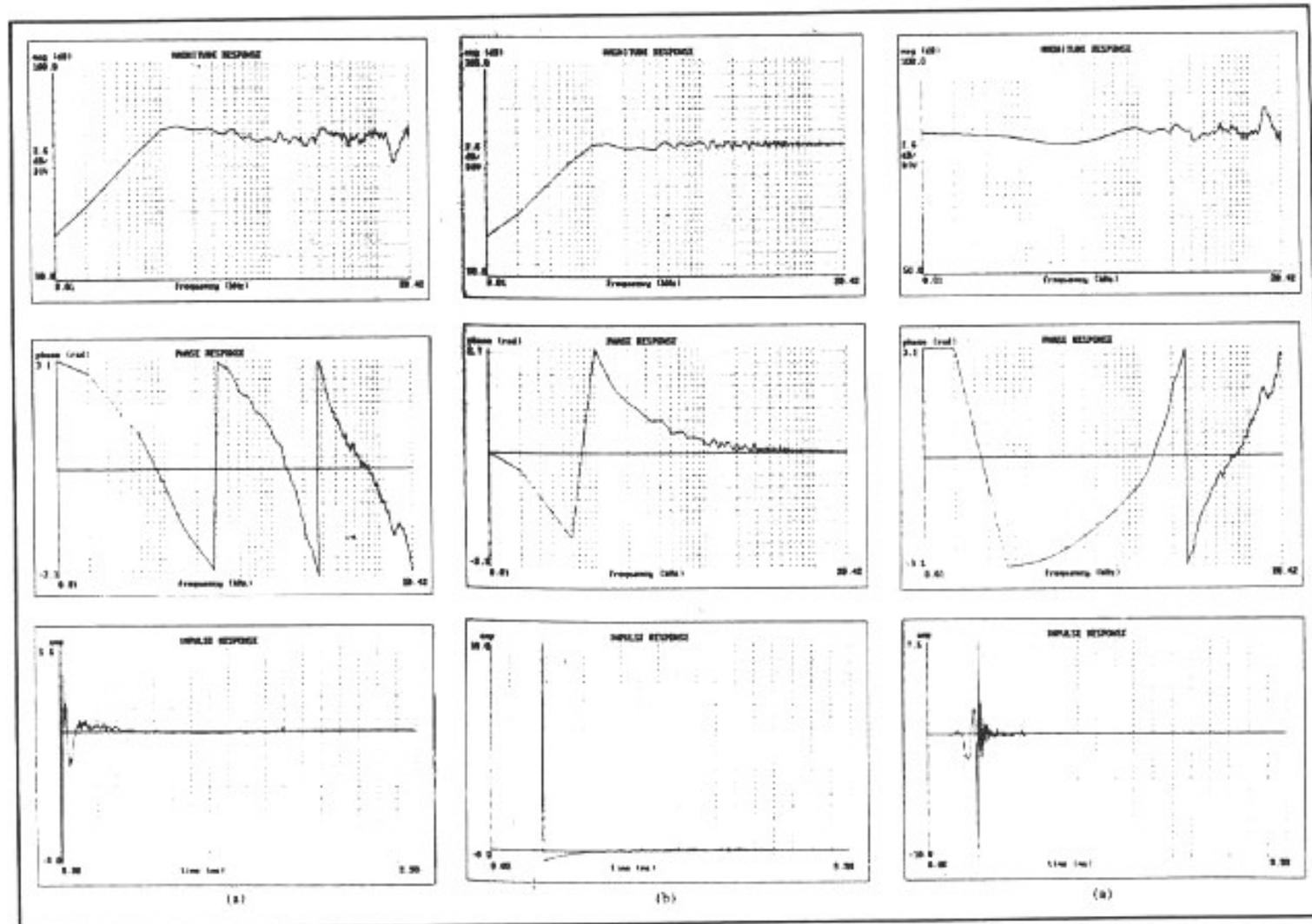


Fig. 2 : Groupe de courbes illustrant une méthode de correction d'une enceinte acoustique. A gauche, allure avant correction. Au centre le signal complémentaire synthétisé par le DSP. A droite, le résultat mesuré en sortie de l'enceinte après correction. On notera la linéarité, la réponse en phase et l'impulsion proches de l'idéal théorique (AES n° 10).

l'oreille s'accommode très mal.

L'avantage de l'AX-1000 réside dans le fait que ces corrections n'entraînent aucune détérioration du signal.

## Perspectives à court terme

La dernière nouveauté en date marquant une nouvelle apparition du DSP a pris naissance non pas dans le salon familial mais dans la voiture pour l'« auto-radio » (XES-P1), qui sera commercialisée sous peu et qui risque fort de faire des émules. Ici, il ne s'agit plus seulement de convertir les signaux numériques en analogique, de réaliser des simulations de salles de spectacle et de concert, de créer une égalisation numérique du signal. Le XES-P1 se dote en plus d'un filtre numérique pour un système d'amplification multivoie paramétrable. L'utilisation peut alors intervenir selon la nature des haut-parleurs pris en considération sur les fréquences charnières de ce filtre et adapter les niveaux relatifs entre les différents diffuseurs. Autrement dit, par le biais de ce filtrage et de l'égalisation numérique, les traditionnels problèmes de rotation de phase rencontrés en analogique sont absents.

En outre, cette électronique va plus loin en proposant une kyrielle de retards numériques qui permettent de définir une zone d'écoute privilégiée pour le conducteur ou les passagers avant ou arrière. Ces retards permettent ainsi de conserver un espace stéréophonique plausible à n'importe quel endroit du véhicule, mais pour une seule personne privilégiée.

## Corrections en tous genres

Philips vient de présenter un prototype au moins tout aussi intéressant. L'utilisateur n'aura à portée de main que les sources

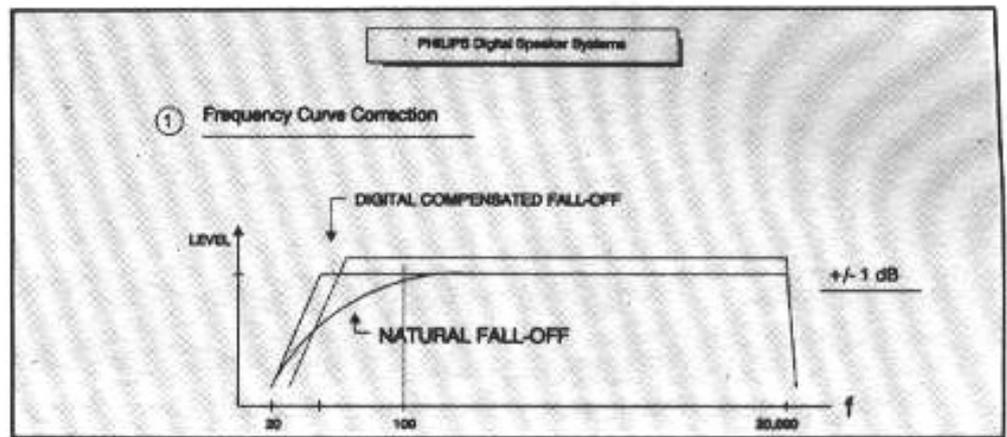


Fig. 3 : Le système Philips intègre une compensation numérique de la bande passante. Le grave est corrigé pour que les deux 16 cm descendent vers 50 Hz à 0 dB. Un filtre à pente raide évite le talonnement de la membrane.

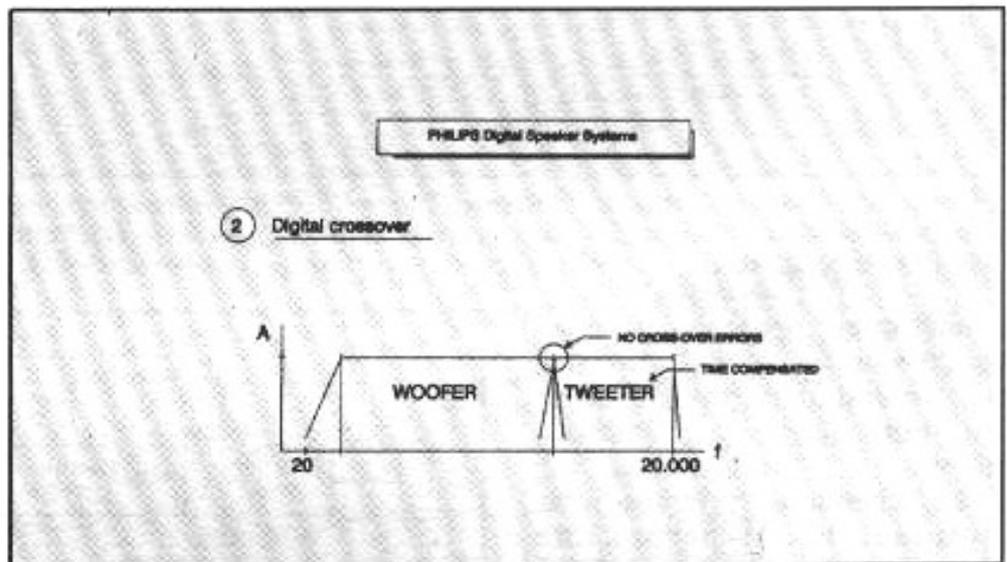


Fig. 4 : Autre application, le filtrage numérique pour l'obtention d'un système deux voies bi-amplifié. En outre le décalage des haut-parleurs grave et aigu sur le baffle est compensé par un léger retard numérique.

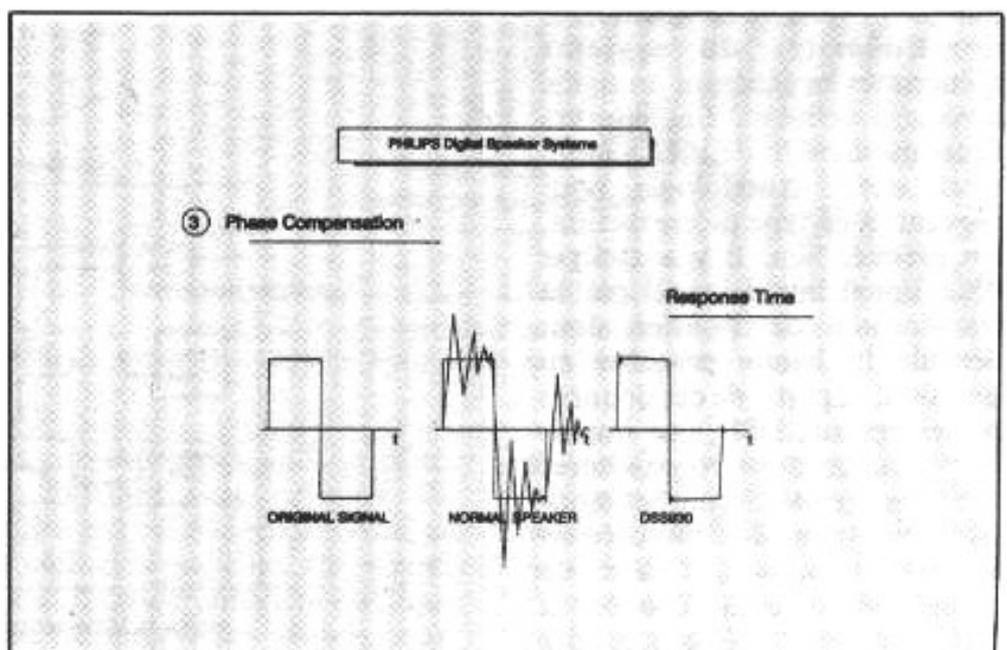


Fig. 5 : La réponse sur signal carré témoigne des corrections de phase et d'amplitude appliquées afin de compenser les transducteurs. Notons quand même que ce signal se veut assez optimiste (doc. Philips système DSS 930).

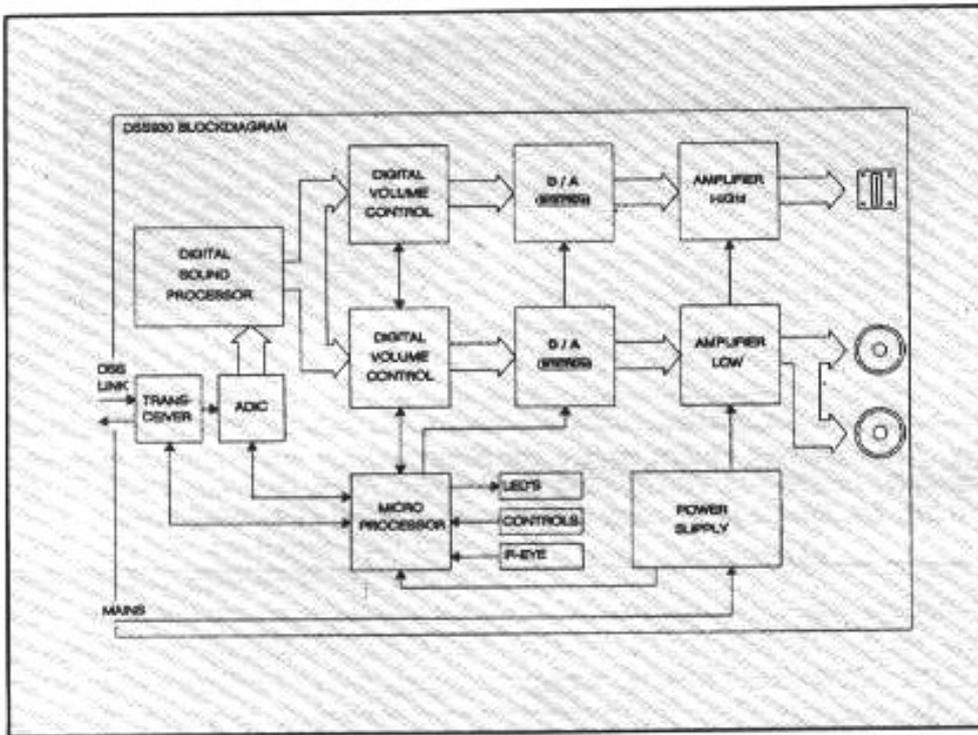


Fig. 6 : Organisation interne de l'enceinte Philips DSS 930. Notez la séparation pratiquement complète des voies grave et aiguë. A gauche le DSP qui contient l'algorithme du processus de correction (filtrage, compensation...).

numériques proprement dites tandis que les modules de conversion et d'amplification seront internes dans une enceinte active.

Le schéma de principe joint indique la structure de l'enceinte. On y découvre le DSP (en réalité précédé des traditionnels circuits de démodulation du signal numérique). Ce DSP a pour but précis de compenser les non-linéarités du système d'enceintes en générant un signal inverse à celles-ci. Les courbes tirées du numéro de l'AES montrent une méthodologie pour parvenir à ce type de correction. En premier lieu, il y a analyse d'un signal impulsionnel par la transformée de Fourier dont découle la bande passante en question. A partir de ces données présentées aux DSP, une impulsion résultante est reconstituée. Les trois premières courbes montrent une impulsion mesurée en sortie de l'enceinte, à partir de laquelle découle la réponse en phase et en fréquence. Le deuxième groupe de courbes indique le signal inverse calculé et synthétisé par le DSP. On

obtient ainsi après superposition une impulsion quasi parfaite avec tout ce que cela implique en termes de régularité de la phase et de la bande passante.

Le système mis au point par Philips va encore plus loin puisque le DSP procède à la séparation des signaux grave/médium et aigus aiguillés distinctement vers un filtrage numérique qui permet d'obtenir au point de recouvrement une coupure à flanc très raide (on peut très bien obtenir des filtres du 32<sup>e</sup> ordre avec un procédé numérique), sans rotation de phase et sans creux ou bosse au point de recouvrement. Enfin, ce système permet aussi la correction du registre grave afin de prolonger la courbe de réponse dans le bas. Une accentuation de ces fréquences permet effectivement de

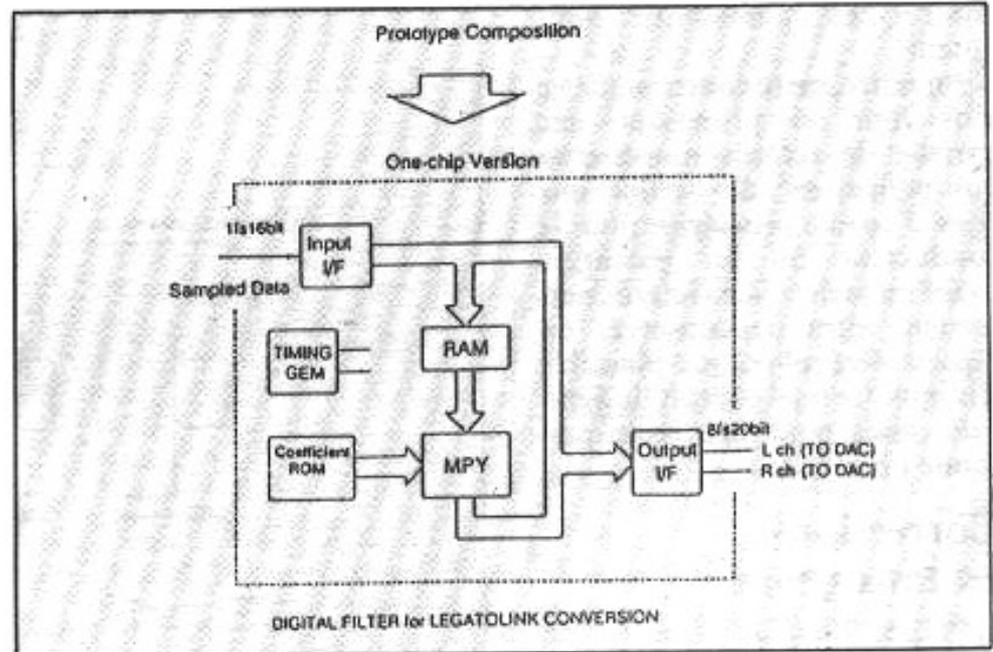
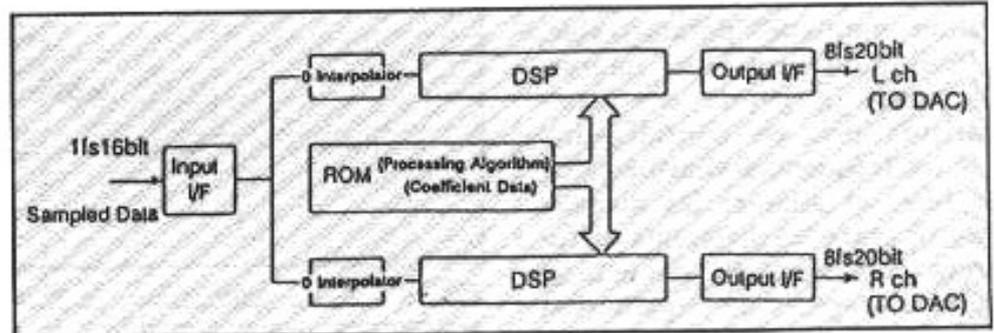


Fig. 7 : Configuration du système Legato Link Pioneer mettant en évidence le passage du flot d'informations numériques au travers du DSP (doc. Pioneer).

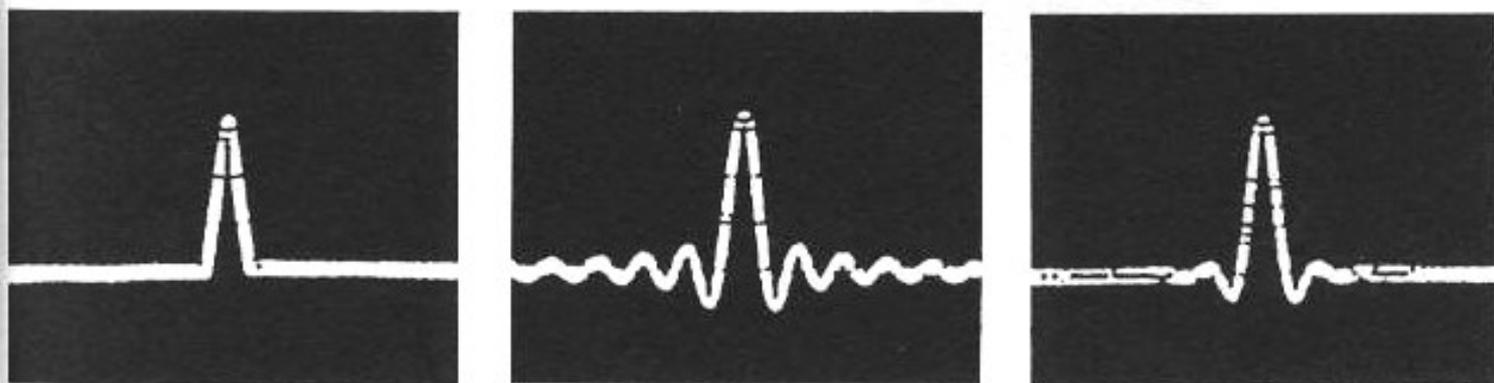


Fig. 8 : Allure de différentes réponses impulsionnelles obtenues en sortie d'un lecteur laser. De gauche à droite : réponse parfaite, réponse standard, réponse avec Legato Link (doc. Pioneer).

recupérer quelques portions d'octave supplémentaire tandis que l'élongation du haut-parleur est limitée par un filtre passe-haut à pente très raide.

## Conversion du signal

Encore à l'état de prototype mais bientôt disponible, les nouveaux lecteurs CD Pioneer sont équipés du système « Legato Link ». Le filtrage numérique habituel est remplacé cette fois-ci par un DSP sophistiqué capable de reconditionner le signal numérique.

En effet, si l'on se réfère au théorème de Shannon la bande passante utile en sortie du disque laser ne peut excéder les 22 kHz, c'est-à-dire la moitié de la fréquence d'échantillonnage (44 100 Hz). Ce fait se traduit sur une mesure impulsionnelle par des rebondissements de part et d'autre de l'impulsion. Grâce au « Legato Link », il est possible de régénérer cette impulsion beaucoup plus proche de l'idéal théorique (voir courbes jointes). Cela se traduit alors par une bande passante qui s'étend au-delà de 22 kHz. Ce principe est très proche en esprit de ceux adoptés par les convertisseurs Wadia et certains Krell.

## Conclusion

Difficile de faire le tour de la question lorsqu'il s'agit des circuits DSP. Ces quelques exemples ont été choisis d'une part

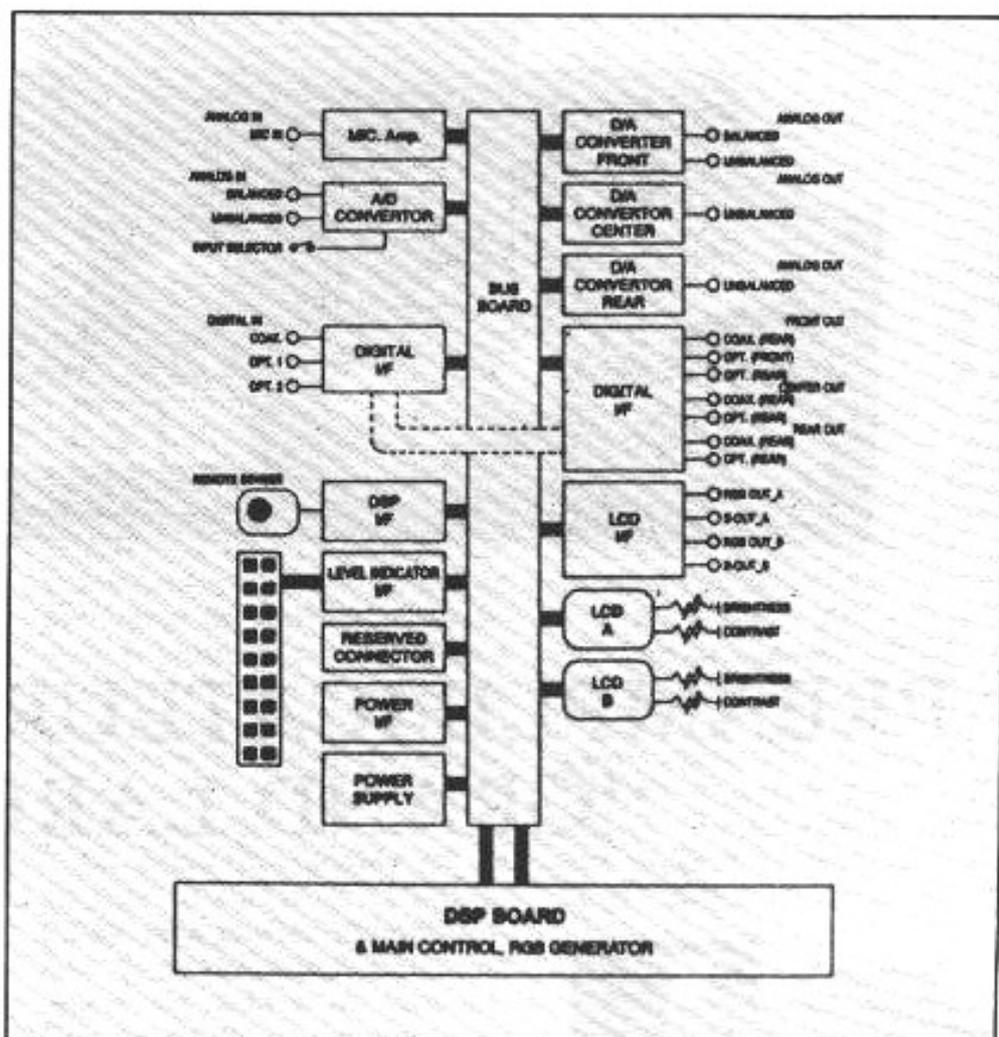


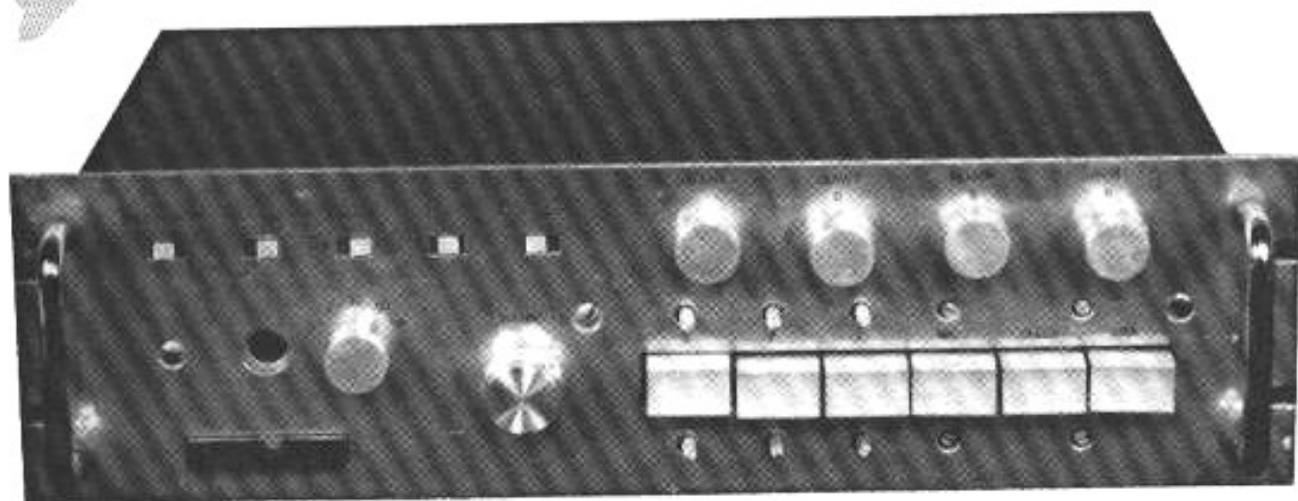
Fig. 9 : Un exemple de configuration d'un système de DSP « multi-usage », celui du Marantz A-X1000 (Muse d'Or de L'Audiophile n° 18).

parce qu'ils sont significatifs des applications déjà connues aujourd'hui ou disponibles dans un avenir très proche. De source sûre, il est de notoriété publique que la plupart des grands constructeurs (d'enceintes ou d'électronique) travaillent activement sur la question : le potentiel de

ces circuits est énorme. On peut facilement imaginer un système extrêmement linéaire pour lequel possibilités seraient données afin d'intervenir sur les caractéristiques acoustiques du local d'écoute, filtrage numérique pour l'élaboration d'un système multivoie.



*Jean Hiraga*



## PREAMPLIFICATEUR CABASSE "GRAND LARGE"

**L**

*a fin des années 50 fut marquée par un événement*

*qui bouleversa le monde de l'audio, celui de la lancée de la stéréophonie.*

*Cette idée arrivait au bon moment car elle faisait partie de plusieurs évolutions,*

*voire révolutions telles que la vulgarisation du disque microsillon longue durée  
ou la réception d'émissions radio sans parasites mono/stéréo en modulation de fréquence.*

*Tous ces nouveaux procédés furent mis en valeur grâce à la technique basse fréquence  
haute-fidélité. La majorité de ces produits peu courants et de prix élevé étaient principalement*

*d'origine américaine et anglaise. En France, Cabasse fait partie des pionniers  
qui participèrent à la vulgarisation de la hi-fi. La description du préamplificateur Grand*

*Large démontre qu'il existait au début des années 60, des appareils capables de rivaliser  
avec n'importe quel concurrent étranger.*

Les termes fidélité, haute-fidélité appliqués à la reproduction des sons et de la musique ont souvent été galvaudés. Au début du siècle, on pouvait même lire sur des publicités de phonographes : « L'orchestre est devant vous », « la réalité à s'y méprendre », etc. On n'a guère fait mieux depuis, du moins sur ce point. En fabriquant des maillons dignes de ce nom, il fallait bien se démarquer de la concurrence, y compris sur les publicités. C'est pourquoi on voit apparaître sur celles de la société Cabasse, qui portait en 1955 le nom de « La Maison du Haut-Parleur », l'appellation « Très haute-fidélité » (figure 1). Cette société, très en avance sur son temps, trouvera ses premiers débouchés dans les domaines de l'électroacoustique professionnelle, dans le service après-vente des haut-parleurs de qualité et plus principalement dans le secteur du cinéma. Ce secteur était en pleine expansion : débuts du son magnétique multipiste, couleur, format cinémascope, grandes salles de cinéma en pleine activité comme le Rex ou le Gaumont Théâtre. Dans le cadre de ces activités, Cabasse développa des enceintes spécialement adaptées à cet usage, mesurant parfois 2,5 m de hauteur, ainsi que des électroniques à tubes.

En créant, dès 1955, l'enceinte d'encoignure Diphone 5A, Cabasse cherchait de toute évidence à démontrer qu'il était capable de rivaliser avec les meilleures réalisations étrangères. En restant fidèle à une ligne de conduite visant des performances poussées, une grande fidélité de restitution sonore à partir de la conception de haut-parleurs à rendement élevé, Cabasse n'a jamais voulu attacher trop d'importance, à quelques exceptions près, au prix de revient ou à l'encombrement, du moins à cette époque et pour les versions à usage domestique. Au cours des années 60, on n'hésitait pas,



Fig. 1 : Publicité Cabasse (La Maison du Haut-Parleur) datant de 1955. Enceinte d'encoignure Diphone équipée du haut-parleur coaxial 36 cm 5B. Dès cette date apparaît une appellation qui n'est pas inconnue de nos audiophiles d'aujourd'hui : la chaîne « très haute-fidélité ».

lorsque les moyens financiers le permettaient, à installer dans son salon des enceintes de 300 à 500 litres. Plus tard la plupart des industriels comprirent qu'il était préférable de sacrifier le rendement et plusieurs avantages liés à la dégradation de ce dernier, ce qui assurait par contre de sérieuses économies en coût de revient, en encombrement et en qualité de haut-parleurs.

Au début des années 60, la gamme d'enceintes Cabasse s'était déjà étoffée d'amplificateurs et de préamplificateurs, de tuners, de racks et de meubles. Une des modes de l'époque était de proposer à la clientèle une ou plusieurs chaînes, modulaire ou non, dont le prix global se situait entre 2 000 et 10 000 F, c'est-à-dire entre 20 et 100 000 F en valeurs réactualisées.

## Le préamplificateur Cabasse Grand Large

Le Cabasse Grand Large est très certainement le plus perfectionné, le plus complet et le plus

performant de tous les préamplificateurs disponibles en France au début des années 60. Il faisait partie d'un ensemble stéréophonique baptisé Studio 2x50 W. Son prix total atteignait 10 949 F. Lors du fameux Festival du Son de 1962, cet ensemble se classait ainsi en tête des modèles les plus perfectionnés. Il était composé de plusieurs éléments. Un meuble « stéréophonique » (figure 2) regroupait les éléments suivants : préamplificateur stéréo Grand Large, table de lecture (Thorens TD 124, bras BTD 12S, cellule à aimant mobile Shure M7D, deux blocs monos de puissance 50 W. La chaîne se complétait de superbes enceintes d'encoignure baptisées Escadre. Réalisées avec des parois sablées (parois doubles, sablage intermédiaire) elles étaient chacune équipées d'un haut-parleur grave de 36 cm, le 36 II CX, dérivé du II B, d'un haut-parleur de bas-médium de 21 cm, le 21C, d'un petit haut-parleur de médium-aigu de 12 cm, le 12M, à ogive centrale et d'un tweeter de diamètre 6 cm, le TW-G.

L'enceinte, qui mesurait 113 cm de hauteur, 70 cm de côté, pesant quelque 250 kg, était une version à charge close avec légère décompression à l'arrière (5 trous de 8 mm de diamètre). Chaque Festival du Son attirait de très nombreux visiteurs dans le stand où les

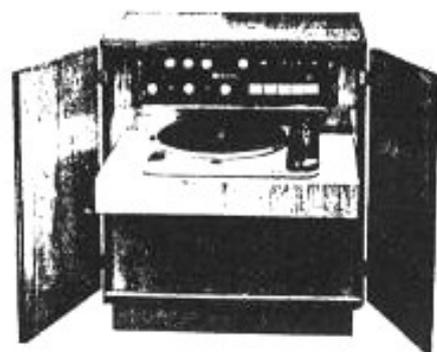


Fig. 2 : Meuble stéréophonique Cabasse regroupant la table de lecture posée sur glissières, le préamplificateur Grand Large et deux amplificateurs 50 W.

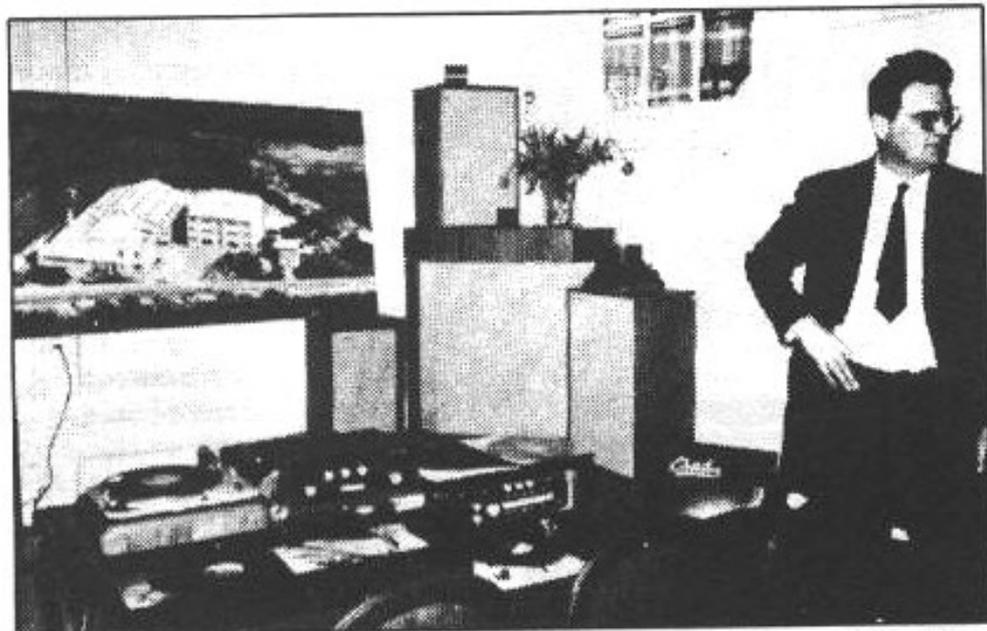


Fig. 3 : Festival du Son, 1963. On voit, au centre sur la table, un préamplificateur Grand Large. Au fond, les enceintes dont la version d'encoignure « Escadre ». A droite, M. Georges Cabasse.

démonstrations étaient menées par M. Georges Cabasse en personne (figure 3).

Le préamplificateur Grand Large se présente sous la forme d'un élément au standard rack 19 pouces, soit 482,5 mm de largeur avec 139 mm de hauteur de face avant et 255 mm de profondeur. Pour satisfaire aux exigences de sa clientèle, tantôt professionnelle tantôt grand amateur de haute-fidélité, ce préamplificateur était « personnalisé » dans la plupart des cas : prises Amphénol ou Cannon pour les professionnels, entrées ou sorties symétriques, transformateur adaptateur d'impédance pour des modèles particuliers de phonolecteurs à bobine mobile ou de microphones dynamiques basse impédance. Le Grand Large, d'autre part, pouvait être obtenu en finition noire ou métal clair (aluminium poli), comme le fait apparaître la photo de la figure 4.

Le Grand Large comporte deux canaux électriquement indépendants. Le transformateur d'alimentation, bien que commun, est pourvu d'enroulements dédoublés pour le chauffage des filaments et pour la haute tension.

La face avant révèle de nombreuses fonctions liées aux quatre sections du montage : étage phono à grand gain pour les entrées bas niveau, étage commun abaisseur d'impédance, filtres et contrôles de tonalité, étages de sortie basse impédance.

On remarque tout d'abord en bas à droite un imposant clavier à touches (taille des touches quatre fois plus importante que d'ordinaire). Ce clavier donne accès aux 6 entrées dont :

- 2 entrées phono, égalisation RIAA et Decca ;
- 1 entrée micro ;
- 3 entrées linéaires haut niveau.

Plusieurs versions du Grand Large ont existé et Cabasse n'a

jamais hésité à faire usage des technologies les plus récentes. Sur une des versions, baptisée PSLT-7, les 7 tubes ECC83/12AX7 sont remplacés par une version « audio » de ces tubes, plus rare, proposée à l'époque par Telefunken. Il s'agit de l'ECC 808. Cette version offre des caractéristiques identiques à celles de l'ECC 83 mais avec des avantages tels qu'un plus faible effet microphonique, un bruit de fond sensiblement inférieur (cathode travaillant sous température un peu plus basse). Deux autres avantages sont de plus à retenir, mais deviennent également un inconvénient sur le plan du brochage : il s'agit de la mise en place d'un blindage entre les deux éléments triodes, relié à la broche n° 6. L'autre avantage est une parfaite symétrie d'accès aux éléments triodes : broches 1 et 9 = grilles, 2 et 8 = cathodes, 3 et 7 = plaques, 6 = blindage, 4 et 5 = filament 6,3 V. Comme on le sait, la conventionnelle ECC83/12AX7 ne comporte pas de blindage intermédiaire, ce qui nuit à la diaphonie lorsqu'un tube est utilisé pour les deux canaux. On dispose par contre du point milieu filament sur la broche 9, ce qui assure en combinaison avec les broches 4 et 5 un branchement sur 12,6 V ou 6,3 V. Toujours sur l'ECC83/12AX7, l'accès aux grilles n'est pas symétriques (2 et 7), aux cathodes non plus (3 et 8), les plaques se trouvent reliées

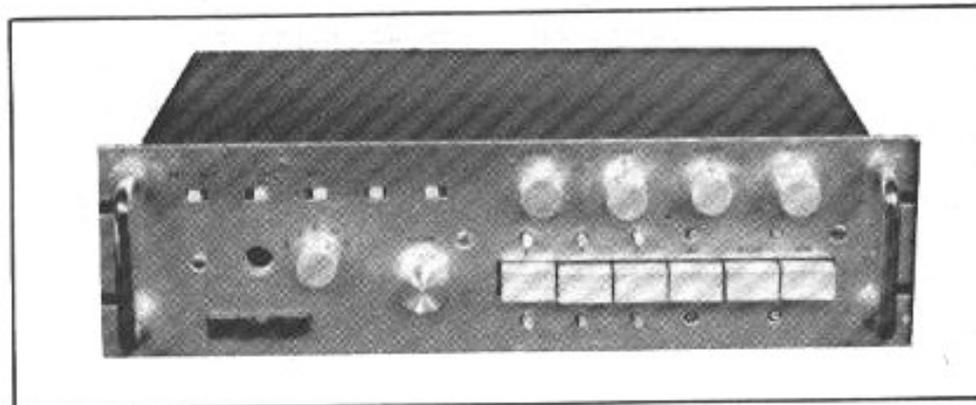
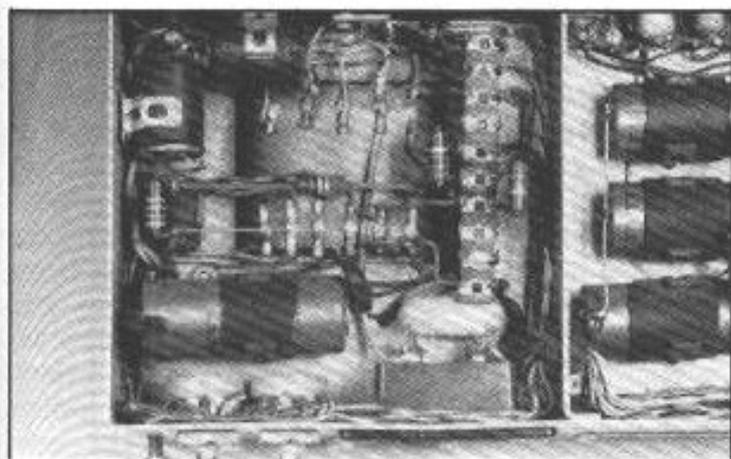
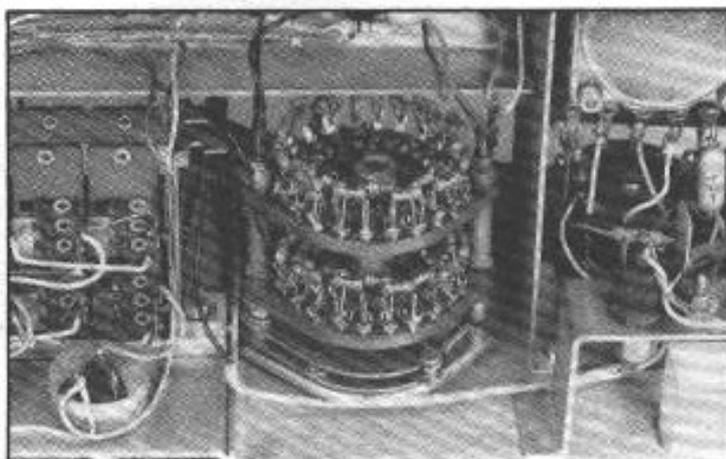


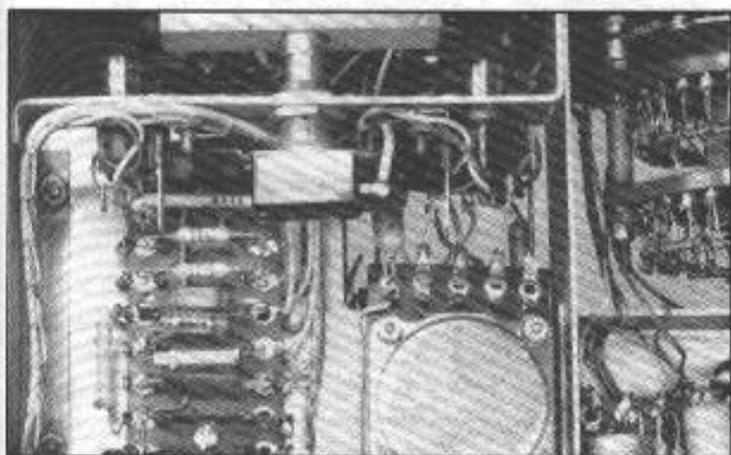
Fig. 4 : Préamplificateur Cabasse « Grand Large », version à face avant en aluminium poli (1962).



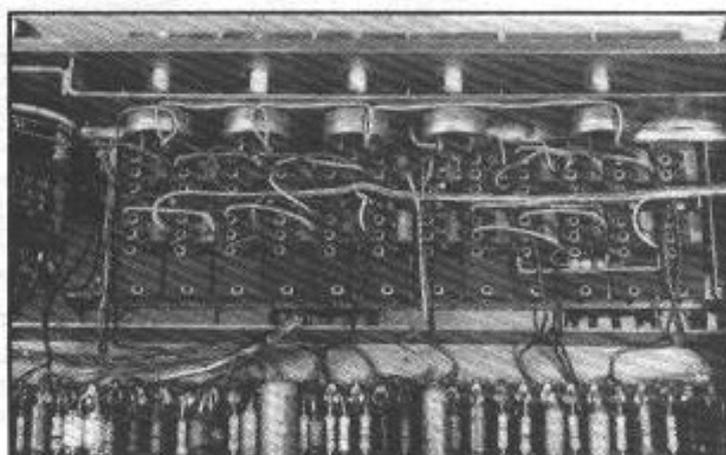
Alimentation.



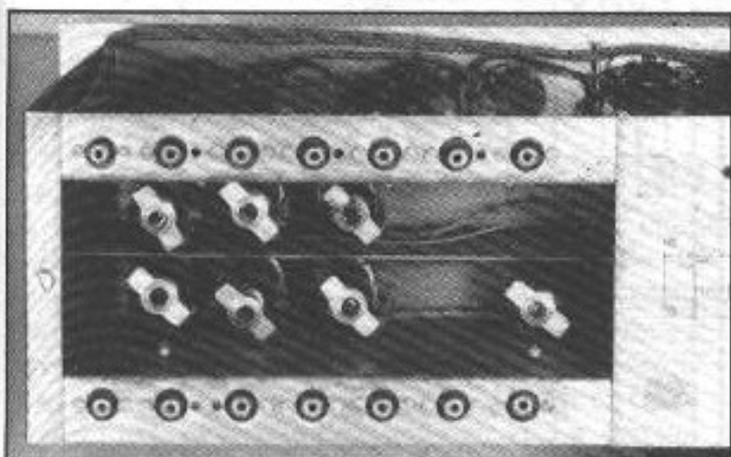
Commande de volume à plots et à résistance calibrée.



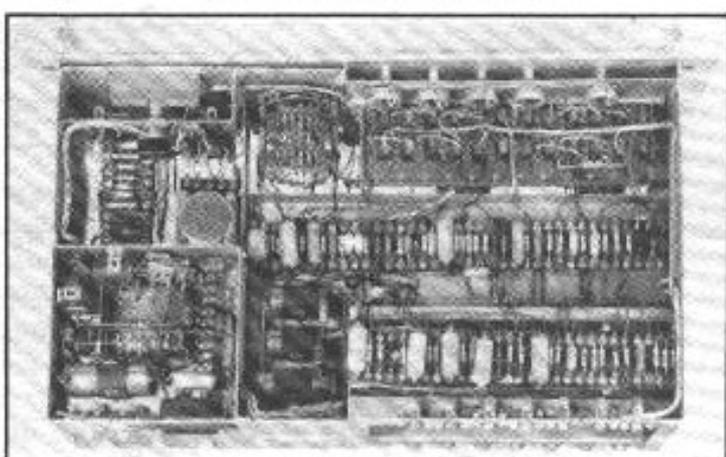
Filterre passe-bas à pente raide.



Détail du clavier à touches.



Vue arrière avec tubes et prise Cinch.



Vue de dessus.

Fig. 5 : Préamplificateur Cabasse « Grand Large ». Une conception idéale au niveau de l'implantation et du câblage.

aux broches 1 et 6. On comprend que cette disposition ne puisse favoriser une implantation symétrique des composants ni garantir des liaisons de longueur identique pour les deux voies, ceci pour les anciens montages sur cosses-relais comme sur ceux, plus récents, réalisés sur circuit imprimé.

A gauche du clavier se trouve la commande de volume. Là aussi, il y avait possibilité

d'adopter soit la solution de luxe (double sélecteur à 24 positions, avec résistances calibrées), soit le classique potentiomètre double à pistes appariées. Dans le cas présent, les photos jointes à cet article feront paraître un double sélecteur de fabrication soignée équipé de résistances à tolérance 1 %.

Au-dessus du clavier se trouve les fonctions classiques de contrôle de balance, de tonalité

grave et aiguë (à axes concentriques) ainsi qu'une autre fonction plus rare, une commande creusant le médium à 2 kHz jusqu'à -12 dB. Extrêmement pratique, cette commande facilite l'adaptation dans des locaux aux caractéristiques acoustiques variées. Une acoustique « claire », renforçant le médium, peut ainsi retrouver un bon équilibre grâce à cette fonction réglable.

Ajoutons que chacune des



entrées est équipée d'un réglage individuel de sensibilité. On peut de la sorte rattraper un déséquilibre provenant d'un canal par rapport à un autre et, ce qui est très pratique, aligner le niveau de sortie quelle que soit l'entrée, ceci pour éviter les retouches incessantes de la commande de volume lors du passage d'une source à une autre. Curieusement, le sélecteur de mode (stéréo, stéréo inversée, mono gauche, mono droite, mono gauche + droite) est absent. A charge de revanche, on trouve un inverseur stéréo-mono, un filtre passe-bas 3 positions à pente raide, un inverseur de canaux et chose plus rare, un inverseur de phase. Ce dernier, qui implique la mise en service d'un tube supplémentaire était utile à une époque où, en réception FM stéréo, une erreur de branchement de la phase d'un micro rendait nécessaire une remise en phase des signaux.

## Châssis et implantation

Le préamplificateur Cabasse Grand Large est une réalisation exemplaire du point de vue châssis et implantation.

Le châssis est tout d'abord divisé en deux parties dans le sens de la hauteur. Le transformateur d'alimentation est logé dans un compartiment blindé situé à l'arrière droite de l'appareil. On dispose de la sorte de deux volumes superposés identiques avec plan de symétrie situé à mi-hauteur, ce qui va permettre de séparer totalement les deux canaux tout en conservant une parfaite symétrie d'implantation. Une cavité, avec séparation centrale dans le sens horizontal permet la mise en place des 7 tubes, sans risque de diaphonie, sans nécessité d'un quelconque démontage, la proximité des tôles formant cette double cavité assurant un blindage efficace. Les 5 entrées et les 2 sorties prennent place en ligne au-dessus

et au-dessous de cette cavité en assurant de ce fait une excellente séparation physique et électrique entre les canaux.

Cette disposition a pour conséquence de former un intérieur de châssis en deux niveaux, en forme d'escalier avec placement à l'horizontale des tubes sur la contre-marche. Le câblage va s'en trouver facilité, vu que Cabasse y ajoute le câblage sur cosses-relais, plus pratique pour le dépannage que le câblage à l'ancienne.

Derrière la face avant, la séparation centrale disparaît pour assurer le placement de l'imposant bloc à touches et de celui des commandes de tonalité et de volume, toutes deux à plots et à résistances calibrées. La présence des blindages et l'élimination des risques de diaphonie permet ainsi à Cabasse de s'affranchir en presque totalité des liaisons par fils blindés, ce qui est avantageux. La figure 5 regroupe les différentes photos de ce châssis à la fois unique et idéal du point de vue implantation.

## Le circuit

Dans chaque voie, il est fait usage de trois tubes ECC83/12AX7 soit six triodes. Un septième tube est consacré à la fonction phase 0°/phase 180° sur le dernier étage de la voie droite.

La section phono est composée de deux triodes, soit un tube ECC83/12AX7 (par canal), dont les éléments sont montés en cascade, avec couplage RC (100 k $\Omega$ /0,1  $\mu$ F).

La sortie s'effectue sur la plaque du second tube (100 k $\Omega$ /0,1  $\mu$ F également). Les deux cellules découplées soit partiellement, soit complètement apportent ainsi le maximum de gain. Il devient de la sorte possible d'appliquer différents réseaux de contre-réaction globale. Leur sélection s'effectue par l'intermédiaire du clavier qui sélectionne également les entrées. Sur

entrée phono, on dispose de deux modes de correction de gravure, pour les normes RIAA et Decca FFRR. Ces deux corrections sont assurées à 1 dB près. Le gain total des deux étages de la section phono est ajustable (second réseau résistif ajustable en parallèle sur la contre-réaction globale). Le gain maximum est de 40 dB pour cette section. L'impédance d'entrée est au standard 47 k $\Omega$ . La même section s'utilise pour l'entrée micro, avec une contre-réaction linéaire à plus faible taux, ce qui porte la sensibilité d'entrée maximale à 0,5 mV.

L'étage ligne est équipé d'un tube ECC83/12AX7. Les deux sections de ce tube sont reliées par couplage RC parallèle. La première triode est montée avec un circuit à contre-réaction cathodique variable. Le réseau se compose d'une section fixe composée d'une résistance de 1,5 k $\Omega$  avec mise en parallèle d'un petit condensateur de 680 pF (extension de la réponse aux fréquences élevées). La section variable, en série avec le premier réseau se compose d'une résistance fixe, 47 k $\Omega$  avec mise en parallèle sur celle-ci de trois éléments montés en série, soit un condensateur de 50 pF, une résistance de 8 k $\Omega$  et une résistance ajustable de 250 k $\Omega$  (par entrée haut niveau). On pourra ainsi sur chaque canal et sur chaque entrée adapter la sensibilité d'entrée et égaliser les niveaux en sortie. La seconde triode de la section linéaire est montée en charge cathodique. La sortie à basse impédance pourra ainsi se relier aux contrôles de tonalité et aux filtres dans de bonnes conditions.

De nouveau, un tube ECC83/12AX7 est consacré à ces derniers. On trouve en entrée un filtre passe-haut à faible pente, soit 6 dB/oct. entrant en action en-deçà de 50 Hz, dont la mise en service est pratique lorsqu'il se pose des problèmes de rumble,

de ronflement du côté de la table de lecture. Entre la grille et la plaque de la première triode vient s'appliquer le circuit à contre-réaction variable sélective pour les contrôles de tonalité, le tout réalisé selon le montage Baxandall classique ( $\pm 18$  dB à 20 Hz et 20 kHz).

L'étage de sortie est monté en étage abaisseur d'impédance à charge cathodique. Entre les deux étages vient s'appliquer un filtre passe-bas, en actif, avec éléments LRC, ce qui assure une atténuation très rapide ( $-40$  dB en moyenne) au-delà de la coupure choisie, soit 5, 7 ou 10 kHz.

Sur la voie droite, le signal de sortie peut transiter ou non à travers un tube ECC83/12AX7. La première triode sert d'inverseur de phase, la seconde d'adaptateur d'impédance, le tout procurant un gain unitaire sans perte sensible du rapport signal/bruit et sans augmentation audible de la distorsion. Cette fonction était pratique aux débuts de la stéréo compte tenu des erreurs de branchement assez fréquentes des micros. A noter qu'elle aurait pu se faire au niveau du sens de branchement d'une des enceintes et qu'il ne s'agit pas ici d'un inverseur de phase absolue (inversion simultanée de la phase des deux canaux).

Au niveau des filtres se situent également des commandes de volume et de balance. On trouve de plus à cet endroit un filtre creux-médium, centré sur 2 kHz, dont l'atténuateur peut atteindre  $-12$  dB. Cette fonction est très utile lorsque le système fonctionne dans une acoustique claire. Un dosage approprié de l'atténuation du médium permettra, dans la plupart des cas, de retrouver un équilibre tonal correct.

En sortie prennent place également les fonctions de monitoring et d'enregistrement.

A remarquer, au niveau du câblage, que la plupart des liaisons sont réalisées en fils non

blindés, ceci grâce entre autres à l'utilisation d'un transformateur d'alimentation à faible induction parfaitement blindé.

## L'alimentation

Mis à part quelques réalisations exemplaires, les préamplificateurs qui offraient un très bon rapport signal/bruit, un niveau résiduel de ronflement très bas étaient rares. On a pu constater que, de par sa conception, le préamplificateur Cabasse Grand Large a fait l'objet d'une attention toute particulière sur ces critères dont l'importance n'est pas à négliger. Le transformateur d'alimentation n'est pas monté en boîtier séparé. Cette solution simple, utilisée parfois sur des appareils récents, a pour inconvénient la nécessité d'avoir recours à des câbles et à des connecteurs afin d'acheminer jusqu'aux circuits du châssis principal les différentes sources d'alimentation. Ici, le transformateur d'alimentation est équipé de 4 enroulements secondaires. Les circuits filaments sont séparés pour chaque canal, portés à un potentiel positif par rapport à la masse (50 V environ) et assortis d'un potentiomètre d'équilibrage dont le réglage permet d'atteindre le résidu de ronflement le plus faible.

L'enroulement de haute tension est commun. Il est suivi d'un circuit doubleur de tension avec diode au silicium et condensateurs de 50  $\mu$ F. Cabasse n'utilise pas de filtrage LC en pi, ceci par crainte, parfaitement justifiée, d'un rayonnement de la self de filtrage sur les circuits.

L'ensemble des circuits (Revue du Son, septembre 1963) est représenté sur la figure 6.

N'oublions pas d'ajouter que plusieurs montages Cabasse à tubes ont été réalisés en collaboration avec Pierre Loyez, concepteur de réalisations célèbres telles que le « Grand Amateur »

et le déphaseur Loyez dont il a été fait usage dans les amplificateurs Cabasse.

Comme on le voit, ce préamplificateur est d'un niveau tout à fait comparable à celui des meilleures réalisations américaines ou anglaises parues à l'époque. Sur le plan des mesures, le Grand Large couvrait les 10 Hz-100 kHz au dB près sur les entrées haut niveau. Le taux de distorsion par harmoniques se situait dans la fourchette des 0,1 à 0,2 % dans la bande audio et passait à des valeurs inférieures, difficiles à établir car masquées par le bruit résiduel dans des conditions normales d'utilisation.

A l'écoute, le Grand Large Cabasse mérite parfaitement d'avoir été baptisé ainsi. Trente ans plus tard, nous avons été agréablement surpris de constater qu'il fonctionnait parfaitement et capable, malgré le vieillissement certain de ses composants d'assurer une qualité d'écoute parfaite. Il procure une écoute de type « monitoring », neutre, aux graves profonds et articulés, nous remettant en mémoire de splendides écoutes au Festival de Son en association avec les fabuleuses enceintes d'encoignure « Escadre », à une époque où les bons disques stéréophoniques étaient difficiles à trouver. Cette expérience démontre que les productions Cabasse de l'époque étaient d'une fiabilité exceptionnelle, défiaient les modes, les esthétiques attirantes au profil d'une réelle qualité aboutissant obligatoirement à des prix conséquents, mais parfaitement justifiés. Il est à parier que ces ensembles Cabasse du début des années 60, remis en état (c'est le cas de certaines séries de haut-parleurs sont la suspension en mousse synthétique ne résistait que quelques années malgré une garantie à vie) seraient capables de donner entière satisfaction sur les sources numériques actuelles.

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

# UN AMPLIFICATEUR A SYMETRIE TOTALE

Pierre Johannet

**L**

*es théories d'Héphaïstos se sont montrées particulièrement efficaces dans la mise au point et la conception d'amplificateurs à transistors enfin délivrés de leur péché originel : la distorsion thermique, et pouvant se mesurer sans complexes aux réalisations à tubes.*

*Lors d'un précédent article [1] nous avons montré comment l'application des principes d'Héphaïstos à un montage bien connu de nos lecteurs, le 50 W classe A, pouvait conduire à des résultats sonores extrêmement convaincants.*

*Nous allons proposer maintenant l'étude d'un amplificateur directement conçu à partir de ces principes : un amplificateur symétrique dont l'étage de puissance sera alimenté sur batteries.*

## La distorsion thermique : rappels

L'action pernicieuse de la distorsion thermique, telle qu'elle a été démontée (et démontrée) par Héphaïstos, peut se résumer de la façon suivante :

- Les semiconducteurs en général et les transistors en particulier induisent une composante pseudo-continue à basse fréquence dans les montages qui les emploient, sous forme de tension d'offset.

- Cette tension dépend de la structure du semi-conducteur, elle est grossièrement proportionnelle à la puissance thermique dégagée au niveau du composant : la fréquence du phénomène en cause correspond tout à fait aux constantes de temps thermiques des semiconducteurs.

- Cette tension va modifier en permanence le point de fonction-

nement du montage, au rythme des appels de courant correspondant au signal musical.

- La contre-réaction va aggraver le phénomène en réinjectant cette tension d'offset pseudo-continue à l'entrée du montage.

- Le déplacement du point de fonctionnement sur la caractéristique entrée/sortie de l'amplificateur va modifier le spectre de distorsion au rythme du signal, ce à quoi l'oreille est particulièrement (et désagréablement) sensible.

- Les variations des tensions d'alimentation, qui dépendent également du niveau du signal, vont agir de manière similaire.

Les tubes sont évidemment exempts de distorsion thermique, la dissipation plaque n'en modifiant pas les caractéristiques : le milieu intérieur (le vide) présente une capacité thermique tout à fait négligeable... La dif-

férence de sonorité reconnue entre les tubes à chauffage direct et les tubes à chauffage indirect ne pourrait-elle pas cependant être expliquée par une certaine forme de distorsion thermique au niveau de la cathode ? Affaire à suivre...

## La lutte contre la distorsion thermique

Si l'on renonce à la voie de la facilité qui passe par l'utilisation du tube, la lutte contre la distorsion thermique se résume aux points suivants :

- choix de transistors à faible distorsion thermique, comme le 2SK 30 AGR, reconnus pour leur musicalité ;

- utilisation de montages minimisant la distorsion thermique, comme le montage cascode ;

- fonctionnement en classe A, particulièrement pour les étages

de sortie fortement sollicités ;

- utilisation d'alimentations stabilisées, les chutes de tension transitoires agissant de la même manière.

Il convient d'ajouter à ces éléments les recommandations classiques :

- faible taux de distorsion en boucle ouverte ;
- contre-réaction ne réinjectant pas l'offset à l'entrée de l'amplificateur, comme nous l'avons vu dans l'article précédent ;
- montage de type inverseur pour la contre-réaction.

## Offset et contre-réaction

En supposant que notre montage ait été optimisé pour réduire les causes d'offset (distorsion thermique et fluctuation des alimentations), il faut encore que la contre-réaction ne réinjecte pas cet offset résiduel au niveau du premier étage. Pour couper du courant continu en laissant passer l'alternatif dans un circuit, il n'y a que deux solutions en toute rigueur : la capacité série ou l'inductance parallèle (fig. 1).

## Un amplificateur symétrique

Pour lutter contre l'offset de sortie (et sa réinjection catastrophique par la contre-réaction), une solution consiste à utiliser pour notre amplificateur une structure totalement symétrique.

En effet, dans une telle configuration, si on admet (ce qui est vérifié en pratique) que les offsets de sortie varient dans le même sens pour les deux amplificateurs, la charge ne verra que leur différence et se trouvera moins perturbée.

Le schéma de principe du montage est donné figure 2.

Il ne faut pas confondre ce schéma avec les amplificateurs également dits « en pont », souvent réalisés à partir de circuits intégrés de puissance et fréquem-

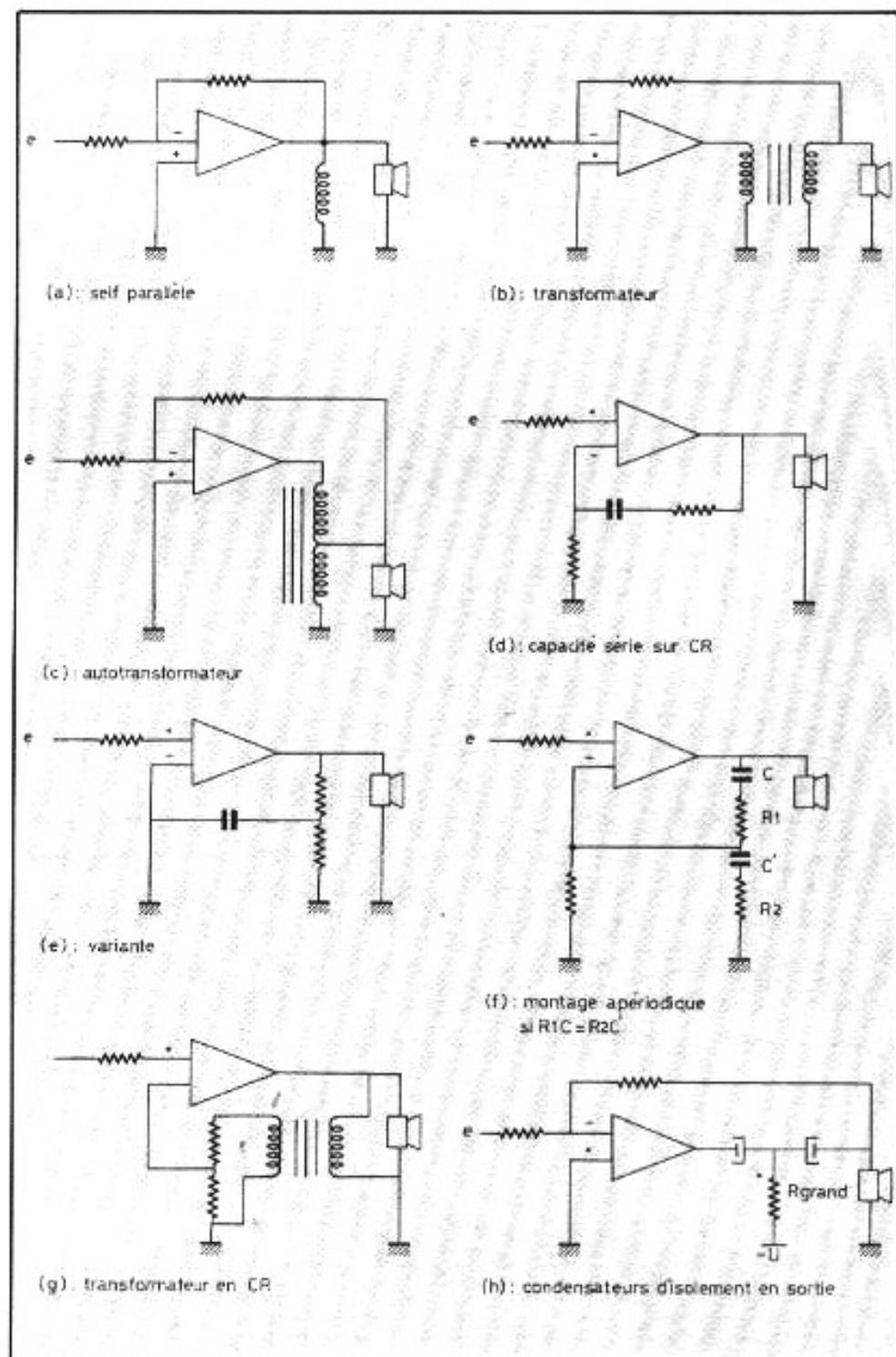


Fig. 1 : Comment ne pas réinjecter l'offset de sortie par la contre-réaction.

ment utilisés en sonorisation automobile : la structure envisagée ici est beaucoup plus proche des amplis à lampes (push-pull parallèle), où l'importance particulière du déphaseur a souvent été soulignée par Jean Hiraga.

Les schémas à transistors utilisant cette structure sont assez rares, nous indiquons figure 3 une réalisation due à R. Duge-

haut [2] utilisant l'ampli-op Signetics 515 à sorties symétriques.

Ce schéma permettrait d'obtenir 10 W sur 4 Ω avec une tension de 12 V ; ce montage semble difficile à reproduire actuellement, par suite de la disparition de ce type d'ampli op à sorties symétriques, qui ne semblait pourtant pas dépourvu d'intérêt.

## Schéma proposé

Nous utilisons une grande partie de la structure du 50 W classe A, où le deuxième étage différentiel constitue un déphaseur quasi-parfait, proche de celui utilisé par Jean Hiraga dans ses réalisations JH 30 à 80.

Le schéma proposé est donné fig. 4 :

- Le premier étage est constitué d'un différentiel à 2SK 30 AGR, alimenté par une source de courant également à base de 2SK 30 AGR.
- Le deuxième étage est réalisé avec un différentiel cascode utilisant quatre 2SA 1316 A, faisant office de déphaseur, les tensions de sortie symétriques étant disponibles aux bornes des résistances de 3,9 k $\Omega$ /1 W.
- Chaque sortie alimente un suiveur cascode (2SA 1316 A + 2SK 30 AGR en source de courant) servant également à fixer le courant de repos dans chaque branche du pont.

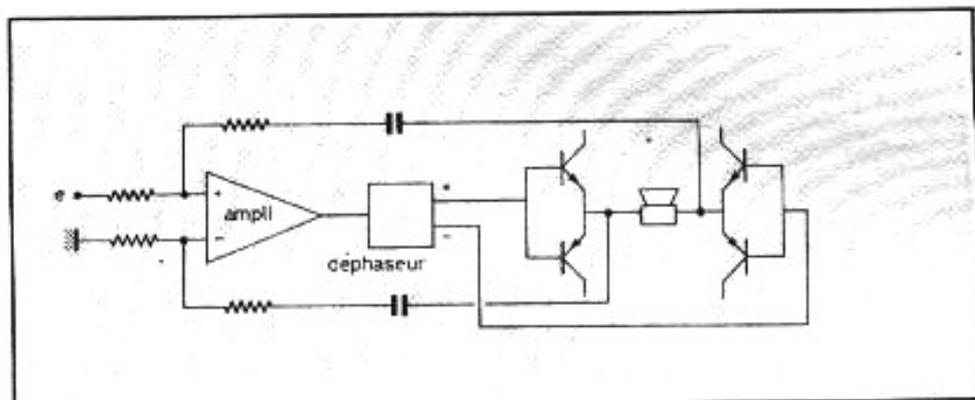


Fig. 2 : Ampli symétrique différentiel en pont ou en H.

- Chaque branche du H est constituée d'une paire complémentaire de darlington réalisés en élément discrets, à partir d'une paire driver TP 9634 et une paire puissance TP 2788, avec résistances d'émetteur de 0,39  $\Omega$  5 W.

Chaque contre-réaction est ramenée de la sortie à l'entrée de signe opposé par un pont diviseur 412 k $\Omega$ /23,2 k $\Omega$  (1 %).

La protection contre l'offset de sortie a été réalisé sur chaque entrée en mettant en série une

capacité de 1  $\mu$ F avec les 412 k $\Omega$ , capacité réalisée par la mise en parallèle de deux Shizuki de 0,47  $\mu$ F plus une capacité mica de 47 pF, shuntées par une résistance de 2,2 M $\Omega$  destiné à assurer une faible contre-réaction en continu.

L'entrée se fait sur une capacité de 11,3  $\mu$ F (8  $\mu$ F polypropylène SCR + 4,7  $\mu$ F polyester).

## Compensation en fréquence

Chaque sortie est raccordée à un réseau de Boucherot constitué de 15  $\Omega$  et 33 nF en série. Une des résistances de 3,9 k $\Omega$  est shuntée par 220 pF. La compensation en fréquence est assurée par 220  $\Omega$  en série avec une capacité ajustable de 68 pF permettant d'optimiser la réponse en signaux carrés du déphaseur, comme nous le verrons par la suite.

## Remarques générales

On notera bien sûr le caractère totalement symétrique du schéma si l'on excepte la compensation en fréquence. On remarquera également l'absence de conducteur de masse pour la charge, la masse étant une masse «virtuelle» au milieu de la charge.

## Alimentation

- Pour la partie tension, on utilise une alimentation régulée à

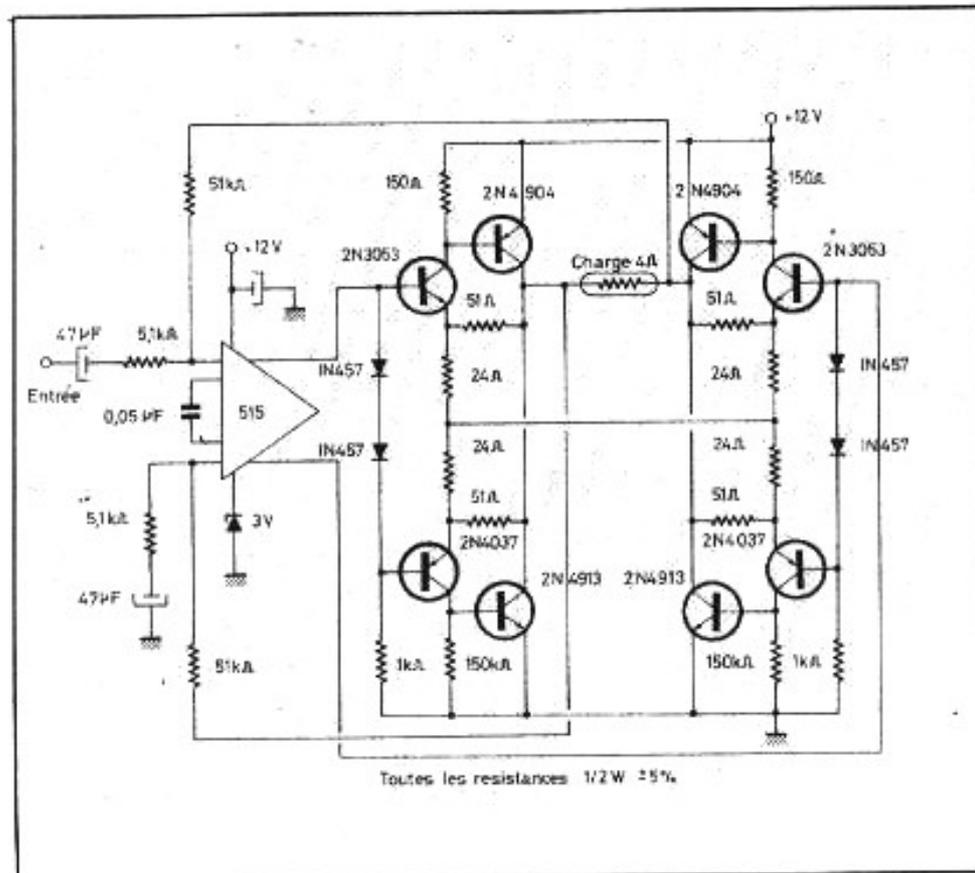


Fig. 3 : Ampli symétrique dû à R. Dugehault utilisant un ampli-op 515 (Signetics) à sorties symétriques.

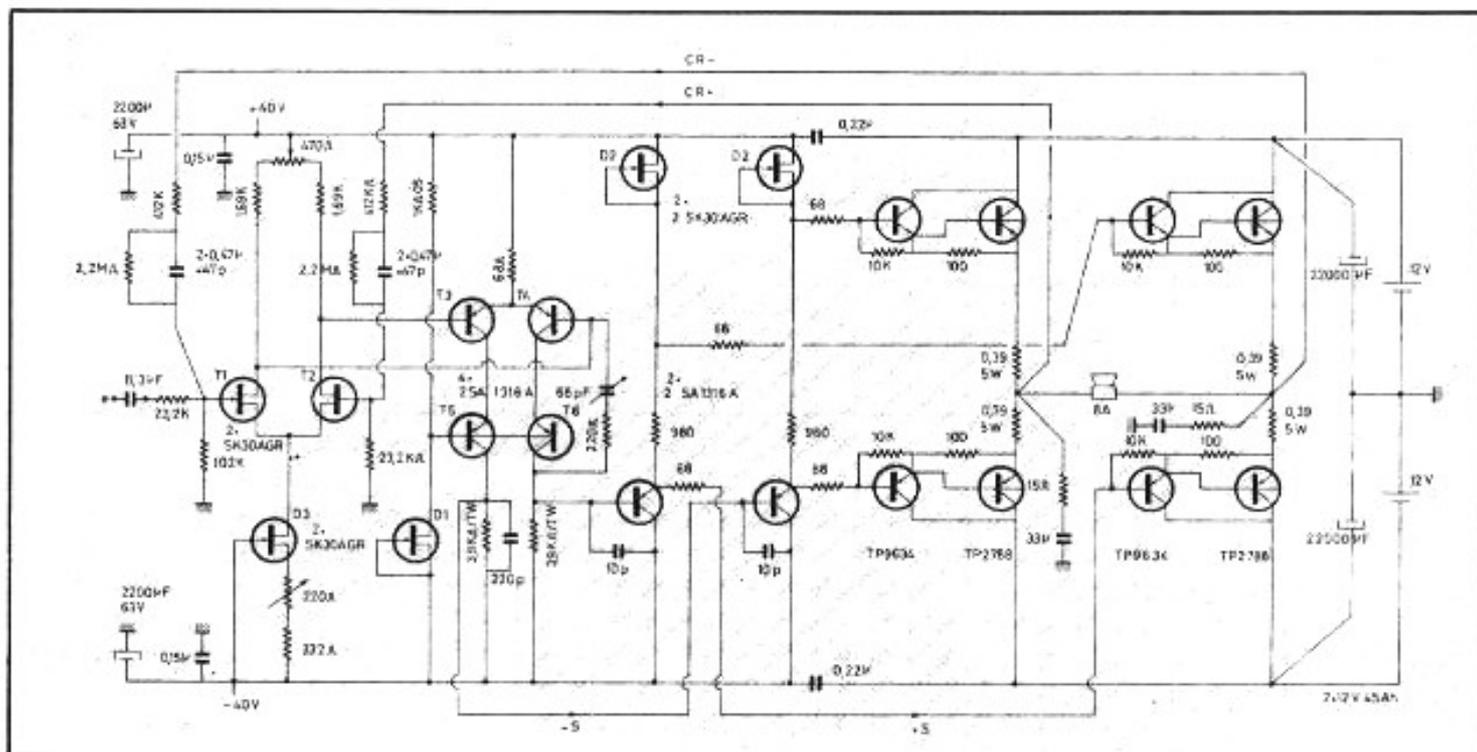


Fig. 4 : Schéma de l'amplificateur symétrique différentiel en pont (push-pull parallèle en masse virtuelle).

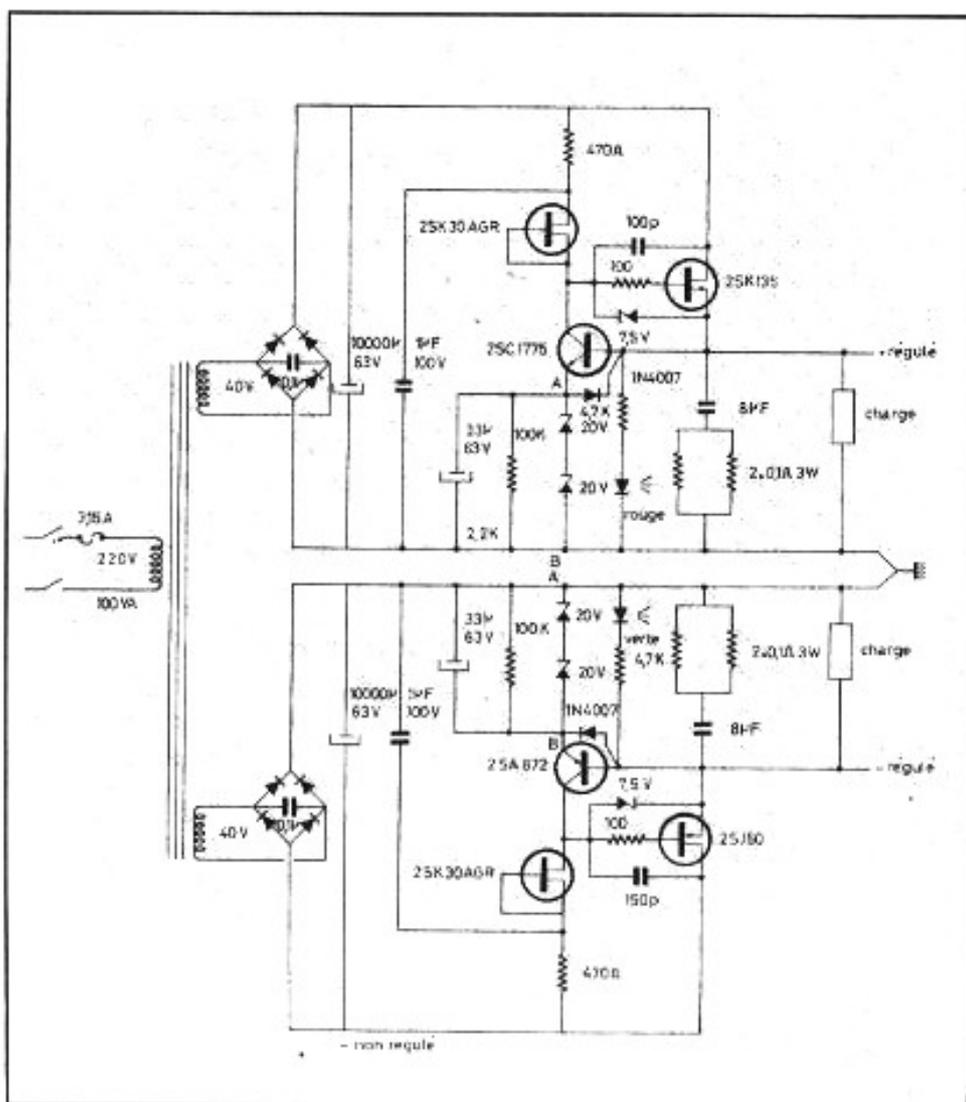


Fig. 5 : Schéma général de l'alimentation régulée  $\pm 40$  V.

Mosfet,  $\pm 40$  V, dont le schéma est donné fig. 5.

Si l'on souhaite une alimentation ajustable en tension de sortie, on pourra remplacer le dipôle AB par l'ensemble de la fig. 6 utilisant la zéner ajustable TL 431 (ou  $\mu A$  431).

L'ensemble du montage peut être câblé facilement sur circuit à trous ou sur circuit Hayato, les transistors Mosfets 2SK 135 et 2SJ 50 étant installés sur radiateurs avec mica et graisse thermoconductrice.

Une précaution à prendre pour le bon usage des Mosfets : la capacité (100 ou 150 pF), la résistance de 100  $\Omega$  et la zéner de 7,5 V devront être soudées en l'air au plus près des pattes des Mosfets.

Cette alimentation peut fournir jusqu'à 4 ampères. Si l'on désire une intensité plus élevée, il est possible de doubler les Mosfets, comme nous le verrons dans le chargeur de batteries proposé.

- Pour la partie puissance, on utilise deux batteries de type automobile de 40 Ah, 12 V. Cette tension somme toute faible de  $2 \times 12$  V permet d'atteindre la puissance relativement élevée de

35 watts, avec une qualité incomparable... A titre indicatif, pour un montage en pont, la puissance disponible est donnée par la relation

$$P = \frac{2 V^2}{Z}$$

Pour  $Z = 8 \Omega$  et  $V = 12 V$ , on obtient  $P = 36$  watts. (Remarquons qu'en passant à 2 fois 2 batteries de 12 V, on peut obtenir  $P = 144$  watts, mais cette puissance nécessiterait une adaptation de l'étage de sortie...)

## Recharge des batteries

Les batteries au plomb présentent le gros intérêt d'avoir une impédance interne très faible (de l'ordre du milliohm) et peuvent être chargées en permanence et sans inconvénient pendant

qu'elles alimentent l'amplificateur.

Pour pouvoir assurer une charge complètement automatique de ces batteries, nous utilisons une alimentation à deux Mosfets, régulée en tension et limitée en courant (fig. 7).

La tension de charge des batteries à vide ne devant pas dépasser 2,3 V par élément sous peine d'électrolyse, la tension de sortie du chargeur à vide devra être de 27,6 V que l'on ajustera soigneusement par la résistance variable de 10 k $\Omega$ . La zener de 3,9 V limite le courant débité à 2,2 A environ.

Les Mosfets devront être installés avec mica et graisse sur radiateur de 1° C/watt, à moins d'un centimètre l'un de l'autre, la capacité de 100 pF, les résis-

tances de 100  $\Omega$  et la zener de 3,9 V étant soudées directement sur les pattes. Le circuit driver peut être réalisé sans difficulté sur circuit Hayato disponible à la Maison de L'Audiophile.

## Performances des alimentations à Mosfets

Elles sont très satisfaisantes :

- niveau de bruit inférieur à 100 microvolts, meilleur encore en ayant recours à des zénères à faible bruit ;
- impédance de sortie statique de quelques milliohms ;
- impédance de sortie dynamique inférieure à 7 milliohms (cf. fig. 8 et 9).

Les transitoires observés sont dus aux arcs, la charge de 1,5 A étant raccordée par mise en contact brusque de la charge à l'alimentation.

## Interconnexion des sous-ensembles et masses

Le schéma de principe en est donné fig. 10. On voit que l'on n'a qu'un conducteur central de masse au point commun des batteries, auquel les masses sont raccordées en étoile.

Les détails de réalisation feront l'objet d'un prochain article.

Pour la réalisation du prototype, les circuits « tension » ont été faits à l'aide du circuit imprimé du 50 W, disponible à la Maison de L'Audiophile, où le deuxième suiveur cascade constitué du 2SA 1316 A + 2SK 30 AGR a été implanté « en volant » dans les parties isolantes de l'extrémité du circuit, non utilisée dans la présente version.

Les darlington de sortie ont été réalisés en soudant les transistors (drivers et puissance) pattes à pattes, avec les résistances associées, comme représenté fig. 11.

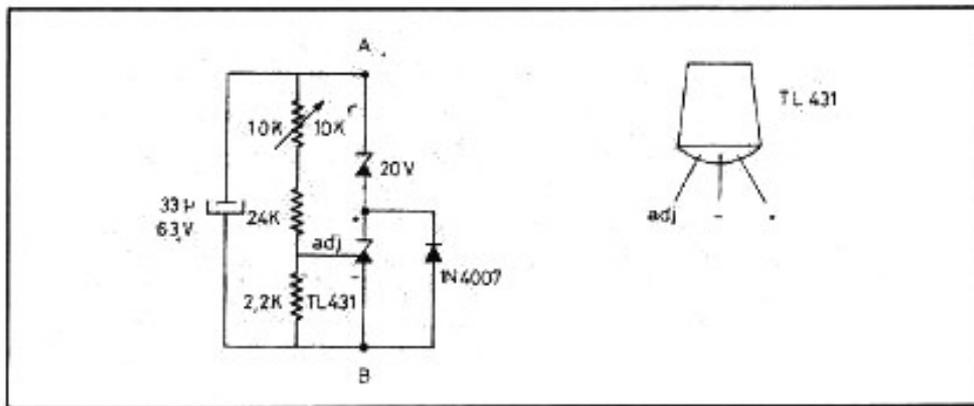


Fig. 6 : Possibilité d'ajustage de la tension de sortie.

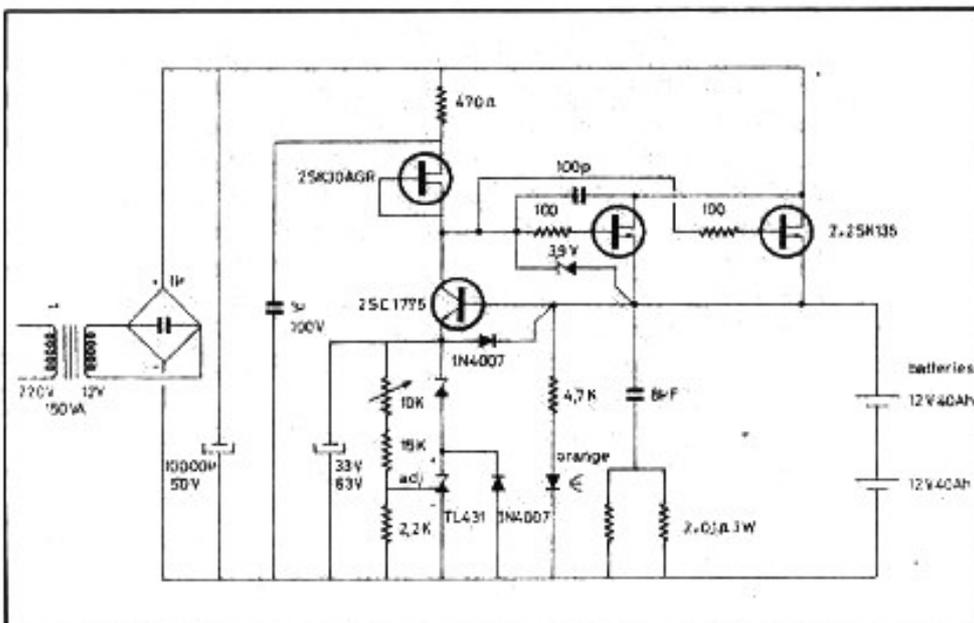
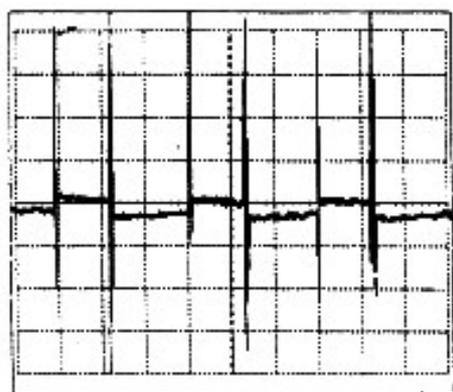
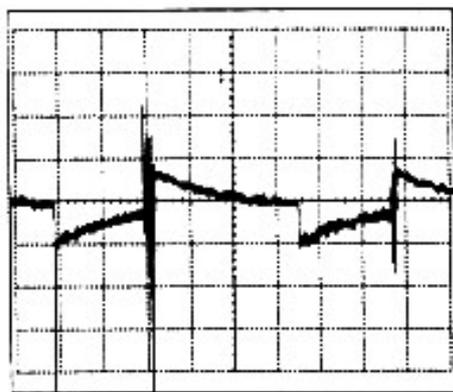


Fig. 7 : Chargeur automatique pour les batteries ; on utilise deux Mosfets en parallèle.



CH1 : 10,0mV 150ns

Fig. 8 : Réponse transitoire de l'alimentation lorsque le courant passe de 0 à 1,5 A (branche négative).



CH1 : 10,0mV 150ns

Fig. 9 : Réponse transitoire de l'alimentation lorsque le courant passe de 0 à 1,5 A (branche positive).

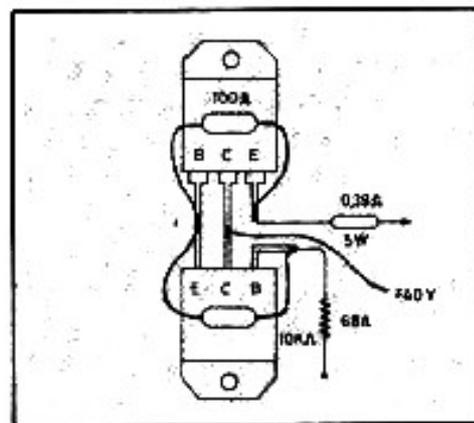


Fig. 11 : Réalisation des darlington, à partir des drivers (paire TP9634) et des transistors de puissance (paire TP2788).

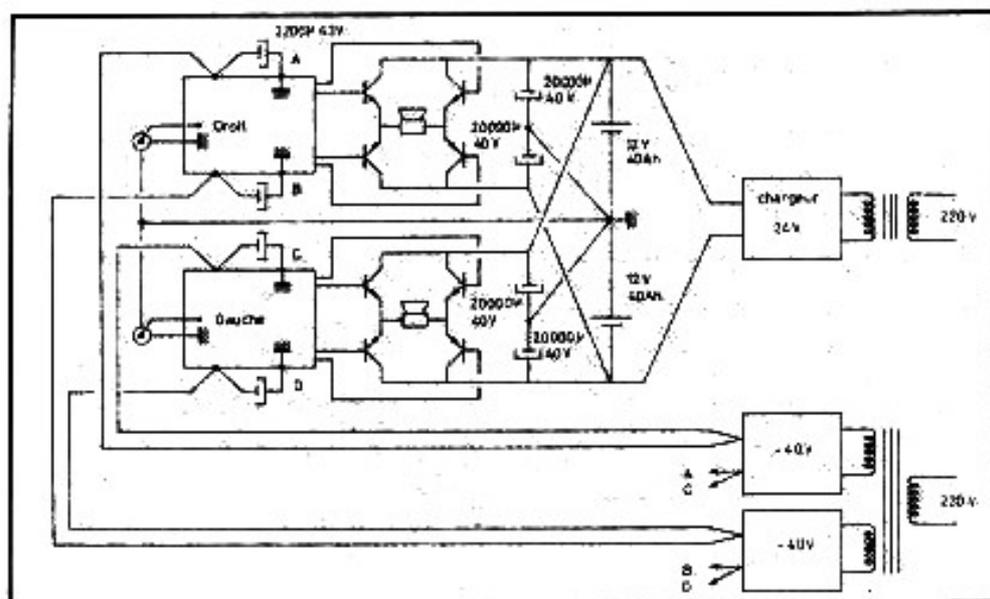


Fig. 10 : Interconnexion des sous-ensembles, alimentations et masses.

## Résultats subjectifs

Comme pour les essais précédents, les différentes écoutes ont été faites sur les systèmes suivants :

- Enceintes BW DM 14 avec câbles Cabasse, pour dégrossir l'analyse.
- Système moyen de 2 × 100 litres à 4 voies :
  - tweeter Technics SHH 10
  - médium à dôme titane Visaton DSM 38 FFL
  - haut médium-grave Davis 20 KI.V 8
  - caisson d'extrême-grave avec Davis 20 KI.V 8.

Les enceintes sont du type bass reflex à double résonateur ; filtrage à 2 000 Hz à 12 dB/

octave ; tricâblage Isoda avec filtres LRC (cf. réf. 3).

Compacts utilisés : ceux donnés dans la référence (3) avec filtre CD type Maison de L'Audio-ophile.

En fait, à partir d'un certain niveau de qualité, il devient nécessaire d'utiliser des sources plus directes, en l'occurrence les voix des commentateurs en direct sur France Musique.

Deux séries d'écoutes ont été effectuées, l'une en liaison directe en entrée et sur les CR, l'autre avec capacités sur les CR (et condensateurs correspondants sur les entrées).

• Écoutes en liaison directe : les résultats sont tout de suite très bons, la comparaison instantanée

entre un 300 B et l'amplificateur est très difficile, notamment dans la zone médium et haut-médium ; un léger avantage reste cependant au 300 B. La grave reste celui d'un très bon amplificateur à transistors.

• Écoutes avec une capacité de 1 µF dans les deux boucles de CR et une capacité d'entrée de 11,3 µF (comme précédemment) : les résultats passent de très bons à exceptionnels, surtout au niveau du grave et de la puissance subjective qui donne une impression de liberté sans limites ; on semble très loin de la puissance réelle qui n'est que de 36 watts (lorsque la tension batteries est de 2 × 13 volts...)

Qu'en est-il par rapport à l'amplificateur Héphaïstos ? La musicalité globale est proche ; on évoque aussi irrésistiblement le 300 B en l'écoutant. Les différences résident surtout au niveau de la précision d'analyse et du positionnement en trois dimensions, caractéristique de l'ampli Héphaïstos qui demeurent extraordinaires pour toute personne ayant eu la chance de l'écouter.

L'analyse de la zone grave et extrême-grave est un peu plus complexe. Lors de l'écoute de l'amplificateur Héphaïstos, sur gros systèmes type Onken, avait été ressentie une très légère diminution subjective de ce registre, d'ailleurs difficile à définir...

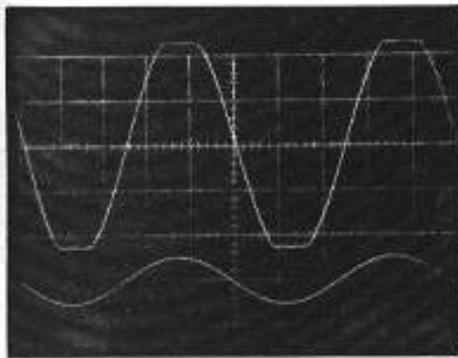


Fig. 12 : Boucle ouverte à 1 kHz.  $V_e = 0,017 V$  (50 mV/c)  $V_s = 17,54 V_{eff}$  (10 V/c).

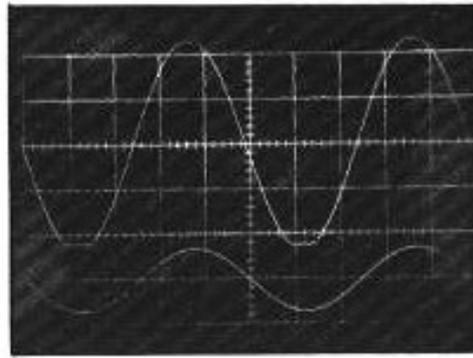


Fig. 13 : Boucle fermée à 1 kHz.  $V_e = 1,139 V$  (2 V/c)  $V_s = 16,698 V$  (10 V/c)  $W = 34,9 W$  sur  $8 \Omega$ .

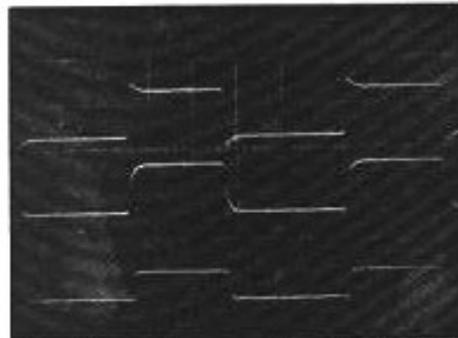


Fig. 14 : Ajustage du circuit déphaseur à 10 kHz.  $V_e = 0,72 V$  (2 V/c)  $V_s = 10 V/c$ .

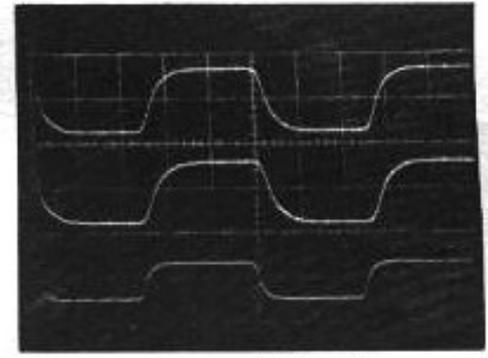


Fig. 15 : Signaux déphasés en sortie à 100 kHz.  $V_e = 0,44 V$  (1 V/c)  $V_s = 5 V/c$ .

Dans ce cas, on pouvait mettre cet effet sur le compte d'un coefficient d'amortissement particulièrement élevé. Or, nous avons retrouvé sensiblement ce même phénomène avec nos montages modifiés, par rapport au grave du 50 W standard, et ce pour un coefficient d'amortissement modéré (25 à 30). Il semble bien que ce soit le gain en propreté ainsi réalisé qui conduise à l'effet ressenti.

L'écoute de CD à niveau de graves important (Sonates en trio de Bach par Marie-Claire Alain, chez Erato) montre que le niveau réel n'est pas diminué, mais que le grave se trouve en fait beaucoup mieux intégré aux autres registres.

## Résultats de mesures

Les résultats subjectifs s'étant avérés (très) satisfaisants, nous pouvons maintenant faire état des résultats de mesures.

Le taux de distorsion est très faible ; on peut l'évaluer à 0,1 % à pleine puissance **en boucle ouverte**. La figure 12 montre d'ailleurs la tension obtenue sur

$8 \Omega$  à l'écrêtage dans ce cas.

En boucle fermée, on obtient à l'écrêtage l'oscillogramme de la fig. 13.

L'optimisation du circuit déphaseur, constitué des deux premiers étages différentiels du 50 watt classe A, s'effectue en agissant sur le condensateur ajustable de 68 pF, en signaux carrés de 10 kHz.

La figure 14 montre que les deux sorties (directe et inversée) peuvent être rendues parfaitement symétriques.

A titre indicatif, la figure 15 confirme la perfection de réglage obtenue avec ce déphaseur en signaux carrés à 100 kHz.

Les autres caractéristiques sont résumées ci-dessous :

— Impédance d'entrée :  $Z_e = 50 k\Omega$ .

— Impédance de sortie :  $Z_s = 0,2 \Omega$ .

— Taux de contre-réaction : 36 dB.

— Bande passante : 0,3 Hz à 150 kHz.

— Bruit : 90 dB.

A noter que cette valeur, satisfaisante, bien que non dans le

peloton de tête des performances, est due à la contre-réaction employée (type amplificateur inverseur). A l'écoute, cet amplificateur s'est avéré cependant le plus silencieux que nous ayons entendu (si l'on peut dire !).

On remarquera le taux de contre-réaction relativement élevé, ce qui prouve bien que si l'on respecte les principes d'Héphaïstos, un taux élevé n'est absolument pas rédhibitoire.

## Conclusion

La voie ouverte par Héphaïstos s'avère décidément tout à fait prometteuse en ce qui concerne le bon usage des transistors dans les amplificateurs de puissance. Nous tiendrons bien sûr nos lecteurs au courant des développements effectués dans ce domaine, et nous serons heureux d'accueillir leurs réflexions et commentaires sur cette question.

Nous donnerons ultérieurement les détails de réalisation et de réglages de cet amplificateur, dans le cadre d'une réalisation personnelle éventuelle.

## Bibliographie

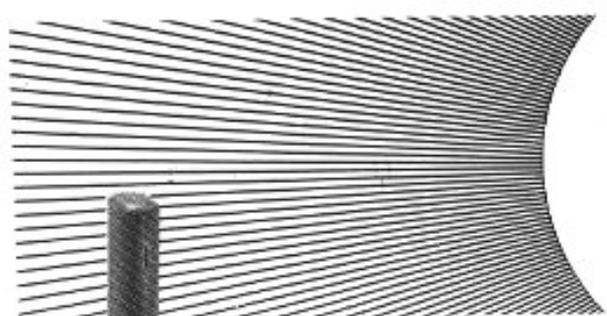
[1] P. Johannet - Héphaïstos : «La mort du tube ! A la poursuite du 300 B (suite)» - *L'Audiophile* n° 18, décembre 1991.

[2] R. Dugehault : «Applications pratiques de l'amplificateur opérationnel» - *ETSF*.

[3] P. Johannet : «A la poursuite du 300B, ou de l'intérêt des liaisons inductives avec les haut-parleurs », *L'Audiophile* n° 16, juin 1991.

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**



# QU



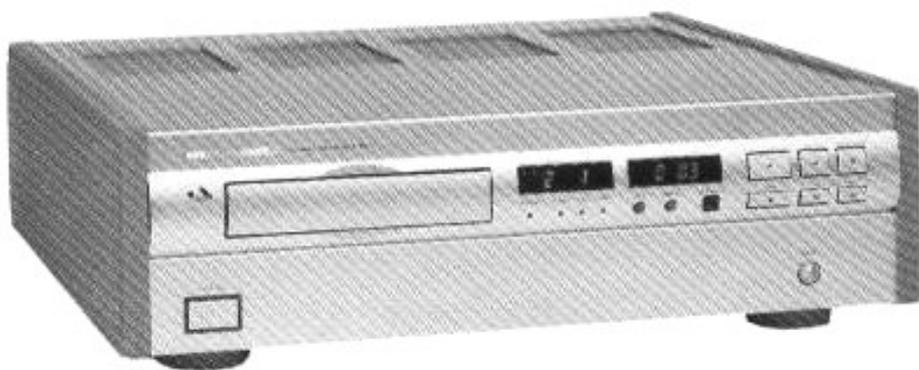
## Onkyo BI:M

*Cette chaîne est révolutionnaire ! Elle peut vous suivre dans chacune des pièces de votre appartement ou de votre maison sans câble de liaison. En effet, l'unité de commande RU-D1 dispose d'une platine-cassette, d'un lecteur CD et de toutes les commandes indispensables. Les informations sont transmises par infra-rouges soit à un tuner amplificateur TU-D1, soit à des enceintes actives par l'intermédiaire d'un capteur. Ainsi il suffit d'installer dans les différentes pièces ces enceintes actives dont l'une est munie d'une section de réception FM pour avoir la musique partout chez soi. Grâce à la transmission des informations de modulation en numérique via le procédé infra-rouge, il n'y a pas de perte de qualité sonore, ni de limitation de bande passante, ni de capacité dynamique. La qualité de restitution obtenue est*

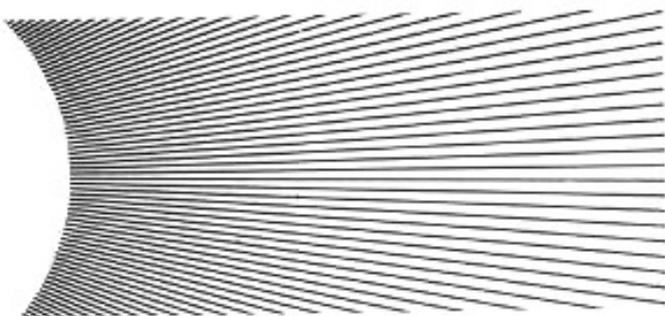
*même étonnante, la transcription est limpide, agréable. On dispose de plus de diverses possibilités de correction pour s'adapter aux genres musicaux les plus variés. L'autonomie est assurée par une batterie rechargeable. Le chargeur bien pensé se présente sous la forme d'un socle pour l'unité de commande TU-D1. La section lecteur CD est équipée de la dernière génération des convertisseurs numérique/analogique de type « 1 bit » 4 fois suréchantillonné. La mécanique est robuste et totalement insensible aux déplacements rapides. La platine-cassette, de type auto-reverse, aussi bien en lecture qu'en enregistrement, est équipée des systèmes Dolby B, C et HX. Les copies obtenues sont de haute qualité sans souffle parasite et avec absence de distorsions sur les pointes de modulation. L'ensemble Onkyo BI:M ouvre de nouvelles possibilités dans l'organisation de sa chaîne hi-fi en se libérant totalement des câbles de modulation. Cette chaîne préfigure certainement une nouvelle manière de concevoir les maillons haute-fidélité en les rendant aisément transportables et sans fil à la patte, un bel exploit technologique.*

## Marantz CD11 MKII

*Ce lecteur CD marque une étape importante dans la technologie de conversion « 1 bit ». Il dispose en effet d'un circuit haute intégration qui améliore considérablement les performances en matière de définition, de linéarité, de rapport signal/bruit. Ce circuit, de référence TDA 1547, regroupe en fait quatre convertisseurs distincts pour pouvoir traiter l'information en mode différentiel. Mais les originalités de ce lecteur ne s'arrêtent pas à ce circuit. Il dispose en effet d'une section mécanique de type CD ROM entièrement découplée par des suspensions du châssis principal formant le bâti et pesant à lui tout seul près de 17 kg. En plus des quatre pieds amortisseurs un pied central de très grand diamètre assure un bon découplage mécanique mais surtout un seul et unique point d'évacuation des vibrations parasites. A l'écoute, ce lecteur se caractérise par un côté « chantant », dû à une capacité dynamique extraordinaire et à une limpidité retrouvée sur les petits signaux. La conjugaison de l'ensemble de ces paramètres subjectifs procure un suivi rythmique beaucoup plus facile avec un sens de la mélodie que l'on ne trouve que sur les bonnes tables analogiques.*



# ID



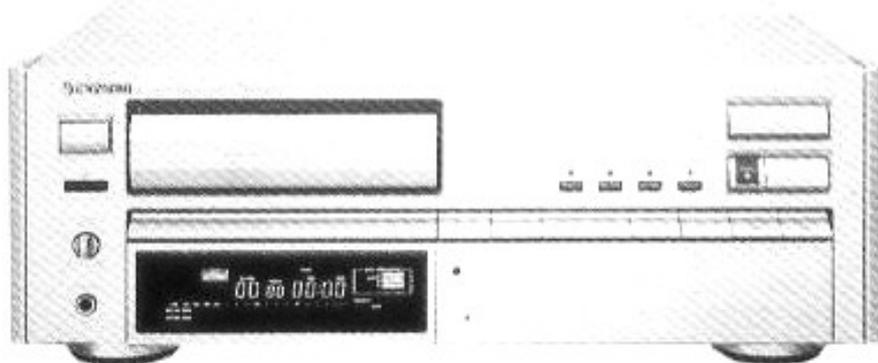
## Kenwood UD-90

*Cette mini-chaîne nous a particulièrement impressionnés par son écoute. Elle est digne d'ensembles beaucoup plus onéreux grâce à un excellent pouvoir de définition mais surtout une très belle transcription des timbres dont la texture reste toujours plausible. Elle dispose de très nombreuses possibilités d'exploitation aussi bien pour les sources actuelles que pour celles des différents dispositifs d'ambiance avec ses circuits Dolby Surround Pro-Logic incorporés. Parmi les nombreuses fonctions, on peut aussi transformer cette mini-chaîne en amplificateur pour karaoke, vous pourrez ainsi chanter sur vos airs favoris. Les enceintes sont d'ailleurs prévues pour ce style de diffusion ainsi que pour répondre à la demande des divers circuits DSP. Afin de ne pas trop compliquer son exploitation cette mini-chaîne est équipée d'un véritable centre de gestion qui facilite son utilisation. On peut compléter le système par un subwoofer optionnel télécommandable à distance.*

*Ce subwoofer est auto-amplifié avec des circuits spécifiques de correction pour augmenter le niveau dans l'extrême-grave. Sa forme en escargot permet une intégration dans tous les décors, il est aussi équipé d'une lampe intégrée qui peut assurer un éclairage très doux. A l'écoute, cette mini-chaîne se caractérise par sa grande richesse de timbres. On peut jouer sur les autres paramètres pour corriger la courbe grâce à l'égaliseur intégré, selon ses goûts ou les genre musicaux. Le processeur d'ambiance numérique permet aussi d'obtenir différents environnements d'acoustiques de grandes salles de concert. Les effets sont garantis, le résultat sonore ne perd pas de sa définition mais reste toujours intelligible même à fort niveau.*

## Pioneer RPD 1000

*Il ne s'agit pas d'un lecteur CD ordinaire. En effet, le RPD 1000 offre la possibilité d'effectuer des enregistrements numériques sur disques CD de support spécifique. Ce disque de 12 ou 8 cm est enregistrable une fois. Cependant, le disque peut être enregistré en plusieurs étapes en cas d'erreur. On dispose ainsi de 74 mn d'enregistrement avec une quantification de 16 bits et une fréquence d'échantillonnage de 44,1 kHz. Il peut donc enregistrer directement toutes les sources audio. L'enregistrement final effectué par le RPD 1000 est compatible avec tous les lecteurs CD traditionnels. On peut aussi enregistrer directement en numérique à partir d'un lecteur CD muni d'une sortie de ce type, d'un enregistreur DAT ou d'un futur tuner numérique. Sur le plan mécanique, la diode de faisceau laser est commutée en puissance selon le mode enregistrement ou lecture. Ce système CD-R (Recording) est décrit dans le livre orange qui est le standard de Philips/Sony. Il est aussi compatible avec les spécifications du livre rouge. Ce lecteur/enregistreur ouvre de très nombreuses possibilités d'exploitation aussi bien dans le domaine « audiophile » que professionnel pour réaliser des maquettes.*



**Page non  
disponible**

# 18

## MARQUES AU SOMMET DE LA TECHNOLOGIE

# E

*n avant-première à Hi-Fi 92,  
nous vous proposons cette sélection originale  
de « produits-phares ».*

*Ce thème nous a séduits*

*car de tels produits sont pleinement représentatifs  
de l'originalité, voire de la philosophie, des marques.*

*Ils sont aussi des indicateurs privilégiés  
des axes de développement majeurs  
de ce vaste domaine que constitue désormais l'audio.*

*Certes la contribution de la technologie,  
par la multitude des moyens nouveaux  
qu'elle apporte, est essentielle.*

*Il serait cependant bien illusoire  
de croire qu'elle se suffit à elle-même.*

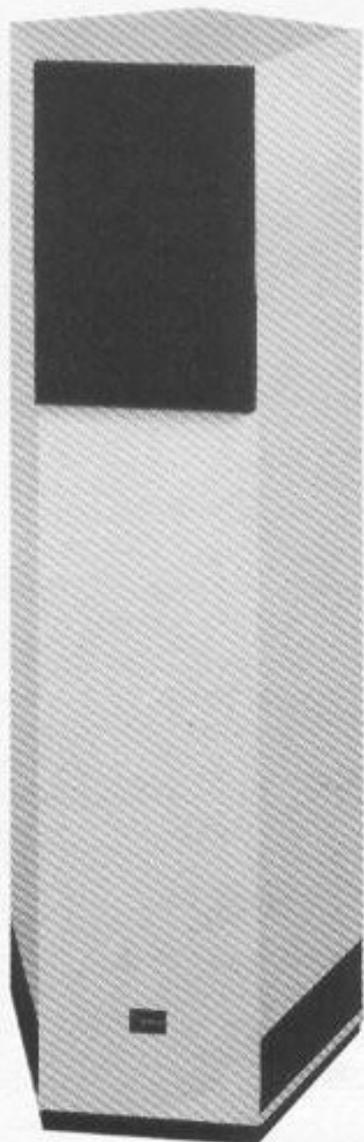
*Chaque marque a son identité  
et une approche toute personnelle  
de la définition des critères dominants de la reproduction sonore.*

*Ce panorama le révèle très clairement.*

*De plus, au-delà des seules exigences techniques,  
le design, le confort et la commodité d'utilisation sont des éléments  
qui sont intégrés à part entière dans tout nouveau développement.*

*Nul doute que l'audio, par le dynamisme et la créativité  
dont ce secteur fait preuve, n'a pas fini  
de nous surprendre et de nous étonner...*

# CONFLUENCE PASTORALE



Créée en 1983, la société Confluence, sise en Dordogne, a su se forger une image enviable en matière de construction d'enceintes pour mélomanes et audiophiles passionnés. Avec sa gamme de six modèles de 4 500 à 25 000 F la paire, Confluence répond exactement aux aspirations des passionnés de musique grâce à une homogénéité des performances qui aboutit à un équilibre merveilleux entre les paramètres de linéarité, dynamique, définition, effet spatial. Le tout nouveau modèle Pastorale innove dans de nombreux domaines, tout en restant fidèle à cette notion d'équilibre qui fait « oublier » que l'on écoute une enceinte. Chez Confluence, les méthodes de recherche consistent en des mesures très précises avec calculs assistés par informatique et des écoutes comparatives très poussées. Un savoir-faire qui fait la différence entre une enceinte banale et un système enthousiasmant tel que la Pastorale. La beauté des timbres qu'elle reproduit n'a d'égale que sa faculté à reproduire toutes les nuances de rythme et le suivi mélodique. L'assise profonde de son grave ne vient pas ternir la luminosité de son bas-médium. L'extraordinaire effet spatial procuré par les Pastorale vous plonge au cœur de la musique, avec un « bien-être » inouï. Cette enceinte remarquable sait traduire toute l'émotion d'une interprétation avec une rare sensibilité mais aussi sans mièvrerie.

La Pastorale est une enceinte trois voies de 1,15 m de haut pour une base de 40,5 x 41 cm dont la forme aux parois non parallèles est caractéristique à Confluence, technique particulièrement efficace pour éliminer les toniques désagréables. Le coffret est réalisé avec des parois de 23 mm d'épaisseur constituées d'un sandwich de matériaux autour d'une structure polypropylène à nids d'abeilles.

Contrairement aux autres systèmes trois voies dont les fréquences de coupure se situent autour de 500 et 5 000 Hz, le haut-parleur de 21 cm qui se situe en façade couvre les fréquences de 150 Hz à 4 000 Hz pour une plus grande cohérence de transcription des registres fondamentaux.

Le grave est reproduit par deux 26 cm montés en push-pull, à la base de l'enceinte pour une meilleure tenue en puissance et une réponse en fréquence capable de descendre très bas (28 Hz à -3 dB seulement). La restitution de l'aigu est confiée à un tweeter à bobine amortie et refroidie par du ferrofluide. Une amorce de pavillon améliore le couplage avec l'air. La charge arrière est confiée à une double cavité. Le tweeter est monté dégagé à la sortie de l'évent juste au-dessous du haut-parleur large bande pour une parfaite cohésion de diffusion.

Prix indicatif : 24 000 F la paire.

# YAMAHA

## YST 99



Tous ceux qui recherchent un système audio de faibles dimensions qui puisse les suivre partout ne manqueront pas d'être séduits par la chaîne YST 99 CD. Cette chaîne propose une restitution sonore de qualité, très transparente, très limpide, avec un grave que l'on ne s'attend pas à découvrir à partir d'enceintes de dimensions aussi réduites. Ce résultat est obtenu grâce au principe (YST) Servo Technology. Les enceintes sont en effet équipées d'un résonateur acoustique accordé très bas en fréquence et l'amplificateur logé dans l'unité de contrôle corrige le niveau dans le grave. Par rapport au système bass-reflex traditionnel ou d'asservissement classique, Yamaha a été beaucoup plus loin dans la recherche d'une réelle tenue dans le grave avec un minimum de distorsions harmoniques et surtout par intermodulation. D'où cette impression à l'écoute d'un grave plus net dans son contour, plus ferme, rééquilibrant tout l'ensemble de la restitution à partir d'un petit système. L'ampleur obtenue est sans commune mesure avec la taille des enceintes YST, avec une capacité dynamique déconcertante. L'unité de commande du YST 99 CD regroupe un lecteur CD, un ampli-tuner avec trois entrées pour des sources extérieures stéréo (autre platine cassette,

CD, magnéto ou téléviseur). Avec sa double alimentation 220 V et 12 V, l'YST 99 peut être utilisée partout à domicile, en caravane, en bateau.

Un timer et une horloge intégrés avec mémoire de coupure de courant permettent d'effectuer les programmations que l'on désire ou de se réveiller en musique. La télécommande se présente sous la forme d'une carte de crédit qui se glisse dans l'YST 99 CD pour un rangement aisé. Le tuner autorise la mémorisation de 19 stations en AM/FM. La recherche s'effectue selon le principe par synthétiseur de fréquence pour une grande précision d'accord. L'affichage multifonction très lisible change de couleur selon que la chaîne est en veille ou en fonctionnement. Tout est prévu pour simplifier son installation. Ainsi les enceintes sont munies de supports mais également d'encoches spéciales pour leur fixation au mur. L'agrément d'utilisation et le plaisir musical procurés par ce petit système ont de quoi remporter l'adhésion des plus sceptiques. Nous connaissons d'ailleurs beaucoup de possesseurs de chaînes de très haut de gamme qui ont aussi une YST 99 CD comme deuxième système, compagnon inséparable de leurs déplacements. Universel d'utilisation, son écoute reste toujours agréable en tous lieux.

Prix indicatif : 3 990 F

Distributeur : YAMAHA ELECTRONIQUE FRANCE SA 17, rue des Campanules, Lognes,  
77321 Marne-la-Vallée Cedex 2 - Tél. : 60.17.39.27

# MOD SQUAD SIGNATURE



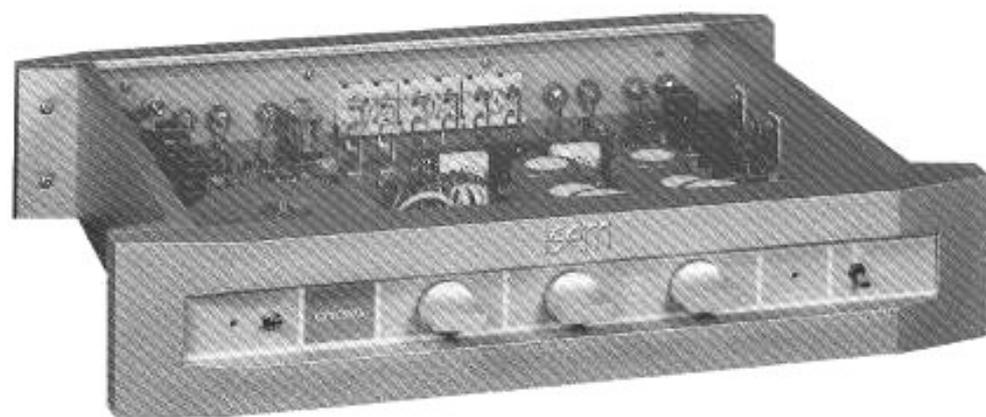
*Le lecteur CD Mod Squad Signature est, sans contestation possible, l'un des plus beaux que nous ayons entendus depuis l'avènement des sources numériques. De nombreux confrères de revues étrangères ont d'ailleurs confirmé notre jugement. Il se distingue en particulier par une capacité dynamique extraordinaire sur les petits signaux dont la définition apparaît nettement améliorée avec surtout beaucoup de nuances dans le suivi rythmique grâce à un grave de toute beauté. Tout le secteur au-dessous de 150 Hz est transcrit avec du niveau, mais surtout conserve une qualité de timbre et une articulation entre les notes qui procure un délié remarquable en accentuant bien les temps forts du rythme. L'assise extraordinaire procurée par ce lecteur change toute la perception des autres registres qui paraissent plus stable dans le temps et dans l'espace. Ainsi l'image stéréophonique très large possède une stabilité étonnante avec une profondeur qui suit parfaitement l'esthétique sonore voulue par le preneur de son. Les amateurs de lyrique seront comblés, les interprétations prennent tour à tour un caractère émouvant, dramatique, joyeux sans que l'on ait la désagréable impression que les artistes sont à la tâche. Ce sens évident de la mélodie est très rare sur un appareil à transistors. Les*

*ingénieurs de Mod Squad ont su réellement tirer le meilleur parti de la technologie numérique en apportant les modifications nécessaires afin que les sonorités apparaissent toujours naturelles et en relation directe avec un parfait respect de la phase. Pour ce faire, à partir d'une base relativement connue, non seulement ils ont modifié complètement le coffret, châssis en acier, joues latérales en médite, façade en aluminium, pour obtenir une base solide, peu sensible aux vibrations extérieures mais aussi les alimentations avec des circuits de régulation spécifiques pour le Signature afin de reculer les problèmes de diaphonie et d'éventuels pollutions du numérique sur l'analogique.*

*Les étages de sortie utilisent des transistors à très faible bruit de fond en lieu et place des circuits intégrés qui apportent toujours leur coloration propre. Ainsi le filtre numérique, le convertisseur sont de type 16 bits avec quadruple suréchantillonnage. Ces convertisseurs sont dûment sélectionnés et triés afin de répondre exactement au cahier des charges, ce qui n'est pas le cas de nombre de lecteurs CD de haut de gamme. Un superbe lecteur qui s'impose naturellement à l'écoute. Il saura séduire aussi bien les mélomanes que les audiophiles.*

Prix indicatif : 25 190 F

# ISEM ANTARES



*Avec l'ampli-préampli Antarès, Isem a innové en développant un circuit original capable de traiter directement les signaux de faible niveau en provenance des sources analogiques classique et ceux de fort niveau produits par les sources audio-numériques, cela sans risque de saturation et avec un minimum de bruit de fond. Cette nouvelle configuration a permis de se passer des circuits préamplificateurs et réseaux atténuateurs habituellement rencontrés pour adapter ces niveaux. Pour ce faire, le signal, qu'il soit en provenance d'un convertisseur audio-numérique ou d'un tuner analogique, est directement appliqué sous haute impédance au potentiomètre de volume puis immédiatement traité par un seul et même étage d'amplification dont le gain aura été réglé au préalable. Ainsi quelles que soient les conditions d'utilisation, l'amplificateur intégré Antarès reste absolument stable. Il n'y a pas de condensateur sur le parcours du signal. Pour les basses puissances que l'on utilise à 90 % en écoute domestique, les circuits fonctionnent en véritable classe A. Le taux de contre-réaction est faible pour éliminer les phénomènes de distorsion par intermodulation transitoire. La disposition des composants, de qualité professionnelle, a été vue avec le plus grand soin sur un unique circuit imprimé en verre*

*époxy double face de qualité militaire.*

*L'esthétique très réussie est unique en son genre, alliant raffinement, avant-gardisme et ergonomie. Elle reprend la ligne des produits numériques de la marque avec un aspect luxueux sans ostentation. Il est prévu un module d'entrée phono à aimant ou bobine mobile adaptant l'entrée auxiliaire à cette fonction, avec une correction RIAA extrêmement précise. La puissance disponible de  $2 \times 60 W$  sur  $8 \Omega$  est obtenue sans effort. Les taux de distorsion, inférieurs à 0,05 % à toutes puissances et à toutes fréquences, prouvent une absence de variation des performances en fonction de la charge, cet intégré peut attaquer aussi bien des enceintes électrodynamiques à bas rendement que des systèmes électrostatiques. Sa qualité de restitution est remarquable par la délicatesse des timbres obtenus, la très grande transparence du bas-médium et le caractère alerte du suivi rythmique. Cette nouvelle technologie apporte aussi un surcroît de capacité dynamique qui se traduit par une aisance remarquable à traduire les forte sans effort. La définition sur les petits signaux est nettement accrue améliorant la notion d'espace, d'ampleur avec une stabilité inconditionnelle de l'image stéréophonique même quand un canal est fortement sollicité.*

*Prix indicatif : 16 500 F*

# LUXMAN

## C06 + M06



Luxman a voulu couronner sa gamme d'électroniques par la série « Ultimate ». C'est l'aboutissement, à l'heure actuelle, de toutes les recherches de ses laboratoires en matière de traitement du signal audio numérique ou analogique pour extraire toute la quintessence de la musique sans la trahir. Du lecteur CD D-500 X aux intégrés L-540/L-570 et éléments séparés préampli C-06/prépré E-06 jusqu'à l'ampli de puissance en pure classe A M-06, tout a été pensé pour obtenir la meilleure musicalité en l'état de la technologie la plus sophistiquée.

Ainsi le préamplificateur C-06, sous une superbe esthétique, regroupe deux sections mono totalement indépendantes jusqu'aux alimentations, pour éviter tout risque de diaphonie instantanée et obtenir une séparation optimale, avec un parfait respect des plans sonores. Les circuits font appel à la dernière génération des transistors à très haute vitesse de commutation pour une amplification sans perte d'informations dans les hautes fréquences et un maintien correct de la phase. Parmi les autres caractéristiques exceptionnelles, on peut

relever un réglage de volume par potentiomètre à quatre cages de haute précision, l'utilisation de résistances « antimagnétiques » des entrées, sorties symétriques et asymétriques répondant à toutes ces formes de liaison sans aucun problème de bruit de fond parasite. Il peut ainsi traiter cinq sources haut niveau avec une capacité dynamique hors du commun et un rapport signal/bruit qui s'élève à 110 dB. Il peut être complété par le préamplificateur phono E-06.

L'amplificateur M-06 stéréophonique 2x55 W en vraie pure classe A répond à l'attente de tous les perfectionnistes à la quête de la plus grande pureté sonore possible. La construction double mono, les transformateurs indépendants pour les circuits analogiques et ceux numériques, la surdimension de toutes les pièces jusqu'aux bornes de sortie haut-parleurs plaquées or, contribuent à une pureté sonore encore inégalée. Le M-06 peut être aussi commuté en mono, auquel cas la puissance passera à 110 W. Il peut attaquer n'importe quel type de transducteurs grâce à son énorme réserve de courant

Prix indicatif : C-06 : 35 000 F  
M-06 : 35 000 F

Distributeur : ALPINE ELECTRONICS FRANCE 98, rue de la Belle-Etoile, ZI Paris Nord II  
BP 50016, 95945 Roissy Charles-de-Gaulle Cedex - Tél. : 48.63.89.89

# JM LAB UTOPIA



*Le grand système Utopia mis au point par les ingénieurs de JM Lab est véritablement révolutionnaire car, grâce au système MVF qui équipe son haut-parleur grave, annule les vibrations mécaniques excitant l'ensemble du coffret de l'enceinte et créant des colorations insupportables en troublant la réponse transitoire. Pour ce faire, le haut-parleur de grave est équipé d'un double circuit magnétique. Le premier excite la bobine associée à la membrane, le deuxième concentre le flux vers une bobine mobile montée en opposition de phase et solidaire d'un disque de masse équivalent à l'équipage mobile émissif. Ainsi une force de même grandeur est appliquée en sens opposé au déplacement de la membrane, au centre de gravité même annulant toutes les forces qui pourraient être transmises au saladier. L'équilibre dynamique est proche de la perfection et les contraintes appliquées au saladier et au coffret sont supprimées. La restitution dans le grave n'est plus affectée par l'émission parasite du coffret qui vient s'ajouter avec un certain temps de retard à celle principale. Les attaques sont franches, de grande clarté et les timbres retrouvent un naturel inouï. Mais ce système renferme aussi bien d'autres particularités. Ainsi les deux haut-parleurs de médium sont placés de part et d'autre du tweeter selon une technique mise au point par l'acousticien D'Appolito. La structure des membranes en polykevlar pour le haut-parleur de grave et les deux médiums apportent leur contribution à l'absence de coloration générale. Le tweeter à dôme hémisphérique en titane possède une réponse impulsionnelle fantastique sans traînage. Le filtre de répartition tient compte aussi des diagrammes de rayonnement des différents haut-parleurs pour une parfaite cohésion des diffusion sonore. Rien d'étonnant que l'Utopia ait fait l'unanimité auprès des critiques du monde entier pour ses qualités de musicalité, d'absence de coloration. Ainsi la très sérieuse revue japonaise Stereo Sound a-t-elle, dans son numéro de décembre 91, élu « Component of the Year » cette enceinte en compagnie de trois modèles japonais et trois autres modèles suisse, italien et américain. Elle s'octroie la deuxième place au titre de Best Buy Components 91-92 suite aux appréciations de onze critiques de la même revue Stereo Sound pour les enceintes dans la catégorie 32 000 à 64 000 F la paire. C'est la seule enceinte française primée sur un total de 170 modèles.*

Prix indicatif : 40 000 F la paire

# CABASSE BISQUINE



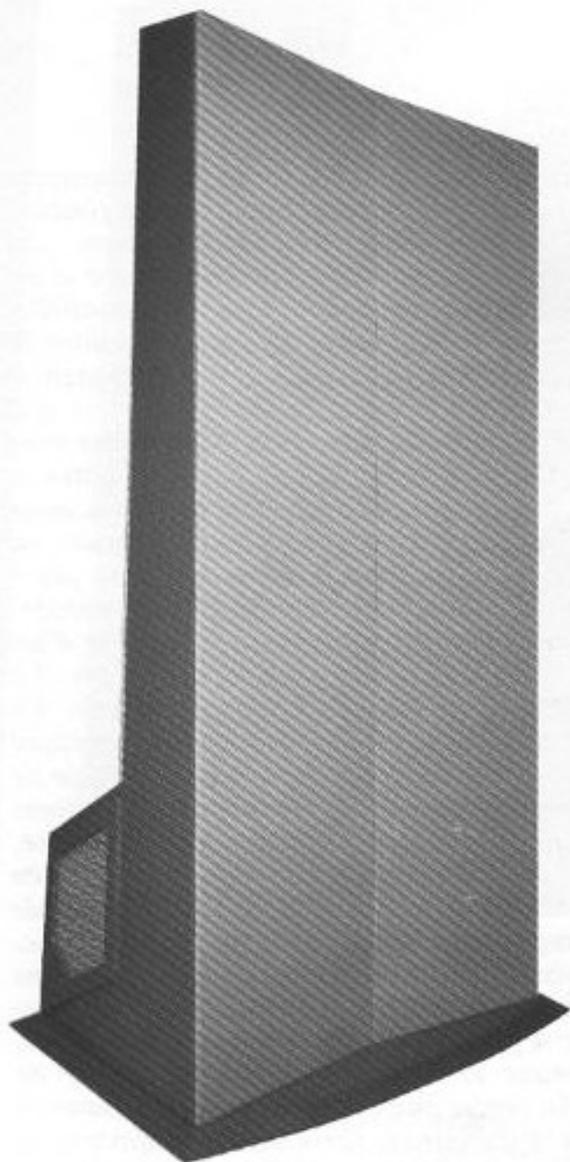
*Ce système ultra-compact a de quoi déranger. Sa capacité dynamique, son pouvoir de définition, son absence de stress sur les pointes de modulation sont dignes de systèmes beaucoup plus onéreux et plus volumineux. Ces incroyables performances ont été obtenues grâce à une parfaite maîtrise de nombreux paramètres électroacoustiques. Cabasse a en effet mis au point un protocole de mesures qui synthétise les résultats relevés en chambre sourde, chambre claire et semi-réverbérante. Ainsi la Bisquine, contrairement à bien des modèles concurrents est moins sensible à l'environnement acoustique de la salle d'écoute. Elle conserve en effet une parfaite intelligibilité dans les pièces réverbérantes et ne perd pas sa lisibilité dans les salles très amorties. La restitution reste toujours très homogène, sans brillance parasite ni effet étouffoir. La Bisquine n'est pas une enceinte volumineuse, elle ne mesure que 48 x 26 x 30 cm. Elle est équipée d'un système à deux voies hautement performant. Cabasse met un point d'honneur à fabriquer les meilleurs haut-parleurs sans souci de prix de revient. Cela se constate une nouvelle fois quand on observe la qualité du haut-parleur grave-médium et du tweeter. Ainsi le haut-parleur de 21 cm dispose d'un circuit magnétique de 10,5 cm procurant un champ de l'ordre de 11 000 gauss dans l'entrefer. La membrane est un pur produit Cabasse. La structure de type alvéolaire en matériau synthétique combine neutralité, rigidité et légèreté. La masse mobile n'est*

*que de 14 g. Le fonctionnement en piston sur une large gamme de fréquences évite les problèmes de fractionnement qui entraînent des phénomènes de distorsion peu agréables. A partir de 4 kHz, le célèbre tweeter Dom 2 prend le relais. Son dôme hémisphérique de 2 cm de diamètre est formé à chaud pour obtenir le rayon de courbure optimal. Une légère amorce de pavillon améliore le rendement tout en lissant les diagrammes de directivité jusque dans les hautes fréquences. Le filtre, remarquablement conçu, tient compte des paramètres des deux haut-parleurs pour un bon équilibre des niveaux et une mise en phase précise. Ainsi les Bisquine sont capables de traduire toute la richesse dynamique d'un enregistrement avec une précision d'analyse digne d'enceintes de contrôle de monitoring, sans en avoir les colorations désagréables. L'image stéréo très stable procure une focalisation précise des interprètes dans l'espace. On peut écouter à fort volume, sans jamais avoir l'impression que les Bisquine forcent ou projettent l'image stéréo. Tout le savoir-faire de Cabasse est concentré dans cette enceinte de petit volume qui répond à l'attente de tous ceux qui ont l'habitude d'écouter la musique en direct.*

*Prix indicatif : 2 950 F l'unité.*

# AHL

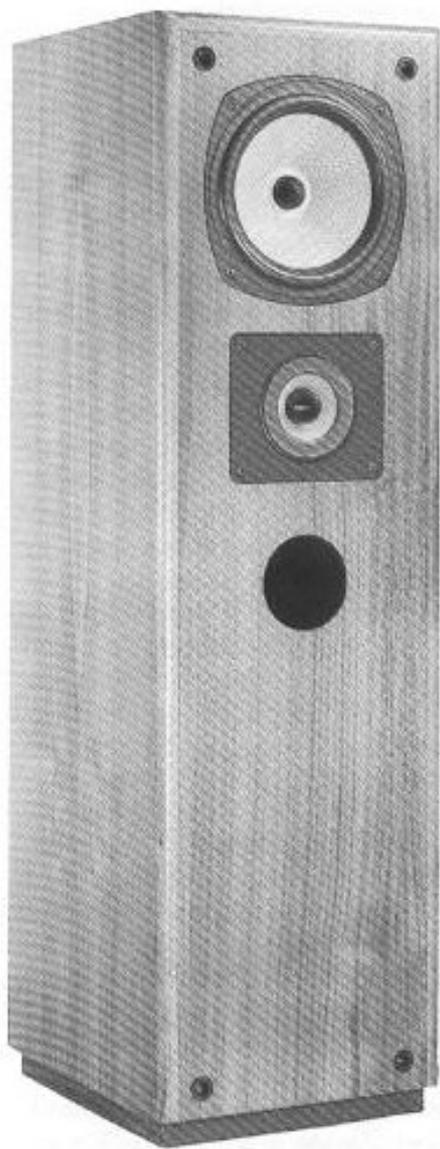
## MODELE JAPONAIS



*La réalisation des enceintes électrostatiques Toltèque a demandé de très nombreuses heures d'étude à la fois sur les transducteurs électrostatiques mais aussi ioniques. Les aciéries du Haut-Languedoc ont préféré investir à long terme dans un laboratoire d'acoustique et une équipe de recherche menée par J.-C. Fourrière, acousticien français de renommée internationale qui, avec ténacité, a été jusqu'à bout de sa quête de la perfection sonore. Les études ont permis de résoudre nombre de problèmes que l'on connaît bien avec les haut-parleurs électrostatiques : faible rendement, tenue en puissance limitée, niveau sonore maximal relativement faible, difficulté à descendre dans le grave. Ces limitations sont connues mais liées à la fois à des problèmes techniques mais aussi des impératifs de coût de revient. La démarche de AHL a été totalement différente car il n'y a pas de contingence économique ni pour la conception des cellules électrostatiques ni pour la réalisation du transformateur de modulation. Les Toltèque, Versions USA, Versions Japonaises, peuvent tenir des puissances de 500 W sans risque de saturation ou de claquage. Le Modèle Japonais est le « plus petit » de la gamme. Il mesure 2,20 m de hauteur pour une largeur de 1 m, une profondeur de 80 cm et un poids de 75 kg. Le cadre qui sert au montage des cellules électrostatiques est très rigide pour éviter l'excitation de résonances parasites. Les cellules électrostatiques de 95 cm de hauteur pour une largeur de 12 cm sont disposées en arc de cercle. Les électrodes ont un dessin spécifique pour une dispersion optimale tout en étant acoustiquement transparentes. Elles sont traitées avec un revêtement spécial pour limiter les effets Corona qui entraînent des phénomènes d'arcs. L'écartement entre les électrodes est de seulement 3 mm. La membrane en mylar tendue entre celles-ci est recouverte d'un produit mis au point par AHL pour répartir parfaitement la charge électrostatique. Les cellules sont spécialisées dans des gammes de fréquences déterminées via un réseau spécifiques de résistances calibrées qui assure la transition d'un transducteur à l'autre sans variation de niveau ni problème de rotation de phase. Le transformateur de modulation, gigantesque, reprend le principe de circuit double C avec bobinages fractionnés et isolants spéciaux pour les fils de cuivre pur. Le résultat à l'écoute est fantastique et nous pesons nos mots. Cet ensemble électrostatique associe transparence et capacité dynamique hors du commun, avec un étagement des plans sonores en profondeur ultra-précis en fonction des prises de son. Il n'y a pas de limitation dans le grave et l'on peut enfin écouter à niveau réaliste sans sensation de « mylar froissé » ou de saturation.*

*Prix indicatif : 150 000 F la paire*

# DAVIS KASTELL



*Cette enceinte colonne offre des performances musicales remarquables grâce, en particulier, à une analyse des timbres d'une parfaite continuité du grave à l'extrême-aigu. La transcription très lumineuse n'est jamais ennuyeuse grâce à un suivi rythmique facile dû à une capacité dynamique exceptionnelle. Même à fort niveau sonore, il n'y a pas de changement dans la famille des timbres, l'élégance de la restitution reste permanente. L'équilibre tonal très réussi s'appuie sur un extrême-grave qui n'est pas tronqué. En effet la Kastell peut descendre très bas avec du niveau et un minimum de distorsions. Cette assise est obtenue grâce au principe de charge symétrique retenue par Davis pour cette enceinte. En effet ce système trois voies dissimule un troisième haut-parleur à l'intérieur de son coffret. Il est placé horizontalement dans le tiers inférieur, chargé de manière symétrique et rayonnant jusqu'à 300 Hz par l'intermédiaire d'un évent de 7 cm de diamètre pour une profondeur de 12 cm. La coupure acoustique ainsi obtenue est de 12 dB par octave. Ce haut-parleur grave de 17 cm a été spécialement réalisé et fabriqué par Davis pour fonctionner parfaitement en piston dans ce type de charge jusqu'à 500 Hz. Sa membrane en pulpe de cellulose à fibres longues a un profil en dôme convexe pour une parfaite rigidité. Toute la construction de ce haut-parleur est très soignée. Elle répond aux normes les plus sévères : entrefer étroit, bobine de grand diamètre, circuit magnétique surpuissant de 11 000 gauss. Le haut-parleur médium visible en façade est aussi un 17 cm dans la tradition Davis. Il est chargé de couvrir la gamme de fréquences de 300 Hz à 4 500 Hz avec le maximum de précision et de naturel. Il est muni d'une membrane en kevlar tressé, avec résine de durcissement très neutre. Au centre en lieu et place du cache-noyau traditionnel, on trouve un diffuseur en forme d'ogive qui assure une dispersion beaucoup plus régulière sans les classiques effets de coloration de fond de cône. Le tweeter, d'origine Davis lui aussi, se distingue par sa membrane de forme conique de 4 cm de diamètre avec ogive centrale de diffusion. Ce transducteur est très réputé pour ses caractéristiques de dynamique et son haut pouvoir de définition, avec une énergie qui ne se dilue pas au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'enceinte. Le filtre de répartition contribue naturellement à cette transcription très homogène sans rupture de capacité dynamique sans changement dans la structure harmonique des timbres. Une très grande enceinte de classe internationale étudiée et réalisée par l'un des plus grands acousticiens dont la persévérance a été récompensée.*

*Prix indicatif : 8 200 F la paire*

# CASO S40 + PA11



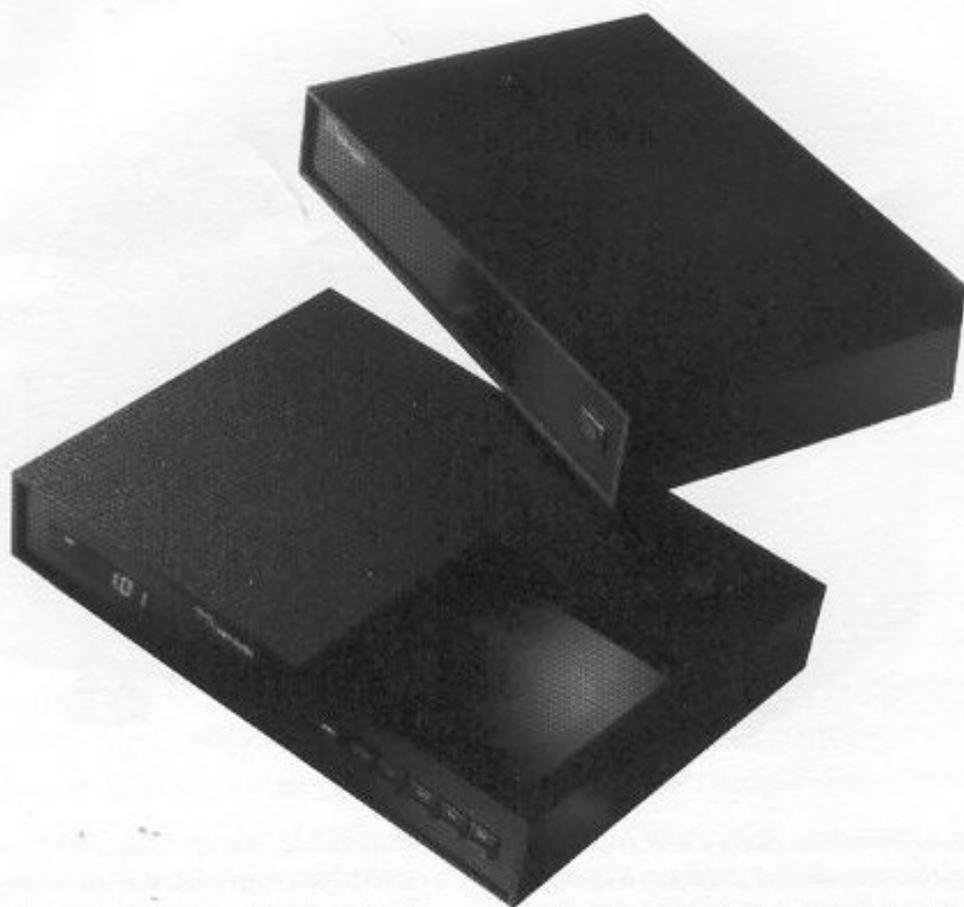
La société Caso, spécialisée dans l'électronique de pointe pour l'aéronautique, a créé un département Spécial Audio qui conçoit et réalise des électroniques à tubes de très haut de gamme capables de rivaliser avec les meilleures réalisations mondiales. L'ensemble préamplificateur PA11 et amplificateur S40 est capable de restituer avec une finesse incroyable toutes les subtilités des interprétations qui passent souvent inaperçues avec nombre d'électroniques à transistors ou à tubes mal conçues ou réalisées exclusivement pour satisfaire les appareils de mesure. Mais cet ensemble à tubes se distingue surtout par un grave étonnant où les attaques sont franches, avec une absence totale de laissez-aller. Cette fermeté sans fausse douceur procure un éclairage nouveau sur toutes les fréquences basses. Ecouter un violoncelle, une contrebasse acoustique sur cet ensemble devient un véritable plaisir. L'interprétation prend un caractère beaucoup plus vivant, plus nerveux avec des nuances marquées dans l'attaque des cordes. Le suivi rythmique est beaucoup plus facile et devient

évident. L'autre qualité fondamentale de cet ensemble réside dans l'ouverture de l'image stéréo dont la perspective devient immense, avec un étalement des plans sonores grandiose. Mais ces électroniques à tubes se distinguent aussi par un aigu très changeant en fonction des prises de son prouvant par là même leur neutralité. Il n'y a pas d'effet répétitif dans la transcription des harmoniques supérieurs, on redécouvre tout le haut de spectre. Il se dégage un caractère aérien, sensible, où la musique reprend ses droits avec toute sa charge émotionnelle. Cette musicalité n'est pas le fruit du hasard mais d'une réalisation sérieuse. L'ampli de puissance fait appel à un circuit spécifique à Caso qui permet de faire travailler les étages de puissance en classe A pour commuter en classe AB sur les fortes puissances. Le préamplificateur est lui aussi original se rapprochant du montage de type SRPP lié à un petit circuit exclusif Caso. Une splendide réalisation méritent de retenir l'attention de tous les passionnés de musique qui retrouvent les impressions du concert.

Prix indicatif : S 40 : 32 000 F  
PA 11 : 30 000 F

# NAIM AUDIO

## CDS



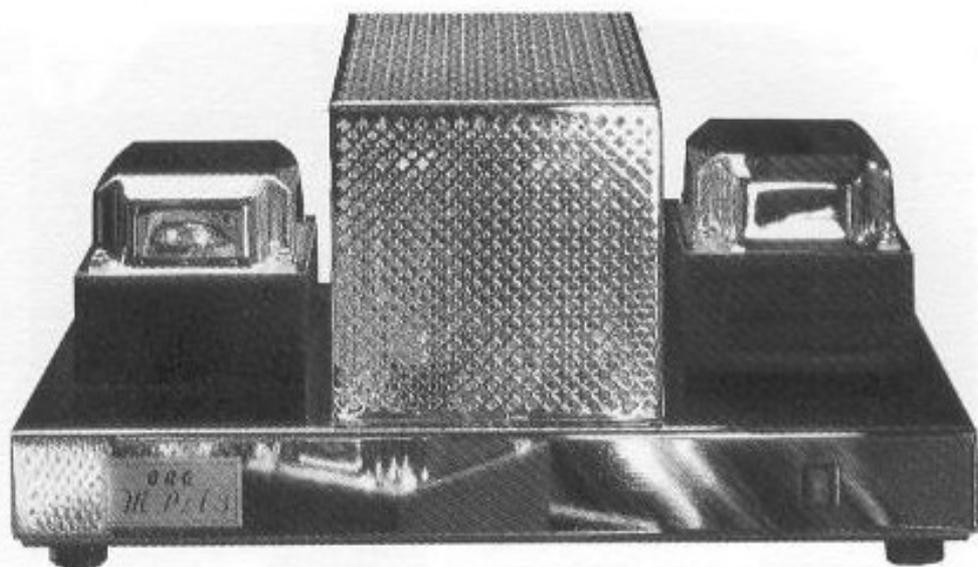
*Le lecteur Naim Audio CDS a bénéficié d'une étude longue et onéreuse sur tous les phénomènes de perte d'informations au cours de la transmission des données numériques, sur l'influence des alimentations, l'importance des filtres. Cette étude a abouti à la réalisation d'un lecteur dont la musicalité dépasse celle obtenue à partir des meilleures tables de lecture analogiques actuelles.*

*Bien que se présentant en deux coffrets indépendants, le CDS n'a pas d'un côté la section de lecture et de l'autre le convertisseur numérique-analogique. En fait, le premier boîtier renferme une alimentation surdimensionnée pour répondre instantanément à la demande des circuits d'asservissement des servo-mécanismes, des convertisseurs, de la section analogique et le deuxième coffret, le système de lecture, convertisseur et filtres, afin que les liaisons soient les plus courtes possible.*

*La mécanique a été pensée à la manière de celle d'une table de lecture analogique. L'ensemble d'entraînement du disque et le bras galvanométrique supportant le bloc lecture laser sont montés sur une contre-platine en alliage léger suspendue par trois ressorts à lames très souples, découplées par trois pointes pour lutter contre tous les phénomènes de vibrations parasites. Le chargement du disque s'effectue par le dessus, un palet presseur magnétique maintient fermement le disque contre le cône d'entraînement. Le double convertisseur est de type 16 bits à quadruple suréchantillonnage. Ces convertisseurs sont dûment triés et sélectionnés. Avec autant d'attentions et de bon sens dans l'architecture générale, le résultat à l'écoute se traduit par une transcription de très grande beauté, où les sonorités ont du corps, où la structure harmonique des timbres est respectée jusque dans les hautes fréquences.*

*Prix indicatif : 43 000 F*

# DRG MPA3



La société française DRG propose toute une gamme d'électroniques à tubes que les mélomanes apprécieront à juste titre pour leur transcription lumineuse, mais bien charpentée, avec un effet spatial fantastique qui n'exclue pas une parfaite ponctualité des sources et un positionnement précis des plans sonores en profondeur.

L'amplificateur MPA3, de superbe facture, est un bloc mono capable de fournir 70 W avec une stabilité exemplaire de fonctionnement sur n'importe quel type de charge (haut-parleurs électrodynamiques ou électrostatiques). Ces blocs mono se présentent de manière luxueuse sous la forme d'un châssis soit de finition or (placage 24 carats), soit chromée noire supportant les transformateurs d'alimentation et de sortie avec de part et d'autre les étages de puissance. Ces transformateurs ont fait l'objet d'un cahier des charges très sévère stipulant entre autres des circuits magnétiques à très faibles pertes pour un maximum de rendement et un minimum de distorsion. Le schéma fort simple est basé à l'entrée par un tube pentode 6AN8A utilisé en tant qu'amplificateur de tension pour la section pentode et en tant qu'étage déphaseur pour la partie triode. La section de puissance est composée d'un push-pull de pentode KT 88 travaillant selon le mode ultralinéaire, la polarisation s'effectuant par la grille

(double polarisation fixe). Une version existe aussi où les tubes KT 88 travaillent en triode et non plus en pentode ; dans ce cas, la puissance passe à 20 W. Un très faible taux de contre-réaction est appliqué pour éviter toute forme de distorsion par intermodulation transitoire. Les blocs mono MPA3 procurent ainsi une transcription fluide sans aucune agressivité avec une sensation permanente de déferlement sonore en puissance et une énergie bien répartie de l'extrême-grave à l'aigu. La séparation totale des canaux évite tout phénomène de diaphonie instantanée, procurant une stabilité qui n'est jamais mise en défaut même quand un canal est très fortement sollicité. La perspective obtenue est grandiose (typique des KT 88) avec une justesse de timbre parfaite. La transcription n'est jamais monotone, mais pleine de vie grâce à un suivi rythmique aisé. Même avec des enceintes à bas rendement, les MPA3 ne donnent pas de signe d'écrêtage sur les forte reproduits à niveau réaliste. Les ambiances sonores apparaissent très cohérentes avec l'ensemble des instruments et non isolées ou étouffées. Ces blocs mono à tubes peuvent rivaliser sans complexe avec les meilleures réalisations mondiales en apportant beaucoup plus dans la notion de relief sonore. Une grande réussite qui bénéficie de plus d'une finition hors pair.

Prix indicatif : 35 000 F la paire finition dorée  
29 900 F la paire finition noire

# MAC INTOSH

## MC 7150



Proposé à moins de 20 000 F, le MC 7150 est un ampli stéréophonique Mc Intosh à part entière. Rien n'a été réalisé à l'économie et l'on retrouve ce qui fait le succès et l'incomparable musicalité de ces électroniques : les transformateurs de sortie qui permettent de disposer de la puissance maximale aussi bien sur les impédances de 2, 4, 8  $\Omega$ . La finition « légendaire » est présente elle aussi avec une façade en opaline noire, éclairée par les deux grands indicateurs de puissance à la couleur bleue turquoise inimitable. Les circuits qui commandent ces deux galvanomètres sont spécifiques pour accélérer le mouvement de l'aiguille en montant et en freinant leur descente afin de mieux percevoir le point culminant. Une position permet de tenir les indicateurs sur la plus forte pointe de puissance. Naturellement le 7150 est muni de circuits de protection très efficaces qui n'agissent pas sur le contenu de la modulation. Ainsi le célèbre Power Guard compare continuellement le signal d'entrée et celui de sortie et dès qu'une différence importante est constatée dans l'enveloppe du signal, électroniquement le niveau du signal d'entrée est réduit afin que la distorsion soit maintenue dans des valeurs très basses. Le circuit Sentry Monitor contrôle en permanence tension et courant des étages de puissance évitant tout excès en cas d'impédance trop basse ou de court-circuit. Tout a été pensé au niveau des circuits pour obtenir

un comportement parfaitement stable quelle que soit la charge. Tous les composants entrant dans la réalisation du MC 7150 ont été dûment sélectionnés. Ainsi on trouve des capacités spéciales, résistances à film métallique, transistors de puissance appariés pour avoir un gain en courant uniforme, une très faible capacitance de sortie et une large plage de fonctionnement en tout sécurité. La configuration est basée : sur un étage différentiel en entrée qui attaque ensuite un circuit cascode symétrique monté en amplificateur de tension (avec des miroirs de courant pour améliorer la linéarité et la bande passante puis un Darlington complémentaire en liaison avec les transistors drivers qui attaquent les six transistors de puissance dans une configuration complémentaire munie du transformateur de sortie adaptateur d'impédance pour les charges 2, 4, 8  $\Omega$ . La puissance est de 175 W par canal avec des crêtes pouvant atteindre 500 W. L'écoute donne une impression de définition et clarté enthousiasmantes avec un grave d'une profondeur inouïe mais restant très net. La répartition de chaque instrument dans l'espace devient ici une réalité grâce à une parfaite différenciation des timbres très proches dans leur texture sans aucun phénomène d'intermodulation. Un véritable surdoué de la musicalité, dans la plus pure tradition de cette marque légendaire, un must !

Prix indicatif : 19 800 F

# REHDEKO

## RK 145-4S



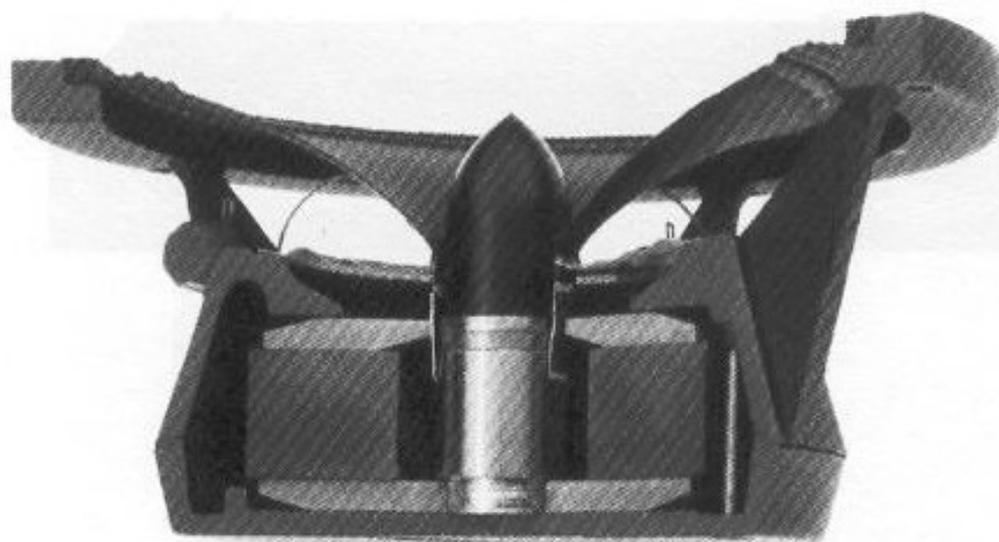
*Rehdeko propose toute une gamme d'enceintes acoustiques hyper-dynamique, très définies, au caractère sonore affirmé. Il s'agit d'un parti-pris vers une esthétique de grande clarté où chaque détail doit être reproduit à son juste niveau. Ainsi les solutions originales ne manquent pas au sein de ces enceintes qui tranchent radicalement sur les autres enceintes courantes. Le modèle RK 145-4S, système trois voies utilisant des haut-parleurs très particuliers, à l'équipage mobile ultra-léger, associé à des suspensions périphériques raides pour assurer un rappel énergétique sans traînage. Le haut-parleur de grave-médium de 26 cm de diamètre possède un saladier très rigide en fonte d'aluminium indéformable qui maintient bien en place une membrane de profil exponentiel en pulpe de cellulose, traitée différemment sur différentes zones pour obtenir une rigidité correcte sans alourdir l'équipage mobile. La suspension périphérique à petits plis est également traitée pour obtenir le rappel nécessaire et pour pouvoir descendre suffisamment bas. Il travaille en large bande, avec une atténuation acoustique naturelle qui évite bien des problèmes de rotation de phase dans la zone de recouvrement avec le médium et le tweeter. Eux aussi sont d'une configuration toute particulière avec leurs membranes elliptiques de 12 x 19 cm. Cela peut sembler une surface émissive trop importante pour pouvoir monter dans l'aigu mais, grâce à un traitement particulier et à un deuxième cône sous forme de soucoupe en liaison avec la bobine mobile, ces haut-parleurs sont capables de monter haut en fréquence avec de l'énergie. Le montage des haut-parleurs est symétrique pour les enceintes droite et gauche afin d'obtenir une large diffusion de la scène stéréophonique dans le plan horizontal. Les enceintes sont livrées appariées au niveau de leurs performances. Pour le filtrage des haut-parleurs médium et aigu, des capacités de haute qualité sont utilisées pour un minimum de pertes d'insertion. Tout le câblage est effectué en câbles de haute définition et le bornier de raccordement est équipé de fiches bananes plaquées or à multiples lamelles de contact. L'ébénisterie du coffret est réalisé en multiplis de hêtre massif de 20 mm d'épaisseur, de haute densité avec placage en bois véritable sur toutes les faces internes et externes. Pour éliminer les effets de bord, les côtés sont fraisés. Le rendement est très élevé (102 dB/1 W/1 m).*

*Prix indicatif : 22 000 F la paire*

**Page non  
disponible**

# TRIANGLE

## T17 FLV 608



La société Triangle a su, dès sa création, innover, proposer une nouvelle forme d'esthétique sonore, très dynamique, hyper-analytique, vivante, où l'interprétation des artistes reprenait enfin plénitude et beauté, avec un suivi mélodique très aisé. Afin d'arriver à ce résultat, Triangle s'est équipé d'une unité de production et de recherche digne des plus grands constructeurs pour réaliser enceintes acoustiques et haut-parleurs dans les meilleures conditions et avec la plus grande rigueur quant à la reproduction et le maintien des performances d'un modèle à l'autre. Cette société a su dès le départ se dégager de la contingence de fourniture de haut-parleurs en provenance d'autres constructeurs, pour réaliser ses propres transducteurs afin qu'ils répondent à un cahier des charges extrêmement rigoureux. Ainsi il produit toute une série de haut-parleurs aux remarquables caractéristiques qui sont utilisés au sein de la production des enceintes acoustiques mais dont peuvent aussi bénéficier tous ceux qui veulent réaliser des systèmes en kit à haut rendement et haute définition. Actuellement le catalogue comprend deux 13 cm, le T130/2480 et T13 A 202, deux 16 cm, les T160 4480 et T16A 402 puis deux 17 cm, les T17 FX G 804 et T17 FLV 608. Tous ces transducteurs ont en dénominateur commun une membrane en pulpe de cellulose et une suspension périphérique petit plis en

tissu imprégné de latex. Fidèle à sa tradition Triangle recherche le maximum de légèreté pour son équipement mobile ainsi que le maximum de vitesse des sons à l'intérieur de la matière. Les saladiers ont une géométrie particulière pour dégager totalement l'équipage mobile à l'arrière, en évitant les phénomènes tourbillonnaires. Ils sont fondus en alliage léger très rigide et selon les modèles, englobent le circuit magnétique pour une parfaite étanchéité magnétique.

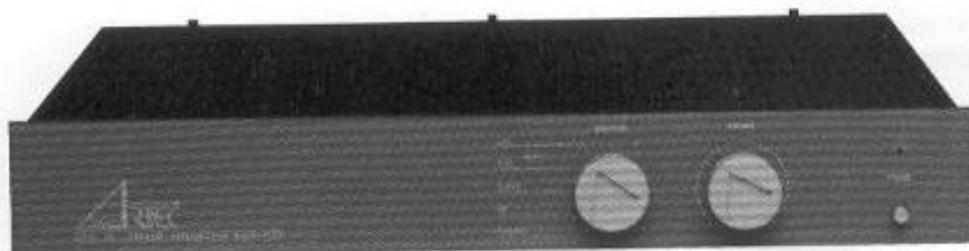
Le superbe modèle T17 FLV 608 est un haut-parleur large bande de haute définition, très linéaire, à l'étonnante réponse transitoire. Il est capable de niveaux sonores élevés sans distorsion avec un pouvoir d'analyse très poussé. Sa masse mobile très légère de 6,2 g seulement lui assure un pouvoir d'accélération sans égal et une absence totale de traînage. Le circuit magnétique procure une induction qui s'élève à 1,43 T à la bobine de 26 mm sur support nomex, avec fil en aluminium. Son rendement très élevé de 94 dB/1 W/1 m est particulièrement intéressant au niveau de la dynamique reproduite. On peut ainsi réaliser des systèmes de très haute définition, d'un maximum de clarté, sans coloration désagréable en adoptant ce T17 FLV 608 qui pourra être complété dans l'aigu par un tweeter (Triangle va proposer un modèle à haut rendement particulièrement efficace, dont le prototype fut exposé au Salon du Kit Audio.

Prix indicatif : 1 360 F pièce

Constructeur : **TRIANGLE ELECTROACOUSTIQUE** 6, boulevard Jules Ferry, 02200 Soissons  
Tél. : 23.73.05.02

# ARTEC

## ART-P 60



Tous ceux qui ont écouté l'ART-P 60 sont restés médusés par sa transparence et ses capacités dynamiques. Il est très rare de rencontrer dans un même coffret une section préamplificatrice et une section amplificatrice qui savent aussi bien traduire toute l'émotion que dégage la musique. Cela est rendu possible grâce à une analyse rigoureuse du message sans phénomène d'intermodulation, avec un très net recul du bruit de fond qui révèle énormément de micro-informations primordiales dans le réalisme sonore. Le registre aigu est certainement l'un des plus beaux que nous ayons entendu même en comparaison avec des éléments séparés coûtant beaucoup plus cher. La finesse, le raffinement des timbres atteignent ici des sommets, avec un naturel et un équilibre qui concourent à une élégance de transcription très rares. Cette transparence exceptionnelle fait ressortir des différences de niveau sur les micro-informations qui n'apparaissent plus reléguées sans aucune vie en arrière-plan, mais participent de manière cohérente à la vérité du message

sonore. Il ressort une beauté fascinante sur les voix dont les timbres ne se modifient pas en fonction des variations de niveau. Sans effet romantique, les sources conservent une ponctualité de bon aloi. Pour arriver à ce résultat, M. Voiturier, créateur d'Artec, a conçu une alimentation régulée de configuration spéciale pour obtenir une impédance en série de valeur minimale et une très grande rapidité pour suivre la demande en courant. Ce type d'alimentation est supérieure au simple filtrage par capacité mais surtout répond instantanément en fonction de l'amplitude du signal. Autre originalité : les étages de puissance travaillent avec un courant de polarisation glissant. Il y a ainsi une adaptation permanente de ce courant de repos en fonction de la puissance en évitant les problèmes de distorsion de croisement à faible niveau. La section préampli est aussi très soignée et fait appel à des transistors FET, VMOS, MOSFET et bipolaires, tous utilisés dans les meilleures conditions. Une écoute hautement musicale grâce à une technologie sophistiquée.

Prix indicatif : 14 900 F

# AUDIOREFERENCE

## PACK 015



La société française Audio Référence vient d'innover avec son système Pack 015 qui comprend deux enceintes compactes et un compensateur de graves, car enfin on peut goûter aux joies d'un grave et d'un extrême-grave propres, tendus, avec du niveau sans pour autant s'encombrer de monstres inlogeables dans le cadre d'une écoute domestique. Le résultat est plus que séduisant, par l'ampleur de la restitution avec un grave de qualité que l'on n'attend pas à partir d'enceintes d'aussi petite taille (34 x 16 x 18,5 cm). En effet le correcteur électronique de graves que l'on doit insérer dans la boucle monitoring d'un ampli-préampli intégré ou entre un préampli et un ampli séparés agit sur le niveau des fréquences inférieures à 200 Hz permettant de modeler la réponse en fonction de l'acoustique du local d'écoute et de ses goûts. Le haut-parleur de grave-médium uti-

lisé pour ce système deux voies est remarquable car il tient le surcroît de puissance qui est nécessaire à la linéarité dans les basses fréquences, sans pour autant talonner ou donner des signes de stress. Le circuit magnétique surpuissant et la bobine mobile longue autorisent de grands déplacements sur une course linéaire. Le tweeter qui prend le relais au-delà de 4,5 kHz est un modèle à membrane à profil mixte monophonique dont la dispersion spatiale est très régulière. Le boîtier de correction électronique est fabriqué avec beaucoup de soin à partir d'amplificateurs opérationnels à faible bruit.

Une réalisation très soignée pour goûter, à partir d'enceintes de faible volume, aux joies d'un grave ayant du niveau sans effet de compression de la dynamique, avec un pouvoir de définition nettement supérieure dans cette catégorie.

Prix indicatif : 4 350 F  
la paire avec correcteur électronique

**Page non  
disponible**

# POINT DE VUE

## SALLE D'ECOUTE : correction passive et active

Jean Hiraga

**L**

*a salle d'écoute est le dernier maillon de la chaîne haute-fidélité. Elle contribue, pour une grande part, au résultat subjectif global. Ce serait une erreur de dire qu'une bonne acoustique « améliore » le son reproduit. Un ensemble de maillons, enceintes comprises, pourra par contre, de la même manière qu'un grand orchestre, être plus ou moins bien mis en valeur selon les caractéristiques acoustiques de la salle d'écoute ou de concert. Souvent négligée pour des raisons d'ordre pratique ou économique, la salle d'écoute est sujette à des défauts courants qu'il est possible de corriger en partie de manière active, à l'aide de filtres appropriés, ou passive, par modifications des propriétés acoustiques de la salle.*

### La salle d'écoute

La salle d'écoute dans laquelle prend place une chaîne haute-fidélité, dont le prix global peut varier dans une fourchette de 10 000 F à plus de 500 000 F, n'est que fort rarement conçue pour cet usage. C'est, en général, une salle de séjour, une salle à manger ou une chambre dont les dimensions, les rapports longueur/hauteur/largeur ont été définis à partir de critères autres que ceux relatifs à une

bonne acoustique. L'exemple le plus frappant sur ce point est celui de la hauteur de plafond qui est de l'ordre de 2,5 m, la hauteur optimale se situant en fait entre 3 et 4 m, ce, pour des surfaces courantes de 20 à 40 m<sup>2</sup>. Il ne sera pas question de parler de nouveau ici du nombre d'or ou de la loi de Rayleigh, ou bien encore des rapports de dimensions les plus favorables appliqués aux locaux domestiques. Ces valeurs, bien que précieuses, ne sont valables qu'en théorie,

ceci pour différentes raisons :  
— le local ne se présente pour ainsi dire jamais sous la forme d'un parallélépipède parfait ;  
— on doit tenir compte des décrochements, colonnes, cheminées, etc. ;  
— aux fréquences graves, les cloisons fines, les portes légères et creuses, les faux plafonds, les fenêtres et aussi les planchers de structure légère ne peuvent plus être considérés comme des parois acoustiquement inertes ;  
— le local n'est pour ainsi dire

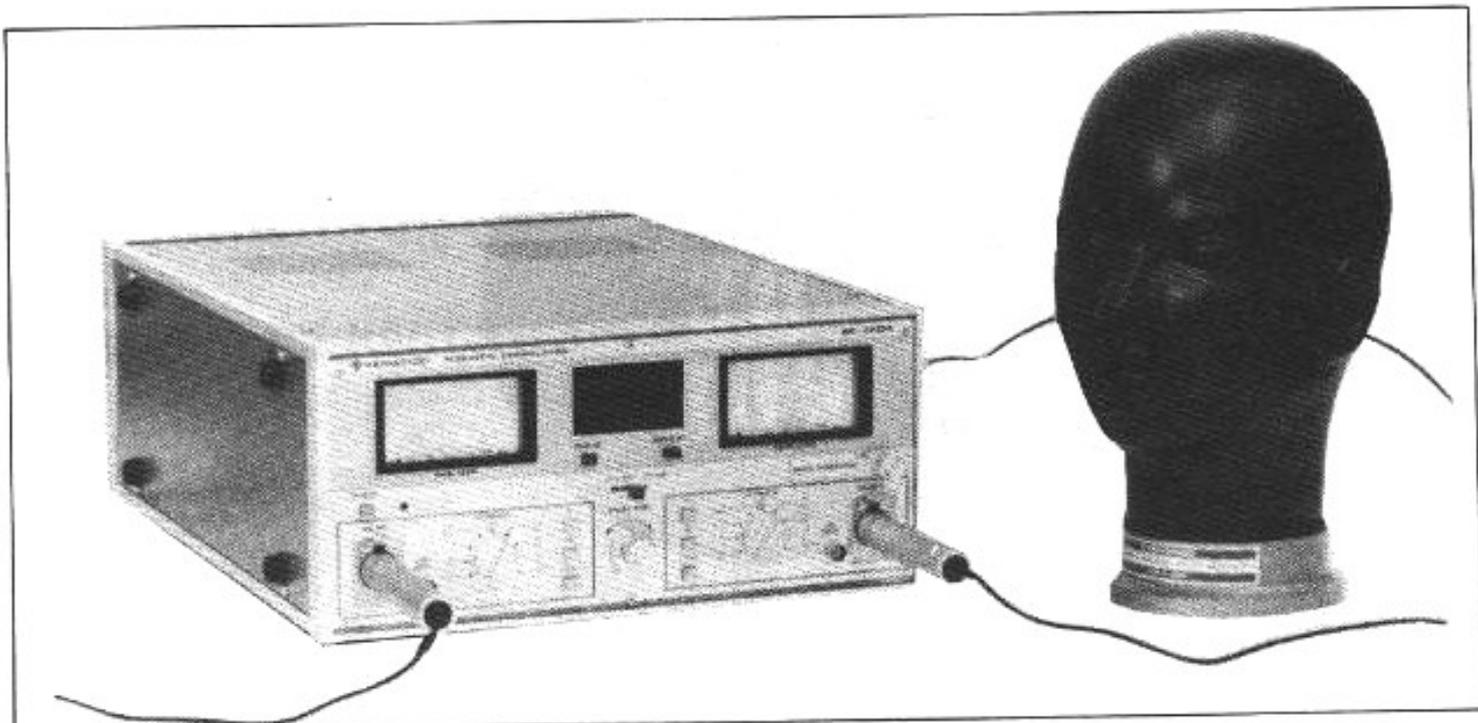


Fig. 1 : « Acoustic Correlator SE-3200 », appareil conçu par Kenwood en 1982 pour la mesure en milieu semi-réverbérant à l'aide d'une tête artificielle. Le processeur-générateur permettait la mesure du paramètre « IACC » (Inter Aural Cross-Correlation Coefficient), indispensable pour la recherche du meilleur point d'écoute en fonction du placement des enceintes (Kenwood, septembre 1982).

jamais parfaitement hermétique et les aérations, les joints, les interstices, la cheminée peuvent, en particulier aux fréquences graves, créer un phénomène de couplage avec les pièces voisines ou avec l'extérieur.

## Les aléas des mesures conventionnelles

Les influences dues aux phénomènes énumérés ci-dessus peuvent modifier considérablement les paramètres de base. Il pourra en résulter des différences sensibles entre les résultats obtenus sur ordinateur à partir de données simples et les résultats de mesure réels obtenus dans la salle d'écoute. Sur des résonances précises, il peut même se produire le paradoxe du niveau sonore plus élevé dans une petite pièce voisine que dans la salle d'écoute où le son est émis. Par ailleurs, un petit décrochement (colonne par exemple), un léger non-parallélisme des murs (10 cm pour une longueur de 6 m par exemple) peut modifier considérablement les résonances

et l'enveloppe de l'ensemble de celles-ci. De plus, selon la position de la source émissive, selon que celle-ci rayonne ou non en doublet acoustique, les résonances propres à un local d'écoute ne seront pas excitées de la même manière. Le rayonnement de deux enceintes, en stéréophonie, à partir d'une position donnée, vient encore compliquer la situation. De plus, l'écoute s'effectue à l'aide de nos deux oreilles, en binaural, ce qui implique l'introduction d'autres paramètres liés à l'ombre acoustique produite par la tête, à la diaphonie interaurale et aux décalages temporels relatifs à l'écartement entre les deux oreilles.

Comme on le sait, la mesure de la courbe de réponse amplitude/fréquence d'une enceinte acoustique s'effectue en chambre sourde, le micro étant positionné soit dans l'axe, soit sous une incidence latérale ou verticale donnée. Dans ce cas, les émissions acoustiques se produisant hors de l'axe (évent situé au dos de l'enceinte par exemple) ne sont pas prises en compte et sont

donc sans aucun rapport avec les conditions normales d'écoute. C'est encore le cas des doublets acoustiques. D'autre part, s'il est un fait reconnu que les courbes de réponse amplitude/fréquence les plus linéaires sont obtenues en chambre sourde, l'écoute d'une paire d'enceintes dans cette dernière apparaîtra par contre comme « bizarre », peu agréable, l'absence de réverbération procurant parfois chez l'auditeur une sorte de malaise. Quant à la mesure découlant du bon sens, consistant à placer le microphone au point d'écoute, les résultats varient trop d'une salle à une autre, d'un point d'écoute à un autre pour qu'il soit possible d'en tirer, du moins à première vue, des informations utiles. L'erreur la plus grossière et la plus courante à la fois consiste à utiliser un seul microphone, une seule enceinte et à effectuer une mesure de proximité (1 m en moyenne) en milieu absorbant : on est très loin des conditions normales d'écoute s'effectuant avec nos deux oreilles, à 3 m de distance de deux

enceintes placées en milieu semi-réverbérant. Parmi les appareils de mesure spécifiques, Kenwood semble avoir été l'un des rares à avoir conçu, en 1982, une tête artificielle associée à un corrélateur acoustique indispensable, l'« Acoustic Correlator » SE-3200 (figure 1). L'ensemble était spécialement conçu pour rendre possible la mesure d'un paramètre baptisé « IACC » (Inter Aural Cross-Correlation Coefficient). Ce corrélateur incluait d'autre part un Vu-mètre double, un double phasemètre, un générateur de bruit blanc, une sortie composite IACC et des lignes de retard réglables. Un des gros avantages de cet ensemble de mesures était la possibilité de trouver dans la salle d'écoute le point d'écoute le plus favorable. Il est regrettable de constater que des instruments de mesure aussi précieux soient tombés pour ainsi dire totalement dans l'oubli.

## Mesure en chambre sourde

Pour mieux illustrer ce dont il vient d'être question, une enceinte de taille moyenne, performante, a été choisie. Il s'agit de la Kef C45. En chambre sourde, ou dans des conditions de mesure équivalentes, on obtient dans l'axe à 1 m de distance une courbe de réponse similaire à celle de la figure 2. La linéarité est excellente, avec une bande « utile » couvrant 40 Hz-20 kHz à  $\pm 4$  dB près, ce qui est remarquable, en particulier pour ce qui concerne la réponse aux fréquences graves.

## Mesure dans la salle d'écoute

En milieu semi-réverbérant, la même enceinte mesurée à une distance de 2,5 m va présenter une courbe de réponse en fréquence d'un profil très différent de celui de la figure 2. La Kef

C45, posée sur un socle de 75 cm de hauteur, à 1,5 m des murs, fait apparaître un équilibre général assez bon, mais dans une plage d'amplitude de l'ordre de 12 dB (figure 3). On note la présence de nombreuses résonances et anti-résonances ainsi qu'une chute rapide de niveau (invisible sur la figure 2) au-dessous de 70 Hz, dont une des conséquences prévisibles sera un effet de masque sur les fréquences inférieures. La même mesure effectuée en balayage lent fera apparaître les résonances et anti-résonances de façon encore plus prononcée. Les écarts entre les pointes et les creux de pression sonore peuvent atteindre 40 dB.

droite et gauche permettent au cerveau d'effectuer certaines distinctions entre la nature de la réverbération et le son lui-même. Cette faculté est parfois très développée chez les non-voyants. Mais il existe des limites dans ce qui vient d'être avancé. Des résonances isolées de forte amplitude, dans la bande 50-200 Hz, se produisent quelquefois lorsqu'une enceinte donnée se trouve placée à un endroit précis dans le local d'écoute. Selon que l'enceinte se trouve à proximité d'une, de deux ou de trois parois ou, autrement dit, posée sur le sol et contre un mur ou en encoignure, on obtient en théorie un relevé du niveau grave dont

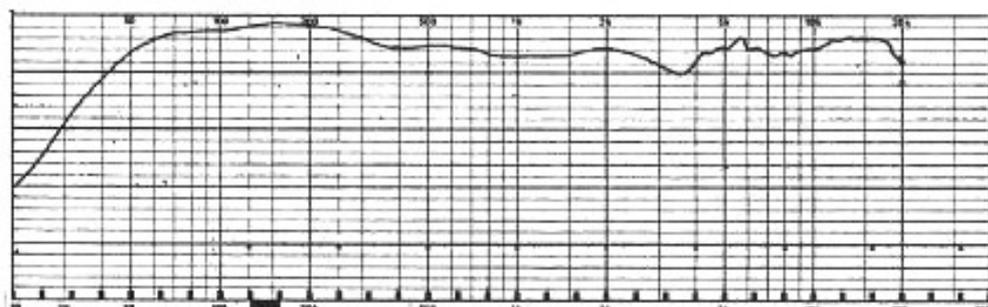


Fig. 2 : Courbes de réponse niveau/fréquence, dans l'axe, à 1 m, en chambre sourde (ou dans des conditions équivalentes) de l'enceinte Kef C45. La réponse est linéaire à  $\pm 4$  dB près environ, entre 40 Hz et 20 kHz.

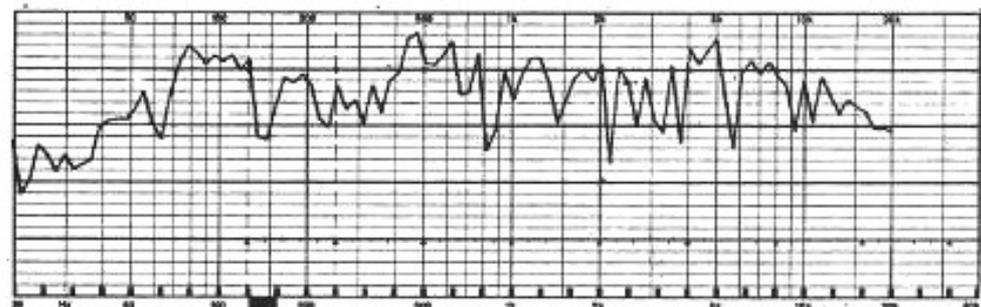


Fig. 3 : Enceinte de la figure 2 (Kef C45) placée en milieu semi-réverbérant (local de 50 m<sup>3</sup>), sur un socle de 75 cm de hauteur, à environ 1,5 m des murs. Le microphone est placé à 2,5 m de l'enceinte sous une incidence latérale de 30°, de façon à se rapprocher au mieux des conditions habituelles d'écoute.

Les surtensions dépassent quelquefois 60. Contrairement aux suppositions, le signal en fréquence glissante émis simultanément par deux enceintes au lieu d'une seule ne dégrade pas la situation et semble même plutôt l'améliorer légèrement. De plus, il est fort possible que des petits écarts d'amplitude, de fréquence perçus en binaural par les oreilles

l'amplitude peut atteindre +6 dB, +12 dB et +18 dB. Il faut cependant retenir à ce sujet un détail important. En prenant pour base la courbe de réponse niveau/fréquence en chambre sourde de l'enceinte, on s'aperçoit que dans le registre grave le niveau commence à s'atténuer au-dessous de 150 Hz, puis de façon plus prononcée au-dessous

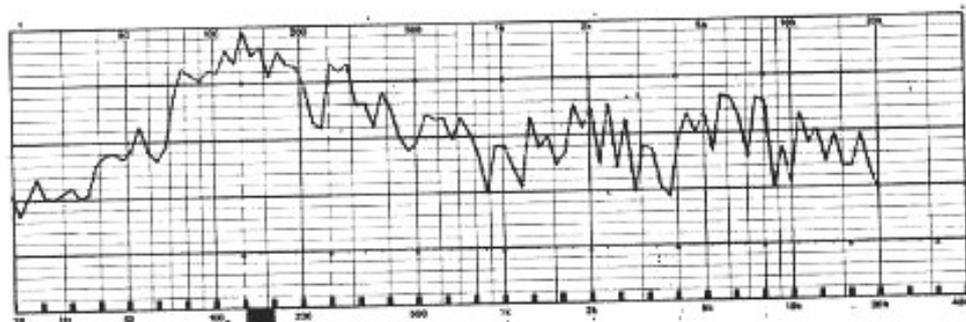


Fig. 4 : Enceinte de la figure 2 (Kef C45) placée en milieu semi-réverbérant (local de 50 m<sup>3</sup>), au sol et en encoignure. Le microphone de mesure est placé à 2,5 m de l'enceinte sous une incidence de 30°. Le relevé de niveau dans la région 100-200 Hz atteint +11 dB. La chute rapide de niveau au-dessous de 70 Hz aura pour conséquence un effet de masque sur les fréquences basses ainsi que des risques de coloration et d'effet « boomy ».

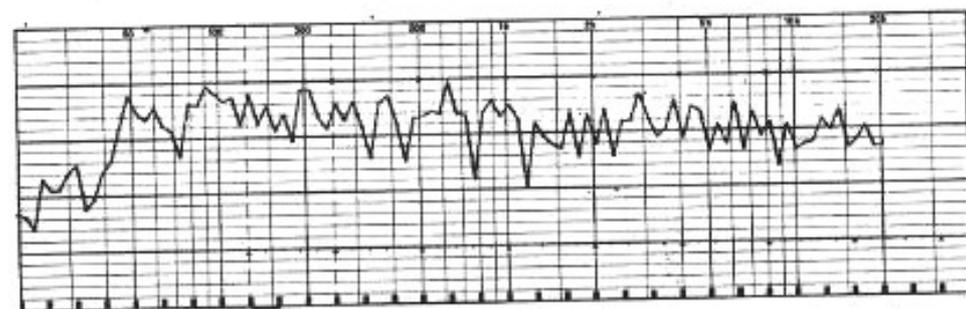


Fig. 5 : Enceinte de la figure 2 (Kef C45) placée en milieu semi-réverbérant (local de 50 m<sup>3</sup>) sur un socle de 75 cm de haut et contre le mur. Le microphone de mesure est placé à une distance de 2,5 m sous une incidence de 30°. C'est cette disposition qui, dans ce cas précis, procure la meilleure linéarité de réponse en fréquence.

de 70 Hz. C'est cette zone de coupure qui aura tendance, lors d'un placement en encoignure, à produire la crête de pression sonore dont le maximum théorique est fixé à +18 dB. Ce phénomène se remarque sur la figure 4. Le placement en encoignure de l'enceinte produit un relevé progressif du niveau pour les fréquences inférieures à 1 kHz. Le relevé de niveau (environ 6 dB/octave) culmine vers 150 Hz (+18 dB par rapport à la moyenne des fréquences supérieures à 1 kHz). En-deçà de 150 Hz, il s'atténue par contre plus rapidement (pente d'environ 12 dB/octave).

On s'aperçoit par ailleurs qu'en comparant les mesures effectuées dans le local, quelques résonances et anti-résonances se retrouvent sur chacune des courbes : 50-55 Hz, 70-80 Hz, 125 Hz, 800 Hz. Celle située à 125 Hz renforce l'effet de place-

ment en encoignure, ce qui tendra à masquer les fréquences plus basses et à produire un son « boomy » et lourd.

Dans le cas présent, c'est le placement contre le mur, sur un socle, qui a procuré les meilleurs résultats. Sur la figure 5, la réponse s'étend sans accident trop marqué entre 50 Hz et 20 kHz, avec une meilleure linéarité et sans la chute brutale de niveau au-dessous de 70 Hz constatée sur la figure 3. Il n'y a rien de vraiment nouveau dans cette constatation sinon qu'il est bon de se remettre en mémoire le fait que la courbe de réponse en fréquence peut varier très sensiblement d'un local à un autre de façon imprévisible. En 1979, la firme danoise Brüel et Kjær publiait un petit fascicule intitulé « Mesures électro-acoustiques ». Dans celui-ci sont représentées des courbes comparatives de cinq enceintes dans trois locaux

différents (figure 6). On remarquera que chaque local d'écoute se comporte de façon bien personnalisée en fonction de chaque type d'enceinte, de sorte que, même à partir de cinq courbes d'enceintes, il reste très difficile d'en déduire la courbe de réponse propre à chaque enceinte ou les résonances, les anti-résonances provenant du local, mis à part de gros défauts.

## Correction des fréquences graves

La correction acoustique de la salle d'écoute est pour ainsi dire impossible à réaliser pour les fréquences inférieures à environ 100 Hz, du moins à l'aide de moyens acoustiques simples. Moquettes, tapis, tissu mural, tentures ne sont pratiquement d'aucune efficacité, ce que les mesures mettent facilement en évidence. Les résonances les plus désagréables, celles qui procurent un son caverneux, « boomy » se situent entre 50 et 150 Hz en moyenne. Elles sont particulièrement gênantes lorsqu'elles sont situées aux alentours de 100 Hz : effet de masque des fréquences inférieures, timbres dénaturés, sensation de traînage. L'examen des différentes courbes publiées montre que les surtensions sont parfois très élevées. Ces surtensions peuvent se mesurer de façon plus précise lors d'un balayage lent en fréquences. Les surtensions atteignent alors facilement des valeurs de l'ordre de 20 à 70. Or, pour prendre un exemple pratique, aucun égaliseur n'est capable d'atténuer de 20 à 30 dB une bande de fréquences très étroite, comprise par exemple entre 79 et 82 Hz. Sur les égaliseurs paramétriques courants, il est fait appel à des circuits dont les points d'inflexion peuvent atteindre 30 ou 33 (figure 7) mais dont l'amplitude de correction ne dépasse pratiquement jamais  $\pm 12$  dB, pour lesquels la surten-

sion reste de valeur très modérée (4,3 par exemple). L'égaliseur de la figure 7 assure des corrections conformes aux normes ISO que les constructeurs appliquent souvent. Comme on pourra le constater, ces correcteurs 80 Hz et 100 Hz poussés à fond en atténuation ou en accentuation ne produisent à la fréquence intermédiaire, 88 Hz environ, qu'un écart de 3 dB seulement. Comme on le voit et malgré la présence de 33 points d'inflexion, on est très loin des 15 à 30 dB requis dans une bande de fréquence de quelques hertz. Pour des résonances isolées de faible amplitude, ce genre de correcteur est d'une bonne efficacité. Encore faut-il pouvoir être capable de faire la moyenne de plusieurs mesures effectuées à différents endroits dans la pièce et non seulement une seule depuis le point d'écoute. Les mesures en phase montrent d'ailleurs qu'une correction efficace est impossible en raison d'importantes rotations d'un point à un autre. Les filtres passifs ou actifs éliminateurs de bande (la correction s'effectue le plus souvent par atténuation des résonances plutôt que par accentuation des anti-résonances) sont plus efficaces mais n'existent pas sous forme de produit fini, à de très rares exceptions près.

Les résonateurs de Helmholtz et dérivés (double et triple résonateur, etc.) sont d'excellentes solutions auxquelles on fait appel principalement dans le secteur professionnel (studios) et dans les salles de concert. Quelques spécialistes du traitement acoustique ont été un peu plus loin en proposant différentes sortes de résonateurs, des panneaux à parois souples que l'on place à une distance très précise des murs. Pour le traitement acoustique de la bande 300 Hz ~ 20 kHz, il existe par contre de nombreuses possibilités : tissu, parois spéciales, matériaux composites en plaques, mousse cellu-

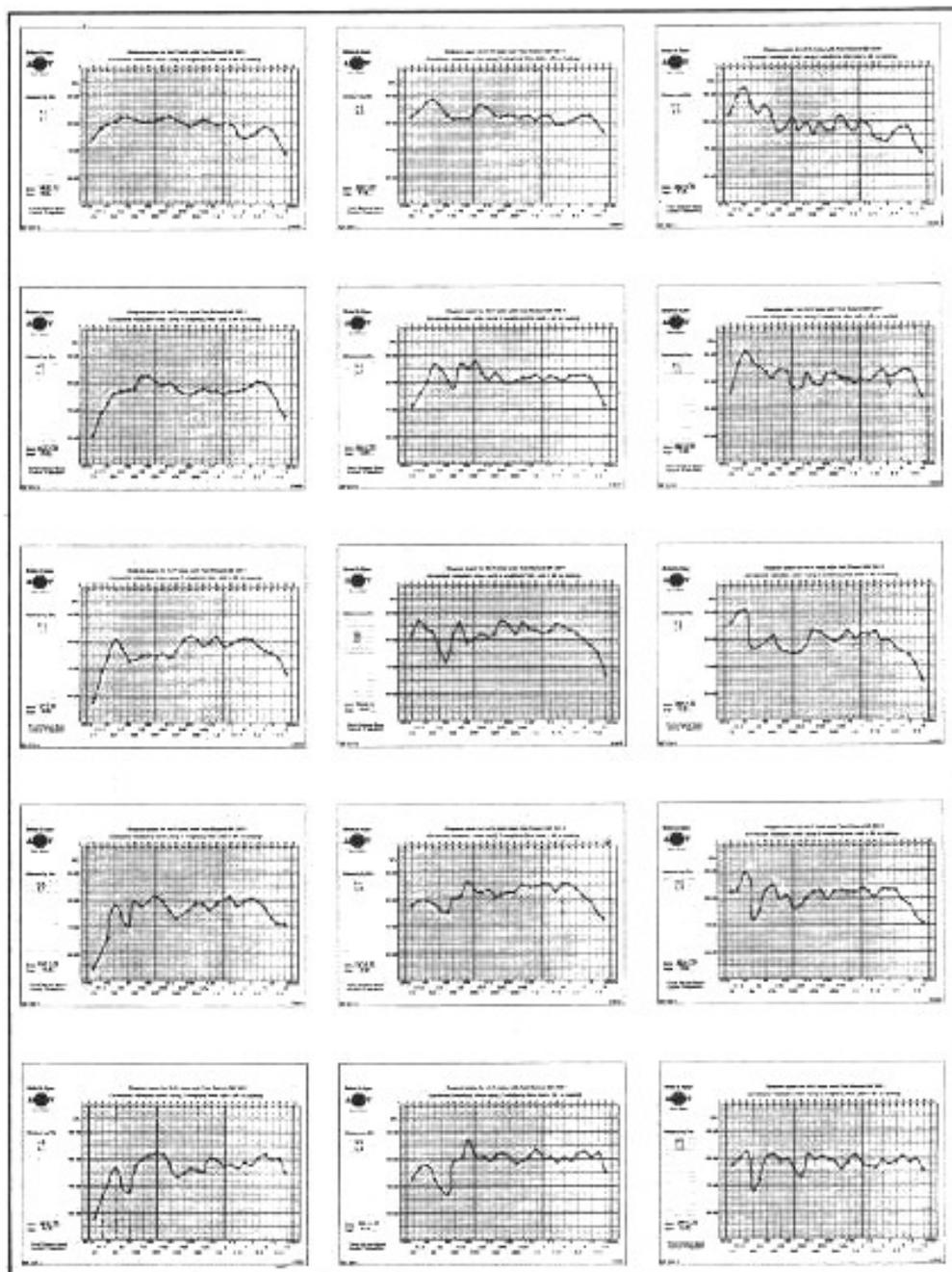


Fig. 6 : Essai comparatif de cinq enceintes dans trois locaux différents (d'après Brüel et Kjær, 1979). Comme on pourra le constater, chaque local se comporte de façon bien personnalisée en fonction de chaque type d'enceinte.

laire, dont l'efficacité d'absorption se fait ressentir à partir de 300 Hz environ. Ces panneaux, judicieusement disposés, peuvent participer à la suppression d'ondes stationnaires dans la pièce d'écoute et d'échos de murs parallèles (que l'on perçoit en frappant des mains) (figure 8). Une correction plus précise et plus sérieuse devient une affaire d'expert et nécessite des appareils de mesure adaptés. Rappelons toutefois que ces conditions de mesure restent sans rapport

avec celles d'une écoute normale en binaural.

## Possibilités futures

Il ne fait aucun doute que les techniques numériques seront d'un grand secours, pour ne pas dire indispensables, à la correction acoustique de la salle d'écoute par voie active. Seules ces dernières sont capables, pour un prix qui peut rester modéré par rapport à son équivalent en analogique, de répondre simulta-

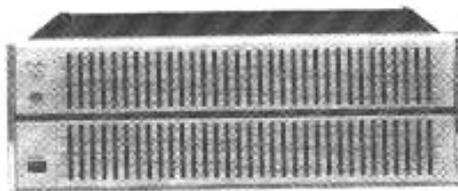


Fig. 7 : Exemple d'égaliseur graphique 1/3 d'octave à 33 bandes (Accu-phase G-18). L'amplitude des corrections est de  $\pm 12$  dB. La surtension pour chaque correction a une valeur fixe de 4,3.

nément à différentes exigences nécessaires à une correction vraiment efficace, soit :

- corrections des résonances, des anti-résonances de façon très précise, stable, avec des surtensions pouvant atteindre des valeurs très élevées ;
- amplitude des corrections pouvant atteindre des valeurs élevées (20 à 40 dB par exemple) ;
- possibilité d'analyse très précise des caractéristiques acoustiques du local d'écoute ;
- possibilité de créer des « familles harmoniques » de résonances ou anti-résonances (60, 120, 240, 480 Hz par exemple) ;
- possibilité de mise en mémoire de différentes corrections avec les applications qui peuvent en découler ;
- possibilité d'ajouter aux corrections indiquées ci-dessus les capacités, les effets d'ambiance de type DSP ;
- possibilité d'insertion d'un système anti-diaphonie (enceinte gauche-oreille droite et vice versa) pour améliorer l'effet stéréophonique et l'écoute des prises de son en binaural.

Pour les corrections par voie

passive, de nombreux produits existent mais sont peu accessibles au grand public, ce d'autant plus qu'il doit en être fait usage de façon adéquate, à l'aide de mesures précises et d'un savoir-faire de professionnel. Là aussi, l'audio numérique, l'ordinateur, les modems servant aux transmissions par téléphone à des centres spécialisés (ces systèmes existent au Japon depuis 1982) permettront à partir de ces résultats de donner des informations précises sur les corrections à apporter et si celles-ci peuvent être effectuées de façon passive ou active. Des résonateurs de Helmholtz pour utilisation domestique, empilables et entièrement ajustables, seraient bienvenus tout en répondant à des critères d'ordre esthétique compatibles avec les exigences des consommateurs. N'oublions pas qu'une correction efficace à une fréquence basse par cette méthode peut conduire à un encombrement non négligeable. Pour la correction des fréquences plus

élevées, les méthodes sont plus classiques, moins encombrantes (panneaux, traitements de surface d'assez faible épaisseur), ce qui n'est pas le cas des fréquences graves vu l'impossibilité de modifier les rapports de proportion de la salle d'écoute.

Il est par contre fort possible que ces solutions soient trop compliquées, trop onéreuses pour en assurer une vulgarisation rapide. Si le casque est une solution qui fait abstraction de tous ces problèmes, une autre possibilité pourrait être la mise au point, dans un avenir proche de mini-systèmes d'enceintes de très haute qualité conçues pour une écoute de proximité (1 m à 1,50 m par exemple) puisse être une autre alternative.

Après la stéréophonie, l'audio numérique, les prochaines étapes devront tenir compte de ces problèmes liés à l'acoustique, au bruit de fond de la pièce d'écoute, au voisinage, au prix de revient ainsi qu'aux caractéristiques de l'oreille.

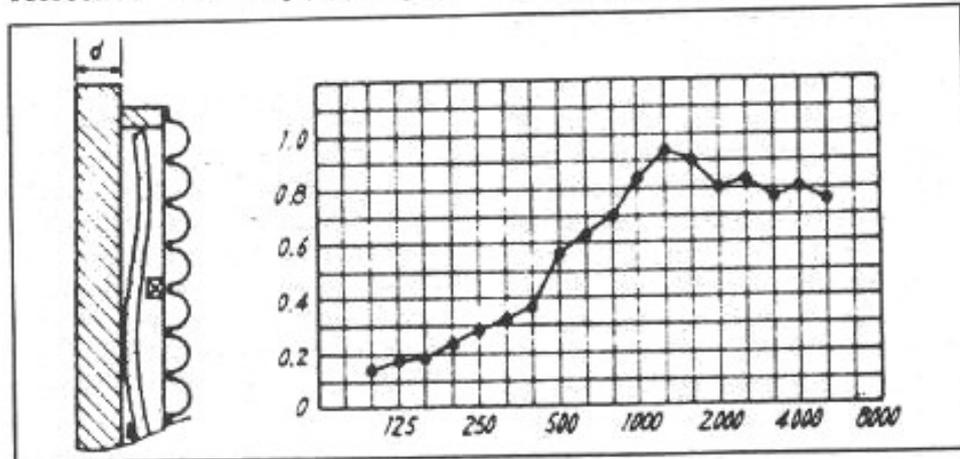


Fig. 8 : Efficacité d'absorption en fonction de la fréquence d'une paroi composite (mousse avec reliefs en surface + grilles + absorbants). Elle diminue rapidement en-deçà de 1 000 Hz.

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

- Réalisation personnelle -

# DECODEUR/CONVERTISSEUR AUDIONUMÉRIQUE PAPAR GENERATION 1 - EVOLUTION 2

*Afchine A. Nassérian*

**L**

*article portant sur l'audio-numérique publié dans le n° 11 promettait un second volet consacré à la réalisation d'un décodeur/convertisseur séparé ; ce dernier conçu pour être utilisé en conjugaison avec les meilleurs « drivers » et/ou lecteurs (munis d'une sortie Digital). Le voici !*

*Encore une fois (et heureusement) le fil conducteur, lors de la conception de ce maillon « audio », a été la musicalité et la performance subjective.*

*Dès lors, l'accent a été mis entre autres et plus particulièrement sur le combat contre le « jitter », mal portant une signature incontestable sur le son ; et bien entendu le filtrage numérique/suréchantillonnage et la conversion numérique/analogique.*

*En effet, la volonté a été d'essayer d'aller plus loin et de faire mieux que de recopier les « Data & Application Sheet » des fabricants de circuits intégrés spécifiques à l'audio-numérique. Aussi, un projet d'un second convertisseur basé celui-ci sur les DSP (Digital Signal Processor : calculateurs spécifiques aux traitements des signaux numériques), à l'instar des Wadia, Krell, et Theta Digital... est en phase d'études avancées (les simulations sur ordinateur de l'algorithme d'interpolation étant déjà très prometteuses).*

*L'objectif de l'étude de ce second convertisseur DSP est d'essayer de surpasser les meilleures performances subjectives et objectives des Wadia, à noter la notion d'air autour des instruments, leur stabilité de positionnement dans l'espace et la réponse transitoire en y associant la profondeur de champ des Theta Digital, tout en améliorant la dynamique et le rendu des petits signaux.*

*Objectif certes ambitieux, et qui demanda au préalable de comprendre le pourquoi de la personnalité sonore de ces « maillons ». Un coût aussi à la hauteur de l'ambition ; mais quand la passion pousse à la recherche de plus de vie et d'espace pour les sons, pardon, la musique reproduite... !*

*Mais commençons d'abord par le commencement :*

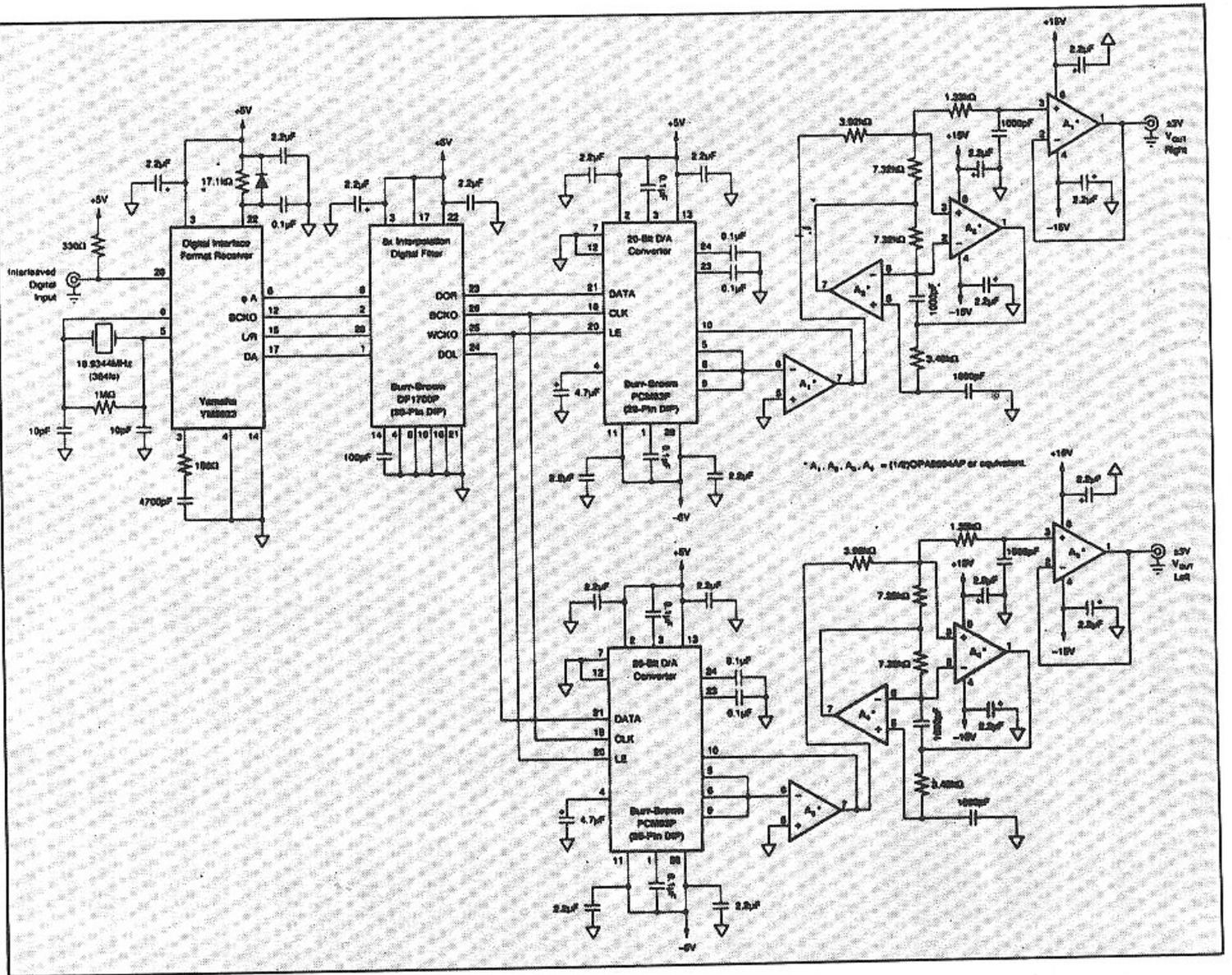


Schéma de configuration d'un décodeur classique.

L'article proposé est une série de trois (longueur oblige) concernant la réalisation d'un décodeur remplissant la fonction de conversion numérique/analogique des signaux sériels de format « Bi-Phase Mark Code », signaux disponibles aux sorties

numériques de tous lecteurs de support numérique

Ce premier volet traitera en premier des généralités telles que :

— la structure de base d'un décodeur classique illustré d'un schéma simple et performant

issu du Data Sheet d'un circuit intégré de convertisseur digital-analogique, le PCM 63 de Burr-Brown :

— la structure de base du décodeur amélioré, l'objet de la description de ces articles ;  
 — son schéma synoptique accompagné d'une description préliminaire et sommaire de chacun de ces étages constitutants.

Puis sera entamée une partie des descriptifs détaillés : des étages d'entrée, de démodulation et de filtrage/suréchantillonnage numérique. A noter que le convertisseur ici proposé ne sera pas à DSP, mais que ces performances objectives et subjectives s'en approchent sensiblement et pourraient même les dépasser dans quelques domaines.

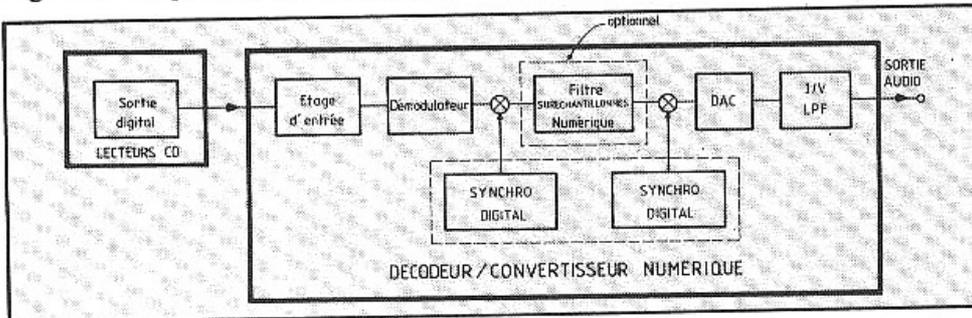


Fig. 1 : Représentation très schématique de l'organisation interne d'un décodeur/convertisseur numérique. L'utilisation d'un filtre suréchantillonné est optionnel. Par rapport à la configuration classique, notre décodeur comporte l'adjonction de deux dispositifs de synchronisation digitale « anti-jitter » aux points les plus critiques.

## Généralités

L'architecture générale d'un décodeur/convertisseur dit « classique » est basée sur une mise en cascade de quatre ou cinq étages qui sont les suivants (cf. fig. 1) :

- étage d'interface et de mise en format logique ;
- étage de démodulation Bi-phase Mark Code ;
- étage de filtrage/suréchantillonnage numérique (optionnel) ;
- étage de conversion digital/analogique ;
- étage de conversion et de traitement analogique.

Naturellement, les fonctions énumérées ci-dessus sont confiées et remplies par des circuits intégrés « bien » spécifiques, conçus et optimisés par les grands constructeurs (Sony, Yamaha, Technics, Toshiba...).

Cependant, les décodeurs/convertisseurs dits de configuration classique, même très poussés dans les détails, souffrent d'instabilité sur l'axe de temps des signaux numériques (jitter) provoquée semble-t-il, par les infimes irrégularités de la rotation des disques CD et/ou par la propagation non optimisée des signaux numériques de fréquences aléatoires.

Cette configuration classique peut donc être — et a été — améliorée en y incluant des dispositifs de contrôle et de resynchronisation des signaux numériques aux points estimés les plus critiques (voir fig. 1). Ceux-ci, au nombre de deux, ont été choisis à l'« amont » et à l'« aval » du filtre numérique suréchantillonneur. L'influence et la propagation de « jitter » ont ainsi été voulues minimisées.

## Nouveauté, particularité

Ce décodeur visant la meilleure des performances musicales, les efforts ont été particulièrement axés sur la transmission et le trai-

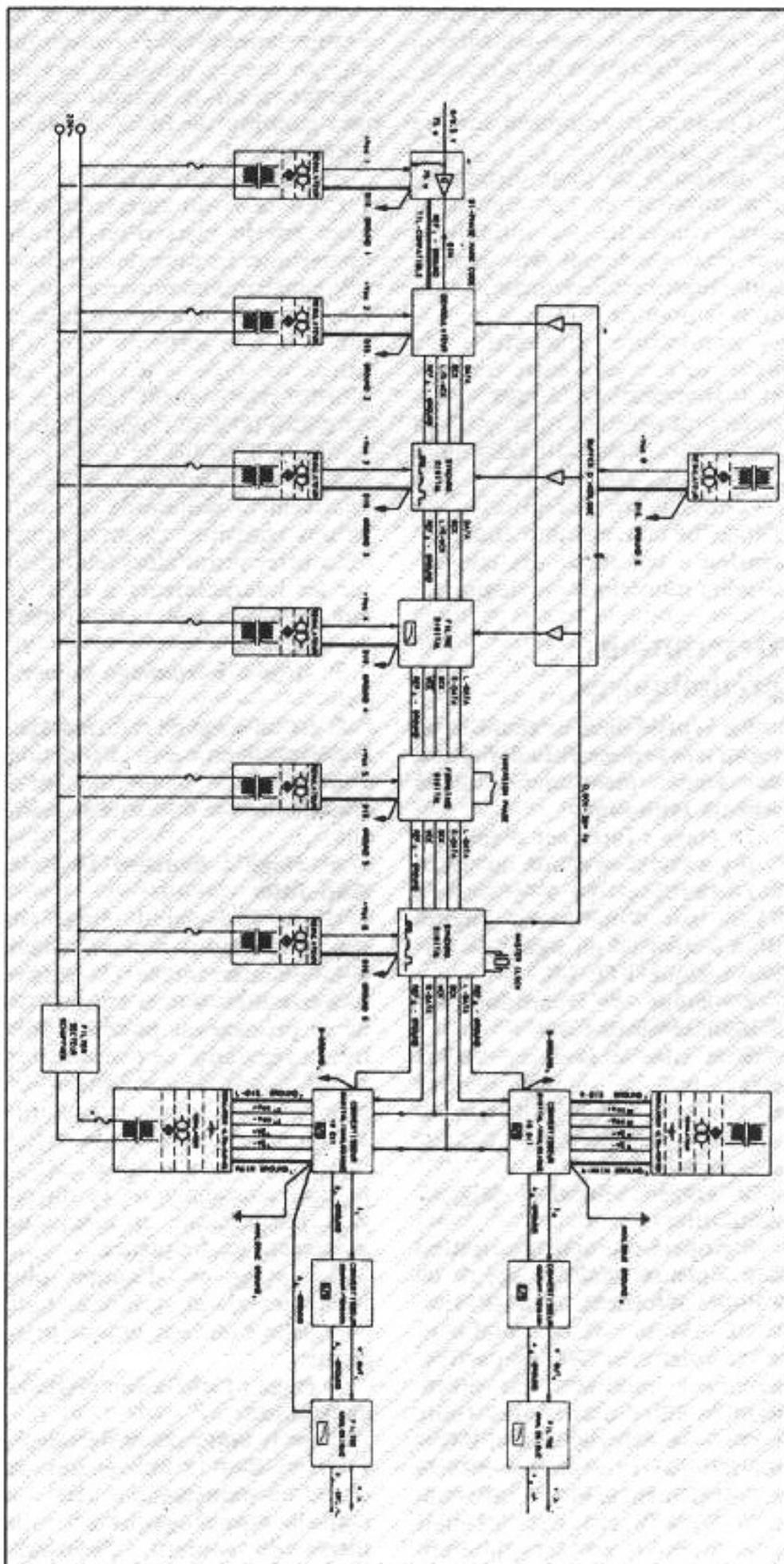


Schéma synoptique du décodeur.

tement des signaux numériques, sur les étages de post-conversion et la configuration des alimentations.

Cet appareil comporte dès lors trois originalités :

- inclusion de deux dispositifs d'absorption et de régulation pour combattre les instabilités sur l'axe du temps des signaux numériques ; phénomène connu sous le nom de « jitter » ;
- architecture innovatrice de lignes de masses « entre étages » et « alimentations/étages » destinée à la prévention et/ou à la minimisation de toute possibilité de naissance de jitter ;
- conception originale de l'étage de conversion « courant/tension » (en sortie des convertisseurs numérique/analogique).

## Descriptions préliminaires

Est reprise dans ce chapitre de façon très sommaire la définition des étages mentionnés sur le schéma synoptique.

### 1<sup>er</sup> étage : Interface d'entrée

Il y a une conversion du signal standardisé (0,5 V max/75 Ω) issu d'une sortie Digital d'un lecteur en un signal de format logique TTL-LS.

### 2<sup>e</sup> étage : Démodulateur « Biphase-Mark Code »

Sont issus à la sortie de cet étage tous les signaux maîtres BCK, Data, WCK ainsi que les signaux périphériques comme Desemphasis, Error...

### 3<sup>e</sup> étage : Synchro Digital, Anti-Jitter

S'y opère une synchronisation des signaux maîtres reçus de l'étage précédent afin d'éviter toute erreur et/ou omission d'informations. Cela est particulièrement important car précédant le filtre numérique, toute erreur ou déformation d'information par le « jitter » affecte non seulement le bloc d'information (Data Block) concerné mais une multitude de blocs, le nombre de blocs touchés dépendant

évidemment de la nature et de l'importance du filtre numérique mis en œuvre (puisque lors du filtrage est pris en compte un certain nombre de blocs de datas antérieurs...).

### 4<sup>e</sup> étage : Filtre digital

C'est celui du suréchantillonnage par le biais d'un filtrage numérique. Le taux de suréchantillonnage mis en œuvre est octuple, la quantification se faisant sur 18 bits en sortie du filtre. Ce filtre, de type « R.I.F. », est d'ordre relativement faible. Il a été choisi pour sa réponse impulsionnelle d'excellente facture ne comportant qu'une quantité relativement réduite de suroscillations parasites, caractéristique rencontrée jusqu'alors seulement sur les interpolateurs à DSP (à une exception près : le YM 3805 de Yamaha).

### 5<sup>e</sup> étage : Formatage numérique

C'est un étage de reformatage. Il comporte en outre la fonction d'inversion de phase du signal musical dans le domaine numérique.

### 6<sup>e</sup> étage : Synchro Digitale, Anti-Jitter

C'est le second étage de synchronisation. Contrairement à la première étape (3<sup>e</sup> étage), une erreur est moins critique car ne se propageant pas. Par contre, la régularité de transmission du « flux d'informations » est primordiale, toute irrégularité entraînant directement la déformation du signal musical, déformation entraînant de la distorsion harmonique et même un glissement en fréquence.

Cet étage est d'autant plus fondamental et critique qu'il comporte l'horloge unique principale.

### 7<sup>e</sup> étage : Conversion digitale/analogique

C'est le cœur de ce décodeur, y prend lieu la conversion du signal « numérique » en un signal « analogique » sous forme de courant. Contrairement à la mode en cours et à

l'encontre d'une meilleure compétitivité économique, la nouvelle génération de D.A.C. de type 1 bit, Pulse ou MASH n'y a pas été utilisée.

L'introduction d'un supplément de filtrage, bien que numérique, de diverses triturations du signal « genre Noise Shaping » et de trop de sensibilité à la stabilité d'une horloge relativement plus rapide (33 à 45 MHz au lieu de 16,9 MHz) font que ses performances sont jugées inférieures sur le plan musical (notamment, sensation de manque de corps sur les signaux de faible niveau, manque d'aération générale et son moins vivant et trop réservé).

Les convertisseurs utilisés sont de type « échelle de courant d'une résolution de 18 bits ».

### 8<sup>e</sup> étage : Conversion I/V (courant/tension)

Beaucoup plus original dans son choix que dans sa technologie, il peut être qualifié d'ultra-linéaire ; complément idéal donc du convertisseur à échelle de courant atteignant ainsi la linéarité à faible niveau des meilleurs 1 bit.

La classique configuration à base d'ampli-op (de quelques performances qu'elles soient) a été évitée : taux de contre-réaction très élevé, grande influence et/ou pauvre réjection d'alimentation en haute fréquence, performances propres limitées en termes de linéarité à faible niveau, sont autant de désavantages générateurs potentiels de contre-performances.

### 9<sup>e</sup> étage : Buffer analogique

A l'instar de l'étage précédent, aucun ampli-op ni de boucle de contre-réaction. Une configuration à base d'éléments discrets de faible bruit.

Très, très rapide, il a été conçu pour suivre avec aisance le rythme de suréchantillonnage octuple, évitant ainsi toute intermodulation avec la fréquence parasite du suréchantillonnage (358 kHz).

Sa faible impédance de sortie en dynamique rend non seulement l'attaque de l'étage « **filtre analogique** » optimal, mais assure également une impédance de sortie correcte.

#### 10<sup>e</sup> étage : Filtre analogique

Etage destiné à résorber tous résidus de bruits dus à l'« **échantillonnage/quantification** », sa configuration a été choisie, volontairement, la plus simple possible pour préserver au maximum la phase et la réponse impulsionnelle du signal musical.

Filtre passif passe-bas de premier ordre.

#### 11<sup>e</sup> étage : Buffer d'horloge

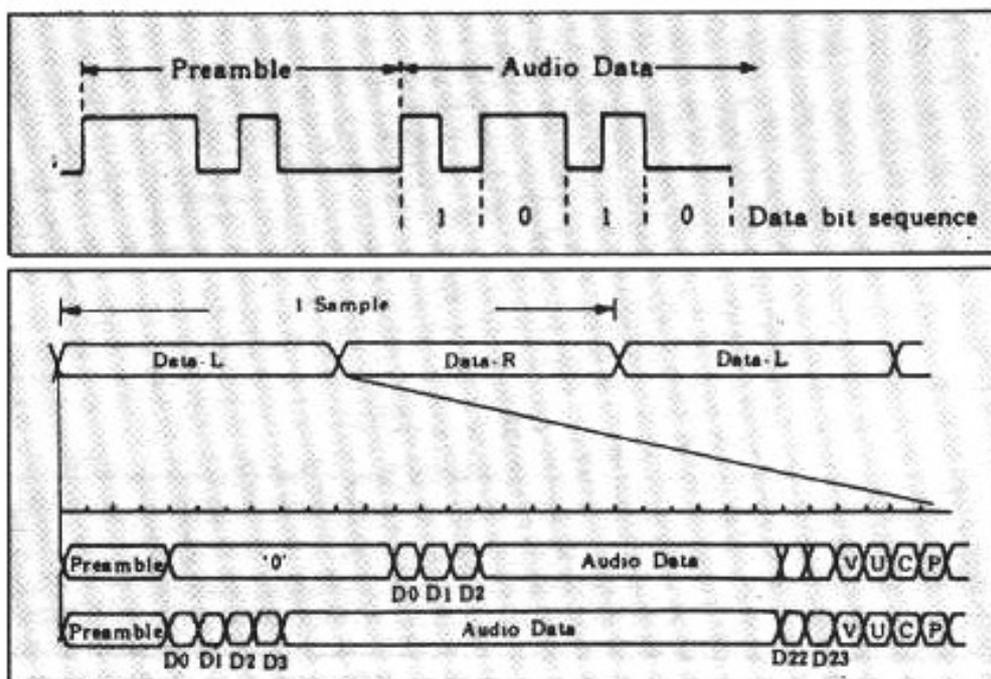
L'horloge étant centralisée au 6<sup>e</sup> étage, il fut décidé que la distribution de celle-ci vers les autres étages se ferait par l'intermédiaire de buffers distincts ; la possibilité d'éventuelles interactions/perturbations entre étages a donc été minimisée à ce niveau.

#### 12<sup>e</sup> étage : Alimentations

Une configuration et une disposition très particulières ont été adoptées pour celles-ci :

Chaque étage numérique et/ou analogique possède une alimentation propre à partir d'un transformateur et/ou des enroulements de transformateur distincts. Ayant pour but de doter chaque étage d'une ligne de masse distincte de très faible impédance pour son alimentation, cela permet de plus de dissocier partiellement les lignes de « masse d'alimentation » et « masse de référence potentiel 0 » pour la liaison et la communication entre les étages. Dotée d'une impédance 50 fois plus élevée, la « **masse référence potentielle** » ne servira que de référence pour les lignes de communication numérique alors que la première, d'une impédance bien plus faible, servira de ligne de fourniture d'énergie et d'évacuation des parasites.

Quant aux alimentations proprement dites, pour la partie



Structure du signal « Bi-Phase Mark Code ».

numérique, elles peuvent être qualifiées d'assez classiques bien que très surdimensionnées.

Elles portent quand même la particularité d'être forcées vers un point de fonctionnement s'apparentant au mode classe A (dans les étages de sortie des amplificateurs).

Concernant les DACs et les étages analogiques, bien plus particuliers, les alimentations comportent quatre étages de stabilisation et/ou de régulation par ligne, le dernier de type « **régulé ultra-rapide** ».

## Descriptifs détaillés

Le chapitre qui suit reprend de façon détaillée la description de chaque étage abordé précédemment, une description faisant part en outre des divers circuits visés, ou mieux, essayés pour la même fonction ; du pourquoi des choix et finalement la configuration détaillée de l'étage.

### Etage d'entrée

A lui revient les deux tâches d'« **interfaçage** » puis de « **formatage** ». Pour mieux cerner son rôle, il faut rappeler sommairement que le signal « **Bi-Phase Mark Code** » est le signal standardisé par Philips-Sony

pour la communication numérique « **Mono-Link** » (en quelque sorte « **unifilaire** ») entre tous types de lecteurs de supports numériques (CD, DAT...) et les décodeurs convertisseurs séparés, signal se concevant à partir des signaux numériques au format TTL.

Pour diverses raisons, à la transmission entre appareils, le format n'est plus le TTL mais il est fixé sous la forme 0-0,5 V/75 Ω. Le format TTL théorique étant de 0-5 V, une réduction de l'amplitude et une adaptation de l'impédance du signal s'imposeraient avant transmission. Actuellement et dans la majorité des cas, cette opération est confiée à un transformateur HF. Mais la fréquence de ce signal étant fortement variable (pour ne pas dire aléatoire), la qualité de sa transformation, en termes de respect de phase instantanée et donc du « **jitter** », est très tributaire de la qualité intrinsèque du transformateur.

D'un autre côté, une fois le signal transféré au décodeur/convertisseur, l'opération inverse de transformation-multiplication d'amplitude devrait avoir lieu « avec la plus grande précision » afin de rame-

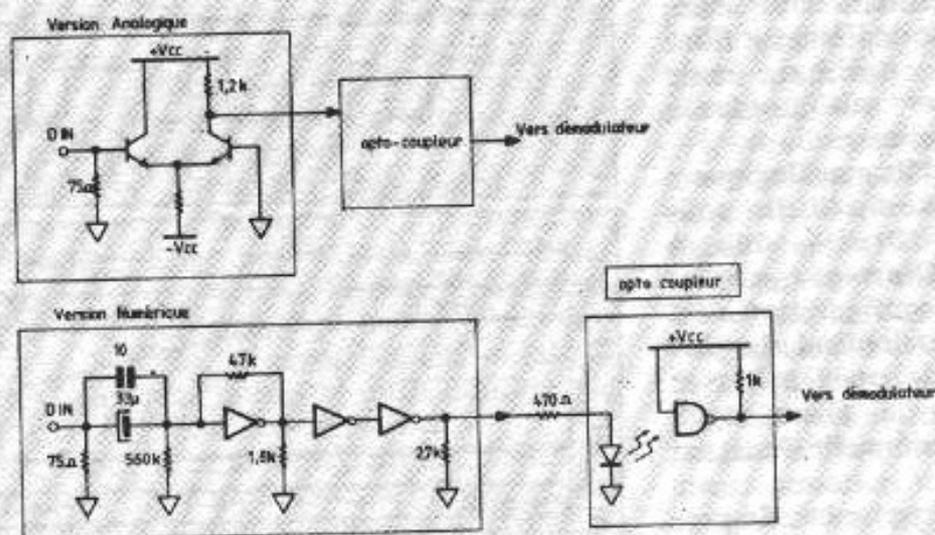


Fig. 2a : Les deux versions essayées pour la configuration de l'étage d'entrée.

ner le signal au format TTL.

Deux types de montages ont donc été réalisés puis évalués. La figure n° 2 montre les deux circuits. Le premier, de type analogique, bien que très performant, a été écarté au profit du second mettant en œuvre une technique numérique. Une bien plus grande simplicité a motivé le choix de l'étage basé sur le « buffer-inverseur » logique 7404 de la famille HCU (74 HCU 04). A noter, en se référant à la figure n° 3 que les autres familles logiques ne peuvent convenir pour l'opération.

Par ailleurs, les signaux 0-0,5 V/75 Ω provoquant des courants pulsés de 10 mA, la ligne de masse dans cette zone s'avère parasitée et très bruyante. Une isolation par rapport aux autres lignes de masse a été souhaitable et donc retenue afin d'éviter la propagation des parasites toujours génératrice de perturbations. Rien de plus naturel pour cela que d'avoir fait appel à un opto-coupleur rapide de référence 6N137. La figure n° 4 donne quelques caractéristiques de cet élément.

### Démodulateur

La sortie de l'opto-coupleur attaquant sous format TTL le

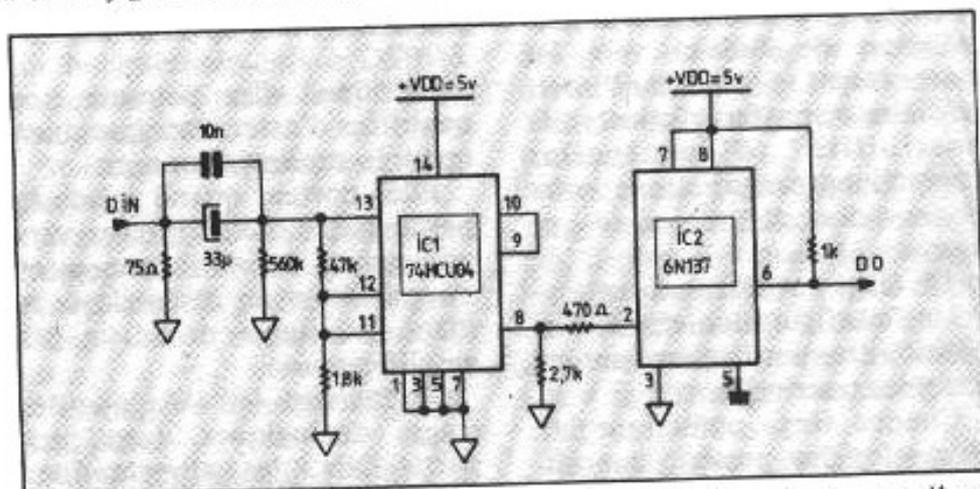


Fig. 2b : Configuration du premier étage.  $D_{in}$  : signal en provenance d'une sortie numérique.  $D_o$  : signal de sortie de l'étage vers le démodulateur.

démodulateur, une démodulation du signal Bi-Phase Mark Code en signaux sériels Clock, Data, Word Clock, L/R Clock et Desemphasis Status peut avoir lieu dans des conditions optimales.

Le circuit retenu pour cette tâche est le fameux et universel YM3623B de chez Yamaha se trouvant dans la plupart des appareils de haut de gamme comme Stax, VTL, Audio-Research, PS Audio, etc. Bien entendu, ce circuit n'a pas été l'unique étudié : les SAA 7274 (Philips), TC 17GO14 AF (Kenwood) et le CXD 1076 (Sony) ont également fait l'objet d'investigations approfondies (et même

d'essais en ce qui concerne le Sony). Le SAA 7247 a semblé très intéressant au premier abord, dans le sens où :  
— il préconise un VCO à base de quartz ;  
— son entrée est conçue pour des signaux 0-0,5 V, ne nécessitant donc aucun étage d'entrée de transformation.

Mais, malheureusement, ses lignes de communication sont de type I<sup>2</sup>S spécifique à Philips rendant bien difficile l'emploi de circuits périphériques autres que ceux de ce constructeur (à moins de reformater les signaux en sa sortie).

Le TC 17GO14 AF de chez Kenwood, assez classique de

## TC74HCU04P/F

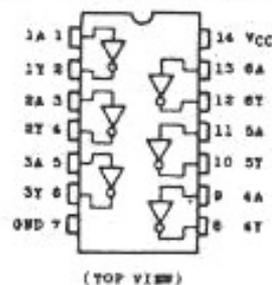
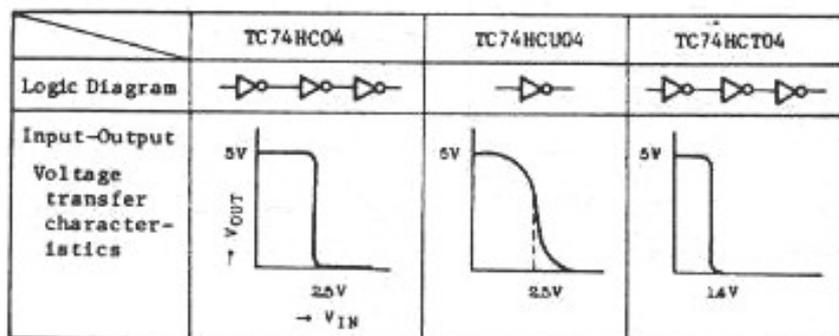


Fig. 3 : Différents types de familles pour le buffer logique d'entrée.

conception, a l'inconvénient d'être lourd à la mise en œuvre. Il n'a donc pas semblé intéressant à l'emploi.

Un circuit bien intéressant a été le Sony CXD 1076. Cependant, un VCO extérieur et un générateur d'impulsions devaient lui être associés pour permettre son fonctionnement correct.

Le YM 3623 est le dernier élément du lot. Comme l'atteste son schéma de configuration interne (fig. n° 5), il s'agit d'un circuit très complet incluant en outre le « PLL » (Phase Locked Loop) requis pour la réception du signal Bi-Phase Mark Code. La partie « VCO » (Voltage Controlled Oscillator) de ce PLL étant de type analogique, elle permet le décodage des trois fréquences d'échantillonnage standard : 32 kHz (satellite), 44,1 kHz (Compact-Disc) et 48 kHz (DAT).

Sa souplesse apparente à l'emploi cache néanmoins deux inconvénients majeurs :

- le VCO analogique est beaucoup plus sujet au « jitter » que son équivalent numérique à base de quartz ;
- l'existence d'une constante de temps bien spécifique pour le PLL en fonction de chaque fréquence d'échantillonnage.

Dans un autre registre, ce circuit, quand il est comparé à ses concurrents, révèle une curieuse particularité : la coexistence de deux horloges, la seconde à quartz (la première étant celle du VCO) dont le rôle n'est pas très clairement défini. Au premier abord, cette seconde horloge pourrait laisser supposer qu'elle remplit une fonction de synchronisation et de régulation du flux des données mais le Data Sheet semble attester d'une autre fonction.

Pour clore ce paragraphe,

notons que ce fut ce circuit qui a été retenu. La constance de temps de son PLL a été calculée et optimisée pour la fréquence d'échantillonnage des CD (c'est-à-dire 44,1 kHz).

Par ailleurs, d'autres essais ont été envisagés et sont en cours d'élaboration. Ils concernent des montages théoriquement plus performants mettant en œuvre deux PLL au lieu d'un pour une réception et une lisibilité encore meilleures du signal.

### Suréchantillonnage Filtrage numérique

C'est l'étage exerçant la plus grande influence sur la qualité du son : il est essentiel en ce qui concerne la performance subjective. Les informations numériques y subissent un remaniement et une transformation importants. Des informations supplémentaires y prennent également naissance à partir et en corrélant

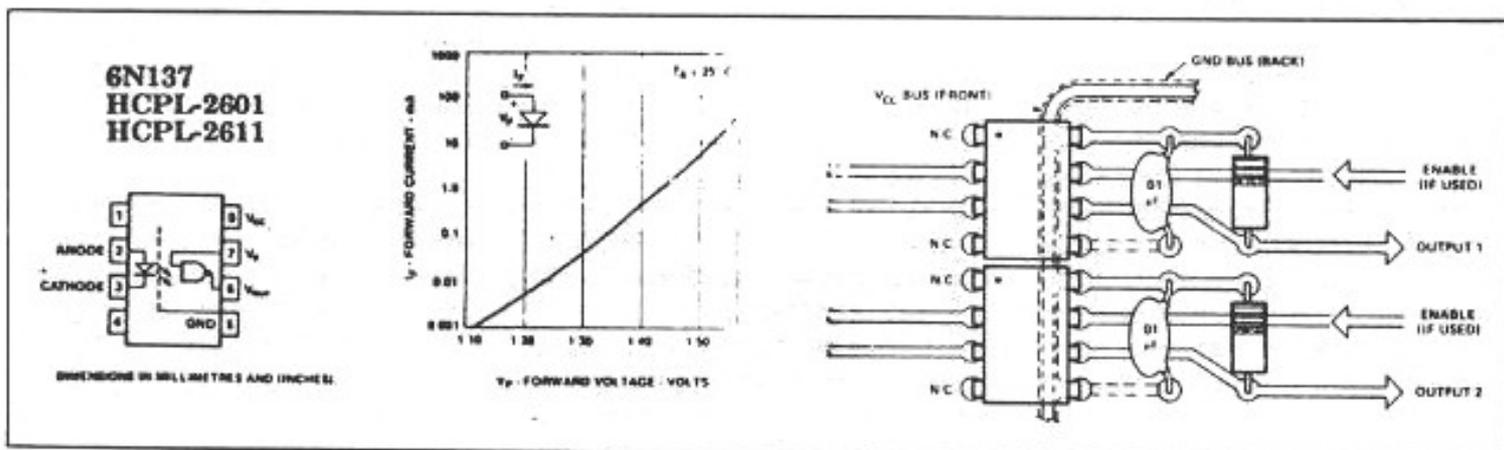


Fig. 4 : Quelques caractéristiques de l'optocoupleur utilisé.

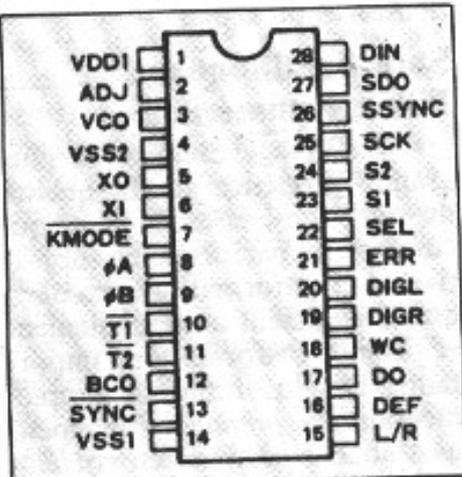
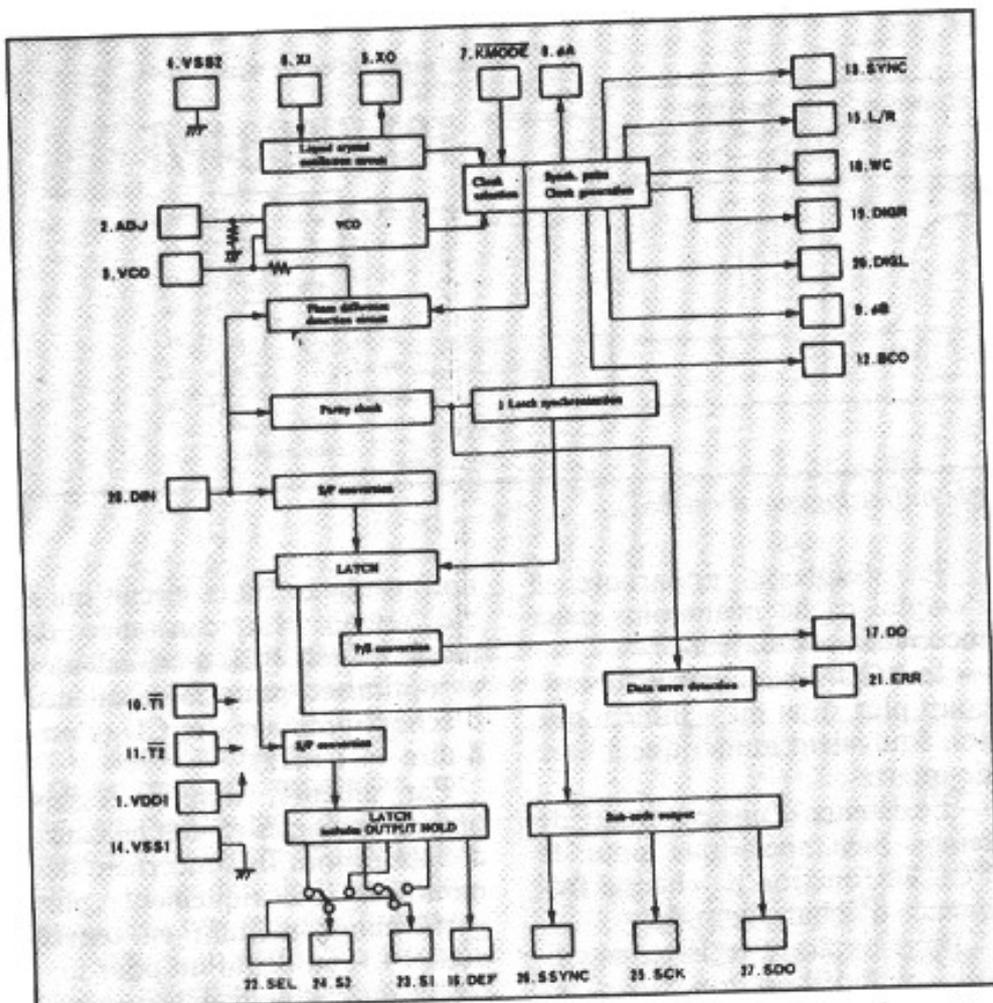


Fig. 5 a et b : Configuration interne du démodulateur.

tion avec les datas déjà existants et extraits du support numérique (en l'occurrence les CD, DAT...). De la stratégie — et donc de l'algorithme — retenue pour effectuer cette corrélation dépendent, très sensiblement, les performances objectives et subjectives que l'on pourra viser et obtenir.

Dès lors, l'architecture adoptée à la conception des Circuits

Intégrés Spécifiques à cette Application est une signature incontestable, créant ainsi facilement des familles sonores.

Parmi les CISA conçus pour les appareils audionumériques, le plus large éventail proposé revient (assez curieusement) aux « filtres numériques ». Ce sont également eux qui ont subi le plus grand nombre d'« évolutions » et d'« améliorations ». Dans le domaine du filtrage numérique, ces améliorations sont incontestables sur les paramètres/résultats objectifs. Mais cette course effrénée à l'obtention de meilleures grandeurs quantitatives comme le « type » et l'« ordre de filtrage », le « taux » et la « pente d'atténuation », l'« ondulation résiduelle », la « bande de réjection », le « taux d'intermodulation » ne va malheureusement pas toujours de pair avec une meilleure performance subjective. Tout au contraire, au cours de ces évolu-

tions, une dégradation de la performance subjective a même été remarquée par certains audiophiles.

Malheureusement, pour des raisons commerciales (nous y sommes tous plus ou moins sensibles, hélas !), ils ne peuvent être que difficilement négligés même pour de meilleurs résultats à l'écoute.

Les deux vecteurs bases ayant définis la direction essentielle de la démarche entreprise dans le choix du filtre numérique suréchantillonneur sont :

- la réponse impulsionnelle pour laquelle la priorité a été donnée à la minimisation de la déformation du signal lors de son passage dans le filtre (1) ;
- l'importance de la taille de l'accumulateur interne (pile opérationnelle) conditionnant la résolution/précision des opérations (ex. : opérations sur 25, 32 ou 45 bits) et ayant une influence très naturelle sur le bruit de calcul.

La figure n° 6 regroupe dans un tableau comparatif quelques caractéristiques de certains des filtres usuels du marché. Tous ces filtres partagent un même point commun : ils sont de type R.I.F. (à Réponse Impulsionnelle Finie), dont la symétrie de la déformation et la constance du temps de propagation de groupe peuvent être citées comme deux des plus remarquables de leurs spécificités (signaux aux flancs symétriques et dont les diverses composantes fréquentielles constituant de ce signal n'ont subi qu'une variation de phase linéaire en leur sortie du filtre).

Dans le registre des performances subjectives, il est intéressant d'évoquer sommairement les caractéristiques de chaque famille de filtres précédemment énoncée.

Les filtres Yamaha se sont distingués par une aération et une image remarquable.

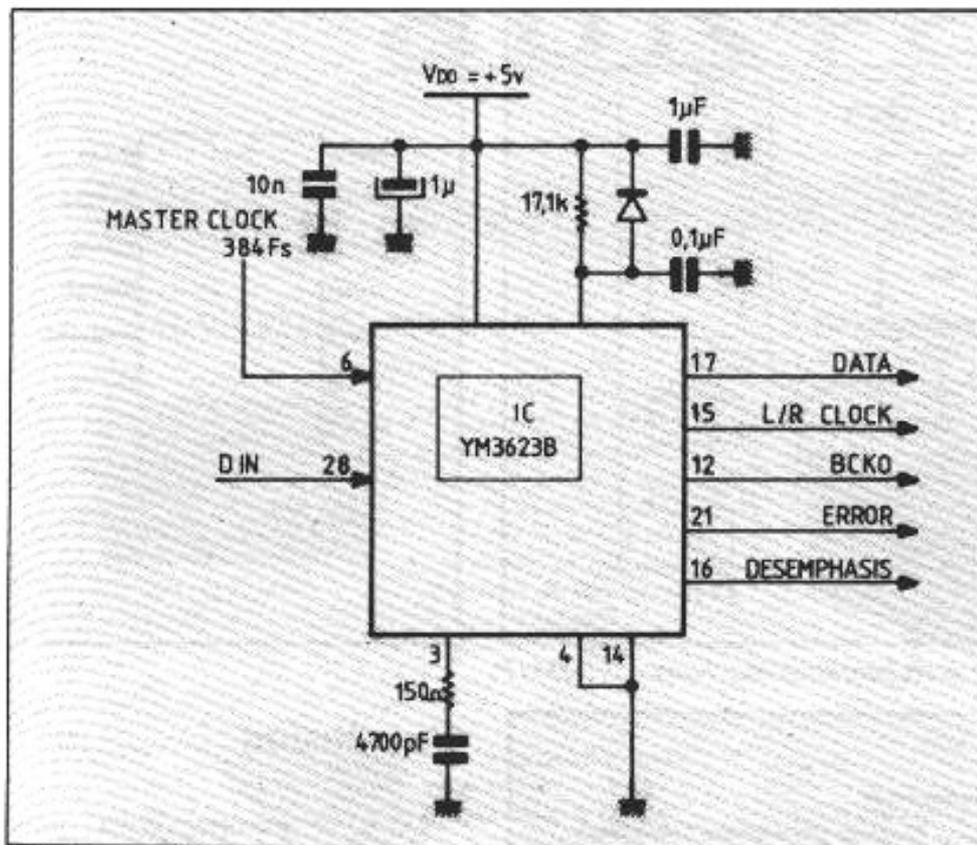


Fig. 5c : Configuration/schéma de l'étage démodulateur.

Le son produit par les filtres NPC peut être qualifié de rigoureux et clinique.

Philips propose le filtre « bon partout » sans exceller dans quelque domaine que ce soit.

Quant aux filtres de chez Sony, ils ont nettement brillé dans les domaines de la précision, de la plénitude et de la dynamique.

Le seul circuit arrivant à concilier l'image, l'aération, la plénitude, la précision, la dynami-

que, la réponse impulsionnelle et le suréchantillonnage octuple a été le Sony CXD 2551. Curieusement, ce circuit met en œuvre le filtrage d'ordre le moins élevé tout en offrant la possibilité d'un suréchantillonnage octuple (création de sept échantillons intermédiaires entre deux échantillons successifs issus du support numérique, subdivisant ainsi en huit l'intervalle de temps entre ces derniers) réduisant sensiblement le bruit et les résidus de

quantification et d'échantillonnage.

Un rapide examen de sa configuration interne (fig. n° 7) révèle la mise en cascade de trois filtres « R.I.F. » pour le filtrage numérique. De plus, il intègre un filtre de type R.I.I. (Réponse Impulsionnelle Infinie) destiné à la correction de « Emphasis ». Cet artifice technique, très utilisé dans les disques de première génération, a été conçu pour minimiser la distorsion à faible niveau dans les fréquences aiguës ; la stratégie adoptée consiste à préaccentuer, avant le transfert sur support, le niveau des fréquences aiguës et à les ramener à leur niveau initial lors de la lecture après la phase de conversion digitale-analogique.

Le second artifice, inclus dans ce chip, pour combattre la distorsion de croisement dite « MSB » des DACs est l'« offset » numérique. L'opération consiste à décaler le signal numérique par rapport au niveau référence 0 en lui ajoutant une valeur fixe, le tout en numérique... bien sûr avant la phase de conversion numérique/analogique. A titre d'exemple, on pourrait dire que le gain en réduction de distorsion serait estimé de l'ordre de 20 dB (10) ; dans le meilleur des cas, pour un offset correspondant à 1/16<sup>e</sup> de l'échelle totale.

Evidemment, cette astuce a le plus grand impact sur la distorsion à bas et très bas niveau en la décalant vers les niveaux moyens. Le bruit parasite, ainsi reporté vers les niveaux de plus grande importance, se noie mieux dans le signal musical (rapport amélioré du signal musical/signal parasite). Dans le chapitre des commodités, le taux de suréchantillonnage « quadruple/octuple » et la quantification en sortie de filtre « 16 ou 18 bits » peuvent être sélectionnés sur le CXD 2551. Ils ont été fixés à « octuple » et « 18 bits » pour la présente application.

Références des filtres	Taux de suréchantillonnage	Ordre des filtres en cascade
Philips : SAA 7220	4	120
NPC :		
SM 5804	4	≥ 110
SM 5813	8	153/29/17
Yamaha :		
YM 3404	4	≥ 140
YM 3414	8	225/43/21
YM 3434	8	≥ 300
Sony :		
CXD 1088	4	83/21
CXD 1244	8	≥ 200
CXD 2551	8	43/11/3

Fig. 6 : Tableau comparatif de quelques filtres numériques.

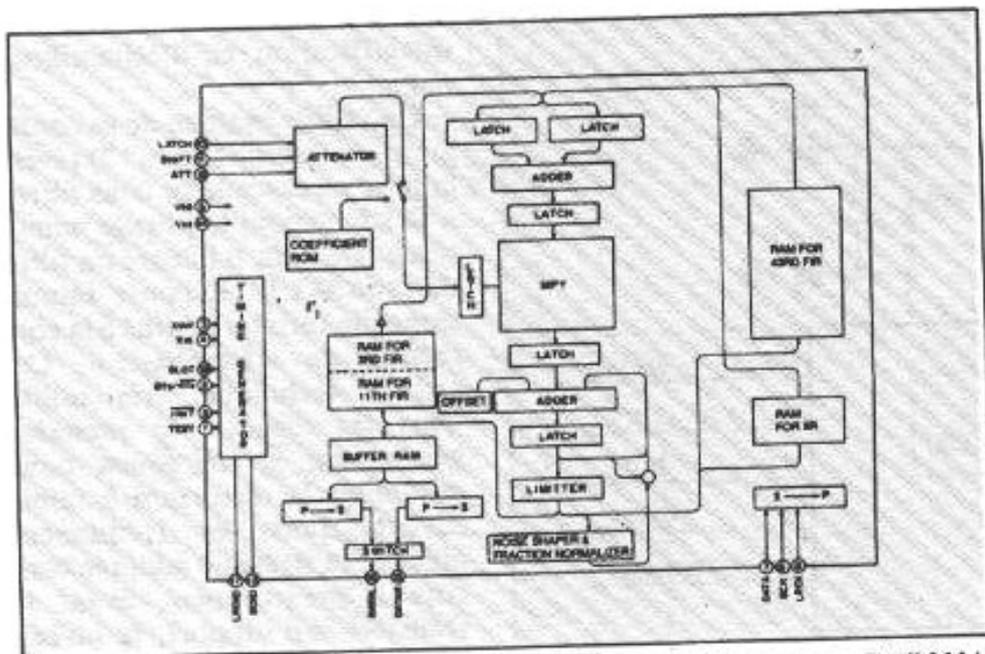
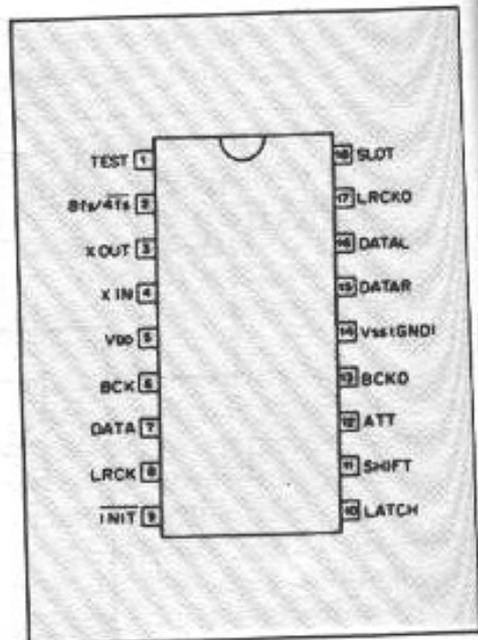


Fig. 7a : Configuration interne du filtre suréchantillonneur Sony CXD2551P.



## Conclusion

Dans ce premier volet, pouvant être qualifié entre autres d'article de base, ont été évoquées les lignes directrices et l'architecture générale de notre convertisseur. Plus en détail y a été développé l'étage d'entrée et de démodulation, conditionnant la réception intégrale et sans erreur des informations, ainsi que l'étage de suréchantillonnage/filtrage numérique qui, incontestablement, donne la signature sonore globale du décodeur/convertisseur. A chaque étape où un choix a dû être fait cela a été effectué par comparaison et à chaque fois, le principal ayant été le critère de privilégier la performance subjective même aux dépens de la performance objective surtout si elle ne concerne que les régions périodiques (notamment en ce qui concerne le filtre numérique).

Cette ligne de conduite sera également celle qui sera adoptée dans le second volet où les étages de synchronisation numérique et de conversion numérique-analogique seront abordés et définis, sans oublier bien sûr les alimentations et l'aspect pratique de la réalisation.

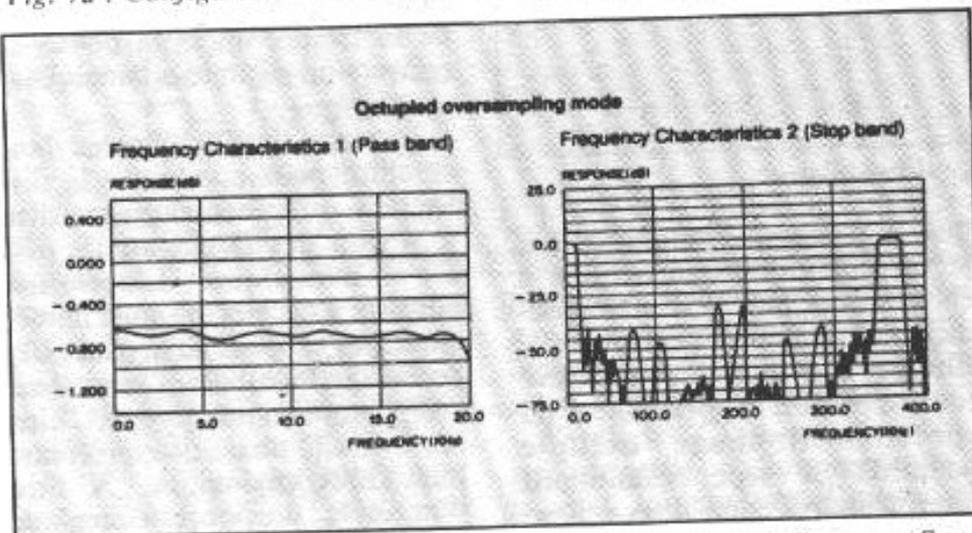


Fig. 7b : Caractéristiques du filtre numérique suréchantillonneur Sony CXD2551P.

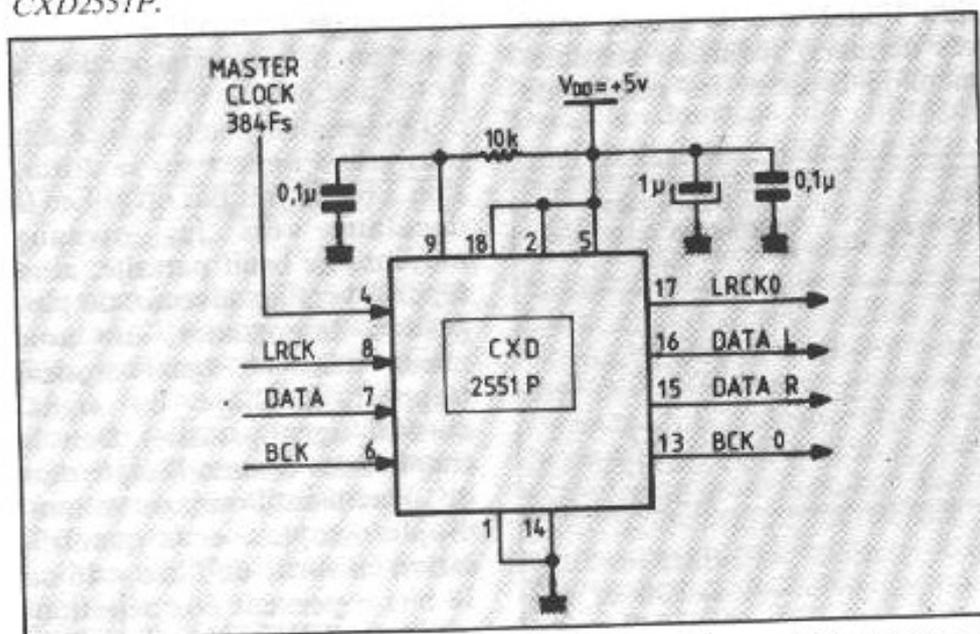


Fig. 7c : Schéma/configuration de l'étage filtre numérique suréchantillonneur Sony CXD2551P.

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

## La musique sur un triangle (III)

Claude Bailblé

**C**

*Comment restituer le relief spatial, la focalisation et l'écoute de l'espace-concert ? Faut-il préférer le couple standard — deux signaux fortement corrélés ou la polysonnerie multimicrophonique — une pléiade de signaux moins articulés ?*

*Les deux formules ont leurs zéloteurs, aussi bien que leurs pourfendeurs.*

*La polémique continue de diviser les artisans du son, tandis que l'auditeur goûte, les yeux dans le vague, les oreilles au clair, à la Haute Impression de Fauteuil Idéal (la H.I.F.I. ?)*

Le positionnement optimal du couple microphonique devant l'orchestre devrait permettre d'obtenir un *front stéréophonique continu* entre les enceintes, sans distorsions de timbre, de présence, de position.

Mais déjà l'acoustique des lieux dicte la distance des micros aux premiers pupitres : une réverbération forte impose un rapprochement du couple, et possiblement un effet « grand-angle » qui creuse les lointains et repousse les bords ; une réverbération adéquate favorise le recul microphonique, aplatit les distorsions géométriques, de sorte

que l'enregistrement au couple AB devient jouable. On élève alors les capteurs pour obtenir la bonne balance de profondeur entre les premiers et les arrière-plans. (Encore faut-il disposer de plafonds suffisamment hauts, aux réflexions lointaines et peu gênantes). A partir de cette mise en place initiale, reste à ouvrir l'angle microphonique, afin de capter l'ensemble des pupitres, sans bords confus ni centre flou. L'écartement des capsules est également réglé — compte tenu de la directivité des micros — en sorte qu'une image stéréophonique cohérente puisse enfin surgir.

### Un couple accommodant

La stéréophonie AB qui combine les différences d'intensité ( $\Delta I$ ) et les écarts de temps ( $\Delta t$ ) n'est pas figée dans un dogme. En modifiant la directivité des micros [D], l'angle d'ouverture du couple ( $\theta$ ), l'intervalle entre les pastilles (e), l'ingénieur du son s'adapte aux différents effectifs de musiciens, aux acoustiques changeantes, aux diverses dispositions orchestrales. Il s'agit bien sûr de construire une image scénique proche de la « haute impression de fauteuil idéal »...

image à deux dimensions : largeur et profondeur de champ.

Confrontons le champ-objet (le podium) au champ image (le ruban stéréophonique frontal), les conditions de l'enregistrement à celles de la reproduction (1). Soit une source  $S$  placée sur le podium et entendue depuis le « fauteuil idéal » sous un angle  $\delta$  [cf. fig. 1]. « L'angle  $\varphi$  (stéréophonique, dans le champ image) doit être égal à l'angle  $\delta$  (dans le champ-objet origine) et proportionnel à l'angle  $\gamma$ , sous peine de distorsion frontale » écrit Carl Cœen. En d'autres termes, le rapprochement important des micros auprès de musiciens ne doit changer en rien l'azimut apparent des sources. La source  $S'$  sera entendue — par l'auditeur stéréophonique — sous le même angle qu'au concert, depuis le « fauteuil idéal ». En outre, quel que soit son emplacement sur le plateau, une source dite ponctuelle doit rester punctiforme sur le front stéréophonique « sous peine de distorsion de résolution ». En somme, il est question de **linéarité** et de **ponctualité** frontales, sans tassements, dédoublements, amorphoses, pertes de netteté.

L'imagerie stéréo (à la fois énergétique et spatiale) procède en fait d'une **triple géométrie**, quant à la spatialisation des musiciens. Une géométrie de *position* : chaque source occupe une surface plausible sur le ruban stéréophonique, à l'endroit exact. Une géométrie de *profondeur* : les instruments sont entendus, convenablement étagés dans la distance, en terme de volume apparent, en terme de direct/diffus.

Une géométrie d'*orientation* : les rayonnements instrumentaux sont dirigés — en plein timbre — vers le public ou les micros. Une perspective, un **tableau sonore** est constitué [cf. encadré ci-contre].

Pour accéder à cette perspec-

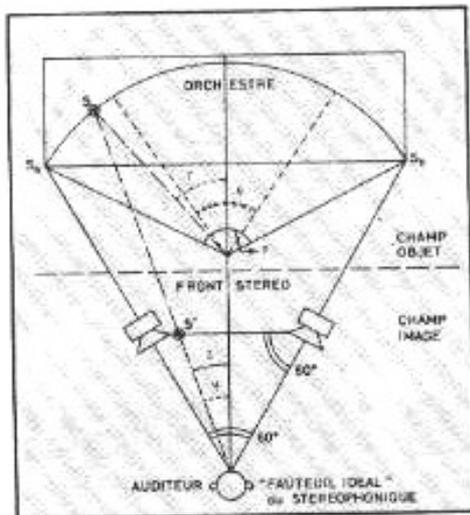


Fig. 1 : Le dispositif dans son ensemble.  $S_0$  et  $S_D$ , localisation extrême des sources.  $S$  et  $S'$ , sources objet et image.  $\gamma$  angle d'incidence par rapport à l'axe du couple ;  $\theta$  angle d'ouverture du couple ;  $\varphi$  angle d'enregistrement couvert par les micros.  $\varphi$  angle d'incidence (image) ;  $\delta$  angle d'incidence (objet).

tive, le système auditif dispose habituellement des différences de captation gauche-droite, différences significatives et fortement corrélées, car supportées par la disposition invariante des tympans (quelques soient les mouvements de tête !). En écoute binaurale, un décalage de 0,7 milliseconde (pour les gra-

ves) ou un écart de niveau de 8 dB (pour les aiguës) suffisent à latéraliser complètement un son. En écoute par haut-parleurs, il faut compter avec la *diaphonie de projection*. Alors qu'une  $\Delta i$  de 4 dB ou un  $\Delta t$  de 300 microsecondes suffisent à latéraliser un son à  $30^\circ$  en audition directe, une différence d'intensité de 18 dB ou un décalage de 1,2 milliseconde sont requis pour obtenir le même résultat en stéréophonie. Seule l'*accentuation des écarts* parvient à redonner l'impression exacte (cf. fig. 2).

Le couple AB, en combinant  $\Delta i$  et  $\Delta t$ , sans devenir une **panacée**, devient un très bon **compromis**, comme l'explique Carl Cœen.

1) Le front stéréophonique est entièrement exploitable ( $\varphi_{max} = \pm 30^\circ$ ).

2) L'angle de champ microphonique accepte une disposition rationnelle des exécutants ( $\varphi_{max} = 140^\circ$ ).

3) La linéarité frontale est excellente,  $\Delta t$  compensant les défauts de  $\Delta i$ .

4) La ponctualité est moins bonne qu'avec  $\Delta i$  seul ; le flou est maximal (S) pour  $\gamma = 30^\circ$ ,

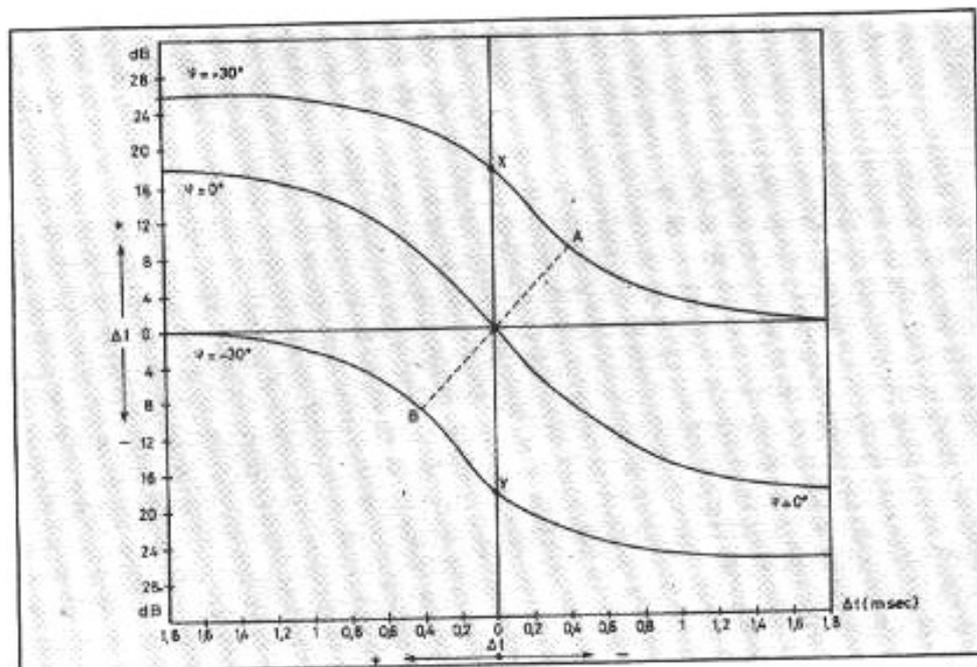


Fig. 2 : Localisation stéréophonique. Les localisations à  $+30^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $-30^\circ$  sont obtenues par des combinaisons  $[\Delta i, \Delta t]$  tout à fait variables. Mais seules quelques associations respectent la ponctualité et la linéarité frontales. Le couple AB en est une. Le couple XY n'utilise que des  $\Delta i$ .

## La perspective visuelle

Il est étonnant de songer que des problèmes analogues ont été résolus à la Renaissance, quand il s'est agi d'instituer la perspective des peintres. Dans la Florence du Quattrocento, c'est un architecte [Brunelleschi] qui invente la perspective comme système de représentation de l'espace, système fondé à la fois sur l'immobilité\* du spectateur (figé en un point de vue) et la balayage oculaire intensif (appelé à l'exploration entière du cadre peint). L'œil rencontre la surface entoïlée, bondit, va et vient, essaimant ses regards, comme s'il parcourait la scène originale, en saccades multiples, en fixations nombreuses.

L'architecte, qui était aussi géomètre, avait réussi à inscrire dans son tableau la triple géométrie de position, d'orientation et de grandeur capable de créer l'illusion, capable de susciter le vrai au milieu du faux.

La *géométrie de position* restaurait — en plein accord avec la mémoire — les écarts angulaires observés entre les êtres et les choses, tous rangés à leur possible place, en haut ou en bas, à gauche ou à droite du tableau.

La *géométrie d'orientation*, en rendant les éléments d'un point de vue unique et centré, désignait en retour le point de contemplation (individuel) de la scène.

La *géométrie de grandeur*, en proposant à la vue des figures aux dimensions variables, modulées par la distance, des rapetissements proportionnels aux éloignements, faisait surgir l'impression fuyante de profondeur en pleine vision coplanaire.

Les trois géométries, convenablement nouées, étendaient jusqu'aux bords du tableau les qualités optiques qu'on ne trouve — ordinairement — qu'au centre du champ visuel, sur le disque optimal du regard (à  $\pm 3^\circ$ ) : netteté, contours, textures, formes, détails.

De sorte que ce même regard explorant et inspectant la surface peinte — sans se douter des trois géométries enlacées — ne peut jamais mettre en défaut le principe de la perspective, aussi artificiel qu'il soit ! Le regard, tombant sur le tableau contemple — où qu'il se pose — ses propres qualités sensibles, peintes selon ses principes, au centre comme au bord. Comment pourrait-il se déjuger en s'observant lui-même ?

soit un angle de perception ( $\varphi$ ) de  $20^\circ$  environ.

5) *L'impression d'espace, de relief sonore, est excellente.* »

On lira (en fig. 3a) la proportionnalité entre l'angle de capture ( $\gamma$ ) du couple et l'angle de perception stéréophonique ( $\varphi$ ) correspondant.

Cependant les choses ne sont pas aussi simples. Les conditions acoustiques imposent, et de manière draconienne, la distance ( $\mu$ ) du couple à l'orchestre. Les effectifs et la largeur du podium décident à leur tour de l'angle d'ouverture du couple ( $\theta$ ) capable de couvrir — depuis ce point — l'éventail entier des musiciens. L'angle de champ microphonique doit contenir les bords extrêmes du podium (2). Si

le couple est trop ouvert, une zone d'imprécision apparaît au centre du front stéréophonique ; si le couple est trop fermé, c'est sur les bords qu'augmentent le brouillage et le flou. De sorte qu'en ouvrant l'angle  $\theta$  du couple « à vue », on risque de modifier sérieusement le  $\Delta I$  (le différentiel cour/jardin) sauf à agir sur l'écartement  $e$ , pour compenser (cf. fig. 3b).

Et si l'on change de directivité, le jeu des différences gauche-droite est complètement redessiné : le recouvrement des deux caractéristiques change du tout au tout. Omni, bidirectionnel, hypocardiöide, supercardiöide : autant de façons de tracer dans l'espace des lignes de capture, des recouvrements sur l'orchestre.

Autant de manières de partager les écarts  $\Delta I$  de niveaux, de les réduire (omni) ou de les augmenter (supercardiö) (3).

A dire vrai, le couple AB — *ajustable* — semble un outil de prise de son flexible et rigoureux. Pourquoi, se demande-t-on alors, aussi peu de praticiens l'utilisent ? **Paradoxe** : tout le monde critique ou a critiqué peu ou prou la multimicrophonie, mais chacun l'emploie !

## Le microphone bien éparpillé

En fait, le magnétophone multipistes, la console multivoies ont rendu possible le travail en temps partagé. Chaque musicien a du temps, mais tous ne sont pas libres forcément le même jour pour de longues heures d'enregistrement. La session se mène en petits groupes — voire en solo — avec un ou plusieurs micros placés *en proximité*. Par la suite, les voies sont mixées (imagerie énergétique) les instruments sont spatialisés (satellisés ?) au *pan pot* et à la *réverbération artificielle*. Ainsi va la musique « industrielle » : de longues séances de post-production retravaillent et optimisent les sons. Nous sommes entrés dans l'ère des effets : il ne s'agit plus de restaurer une acoustique naturelle (les instruments amplifiés ont-ils déjà vu une telle acoustique ?) ni même de restituer un timbre (qui connaît le timbre de référence des instruments synthétiques ?) il s'agit plutôt de créer de nouvelles sonorités (pas trop nouvelles cependant), d'agréables tournures, de nouvelles formules mélodico-rythmiques. Sans doute l'air fait-il encore la chanson... [cf. encadré ci-après : la perspective électriée].

Mais que dire des concerts « en direct » sur France Musique : tous les instruments sont acoustiques, les effectifs sont équilibrés, les pupitres convena-

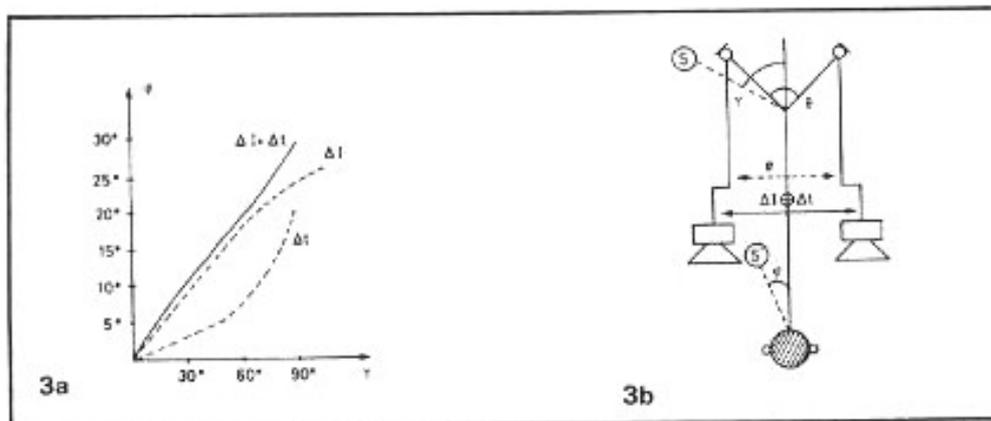


Fig. 3 : 3a) Avec le couple AB, la linéarité frontale est correcte. L'angle  $\varphi$  suit d'assez près l'angle  $\gamma$ . 3b) L'angle  $\theta$  est parfois imposé. Il faut alors agir sur  $r$  pour compenser le nouveau  $\Delta l$  [cf. fig. 2].

blement orientés. Or, pour maîtriser l'imagerie *énergétique* (balance des niveaux) et l'imagerie *géométrique* (spatialisation) les techniciens de Radio-France placent un micro devant chaque instrument ou groupe instrumental, devant le (ou les) solistes, et — si l'acoustique est bonne — deux microphones d'aération remplacent avantageusement la réverbération numérique. Comment les praticiens de l'enregistrement quotidien ont-ils pu renoncer à la formule AB élaborée par l'institution (l'ex-ORTF) qui les emploie ?

Est-ce parce que la distance critique varie du grave à l'aigu ? Dans les bonnes salles, la réverbération  $T_{R60}$  s'accroît d'un facteur 1,2 (critère *chaleur*) sous 250 Hz tandis qu'elle diminue d'un facteur 0,7 (critère *brillance*) au-dessus de 3 000 Hz. La distance critique oscille donc de 0,9 à 1,2 fois la référence (4). Ainsi, à la *Musikverein* de Vienne, la distance critique irait de 4,36 m (sous 250 Hz) à 5,82 m (au-dessus de 3 000 Hz) en passant par 4,85 m (la référence).

Cette variation n'est guère significative, d'autant qu'on la retrouve avec plaisir dans l'enregistrement, qui rapporte ainsi les deux critères, sans les pondérer.

Faut-il mettre alors au compte du public l'abandon relatif du couple AB-ORTF ? Sans doute les gens, plus habitués à l'écoute

hifiste (incisive, hyperréaliste) qu'à l'écoute directe en concert (plus globale, mais plus juste, aussi) peuvent trouver les enregistrements au couple plus fades, moins spectaculaires : sur les installations moyennes, le « piqué » des nombreux micros fait oublier les colorations, le traînage, bref l'imprécision due à la chaîne, tandis que le front scénique reste souvent ignoré en tant que tel. Seuls les équipements de haute qualité permettent de goûter l'enregistrement au couple, garant de l'enveloppement spatial, qui est aussi *envoûtement*, englobement du corps saisi par la beauté des timbres, l'énergie de la phrase musicale. Mais si le couple AB est le seul procédé capable de rendre la

diffusité aléatoire du champ réverbéré (le bain d'ambiance enveloppant), la grandeur du lieu musical (la cohérence centrée des premières réflexions) et d'éveiller par là même le sentiment océanique d'immersion qui libère l'âme de l'espace vrai pour la transporter immatériellement dans l'espace musical (architecture purement mentale) tout en rendant lisible et claire — au moins par intermittence (à la faveur des transitoires d'attaque) — la disposition bien réelle, face à soi, des musiciens, au point de restaurer l'unisson merveilleux avec le compositeur ou les interprètes, pourquoi réserver le procédé à quelques rares formations, à quelques concerts clairsemés ?

## Les limites d'un système

C'est d'abord du côté de la stéréophonie (comme système imparfait) qu'il faut chercher des explications : en privant l'auditeur du spectacle concertant, la projection par haut-parleurs supprime les **constances perceptives** pour la plupart attachées à la vue. C'est en effet *la mémoire visuelle immédiate* qui stabilise les sons, les reprojette à leur vraie place, même lorsqu'on

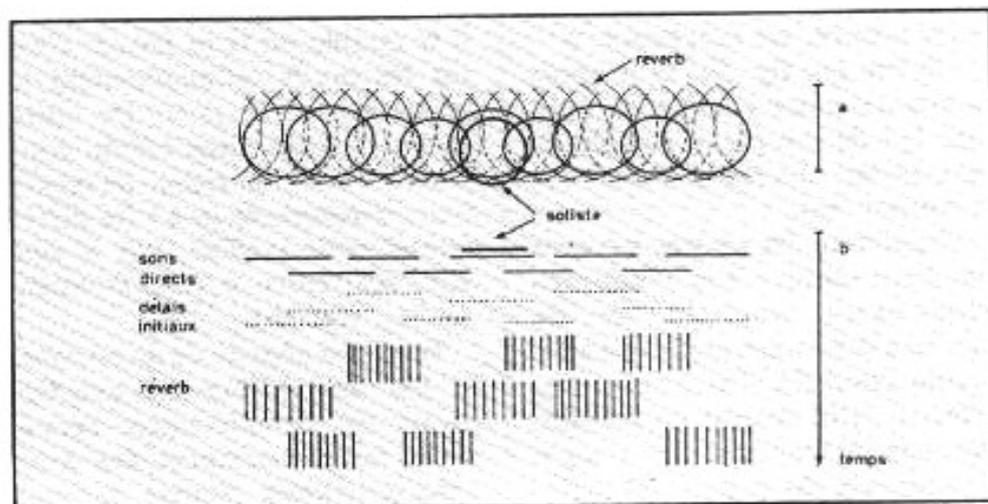


Fig. 4 : Le puzzle multimicros. a) Vue de face. b) Vue en profondeur. Les différents « points » du ruban frontal se recoupent (stéréophonie d'écaillés) ou se recouvrent (stéréophonie de plumes) quant au sons directs. Les différentes réverbérations creusent un espace hétérogène, non centré, multidéboîté.

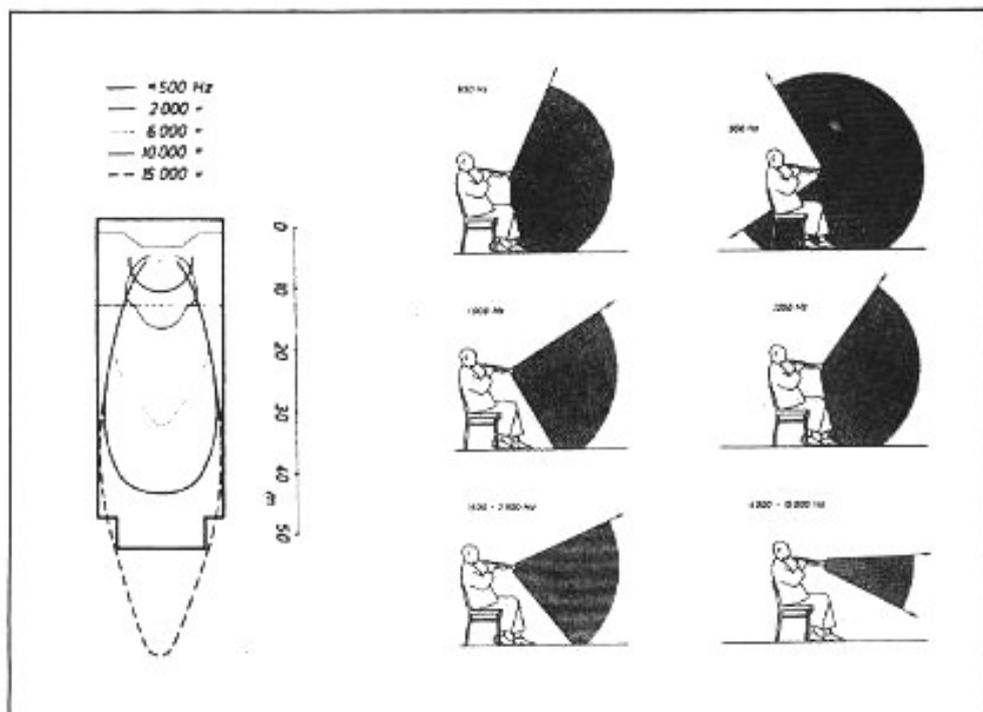


Fig. 5 : La directivité instrumentale : elle concentre l'énergie primaire à l'intérieur de certaines zones, de sorte que la distance critique fluctue continûment. 5a) Rayon critique observé à la Musikverein de Vienne. 5b) Dispersion énergétique du rayonnement (0 à -3 dB) (d'après Meyer).

ferme le yeux. Les sons sont recodés dans la grande « boîte spatiale » préalablement constituée par le voyage du regard à l'intérieur de la salle de concert. La dominance du sens visuel — quant à la structuration de l'espace immédiat — est patente (5).

En l'absence de vision sur l'orchestre, l'ouïe est déconcertée, ne pouvant recoder les informations-espace, par ailleurs simplifiées (le triangle stéréophonique !), dans l'évidence du visible. La **constance de taille**, ou si l'on veut, de volume, n'est plus référée à une distance précise (le front stéréophonique est aveugle !) et l'énergie émissive de la source, plus ou moins concentrée, plus ou moins resserrée par la directivité de l'instrument semble grossir ou rapetisser, tout en fluctuant dans la profondeur. L'instrument paraît jouer *plus fort* sur certaines notes, plus directionnelles, en même temps qu'il paraît *s'approcher*, car le rapport champ direct/champ diffus évolue en parallèle. L'exemple de la trompette est caricatural à souhait [cf. fig. 5].

En conséquence, le seul moyen d'éviter l'incompréhensible fluctuation des notes jouées serait d'approcher le micro de la zone où toutes les directivités se recoupent, où tous les flux se croisent avant leur dispersion orientée. On retrouve ainsi la constance de volume, pour la raison que le rapport champ direct-champ diffus s'y trouve stabilisé, et que l'énergie directe — de note à note — suit rigoureusement la facture instrumentale et non plus les variations invisibles du rayonnement. L'image-poids ainsi réinstallée, on retrouve aussi l'immobilité instrumentale, la constance de instrumentale, la **constance de profondeur** qui prévaut dans

De la même façon, le microphone de proximité (proximité relative... à doser !) restaure la **constance de timbre** : en plaçant le capteur sur l'axe principal de rayonnement (au p.p.c.m. de la radiation énergétique ?) on évite le détimbrage aperçu sous un autre axe, au gré de l'éparpillement polychrome des harmoniques. En fait, il y a toujours une direction de capture privilégiée

où l'instrument va sonner au plus près du timbre de référence : la distribution énergétique des raies y voisines avec celle de l'**image-poids**.

En somme, les techniciens de la Maison de la Radio ont peut-être quelques bonnes raisons de pratiquer la multimicrophonie, même si elle pêche par d'autres défauts. Dans le bon axe, à la bonne distance : de quoi restaurer l'impression de réalité, *malgré* la stéréophonie, *malgré* le rayonnement anisotrope.

C'est aussi du côté des microphones cardioïdes qu'il faut chercher les défauts du couple AB dit O.R.T.F. En premier lieu, la directivité cardioïde

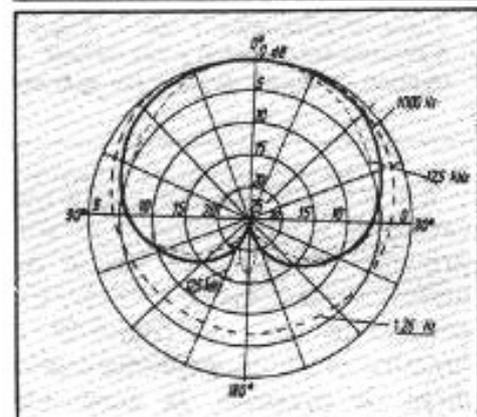
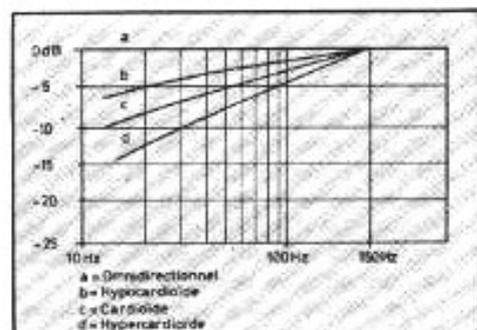


Fig. 6 : Seuls les très bons micros conservent une homogénéité directionnelle (et encore !). Mais tous manquent de graves directs.

devient « hypo » dans les graves, et même omni-directionnelle dans l'extrême-grave, au-dessous de 125 Hz. Cela veut dire que le champ diffus va s'alourdir en basses, que la réverbération va s'épaissir (masquage son sur son) [cf. fig. 6]. Les cardioïdes sont donc généralement excédentaires *en graves diffus*.

## La perspective « électrifiée »

La musique de variétés, propulsée par la multimicrophonie a-t-elle inventé (et propagé) la **grande largeur de champ** ? Chaque micro simulant un point de netteté auditive, la multiplication des capteurs devrait recouvrir le front stéréophonique d'une netteté inouïe, d'une précision accrue, disponible sur toute la largeur du champ. Puisque l'oreille n'accommoder que localement — là où elle focalise — n'est-il pas judicieux de lui proposer cette netteté partout où elle peut focaliser ? En sorte qu'attirée en un point quelconque du front stéréophonique, elle retrouve toujours la précision qu'elle eût trouvée dans le direct du concert !

Cela est vrai, si chaque instrument est enregistré séparément sans collatéraux « parasites ». Sinon, gare à la diaphonie, aux mélanges multimicrophoniques ! Pourtant la précision de chaque pupitre paraît excessive, malgré les efforts de spatialisation (pan-pot + réverb). Transitoires trop incisifs, grain trop présent, harmoniques aiguës trop riches, bruits d'instruments. Tandis que l'espace paraît morcelé, parcellisé : il y manque l'impression de volume ressenti (le jeu corrélié des premières réflexions) et la diffusité enveloppante (le jeu aléatoire et englobant des ondes indirectes).

Le procédé multimicrophonique, en réalité, jouant sur le *puzzle*, la stéréophonie de points côté à côté, renoue avec le **tableau agrégatif** (pré-renaissant) et ouvre à l'**écoute paradoxale** (post-moderne !). Tous les musiciens sont sur le même plan, saisis au micro de proximité (quant au rayonnement direct), et sur différents plans de profondeur (quant au champ diffus). Il y a comme une vitre où s'agglutinent, rapprochés, les instruments, et, derrière la vitre, dans la distance, des déboitements non corrélés, des réverbérations plus ou moins accentuées. Nous sommes à la fois auprès et au loin : près des musiciens, loin des murs [cf. fig. 4 ci-contre]. C'est magique ?

Il faut noter que la musique de variétés — à l'initiative du procédé — n'a pas non plus pour objectif de faire asseoir les auditeurs dans un fauteuil (sauf pour les faire rêver, en dehors de tout réalisme spatial) mais bien de les faire bouger, danser, remuer, etc. Qui se soucie alors du triangle stéréophonique ? Dans une acoustique débridée (morcelée, paradoxale), les sons suractivés (hyperprécis, puissants) mènent la danse et repoussent les murs : l'espace est en sueur et ne connaît plus ses limites.

Par contre, s'il s'agit de musique « assise », d'instruments « classiques », d'acoustique de concert, pourquoi s'embarrasser d'une scène « patchwork », d'une réverbération « toc », d'une perspective « électrifiée » ? La sensation d'espace auto-centré y fait défaut : faiblesse de l'IACC (coefficient d'intercorrélation binaural) diraient les spécialistes !

En second lieu, la captation cardioïde se caractérise — en son principe — par une baisse de niveau au-dessous de 150 Hz. En combinant un microphone à pression et un microphone à gradient de pression, la cardioïde atténue les basses. Le micro est alors déficitaire en *graves directs* [cf. fig. 6].

Il en résulte une perte importante de la **clarté stéréophonique** dès 250 Hz. A 125 Hz, le rapport entre les énergies directes (avant 80 ms) et les énergies indirectes (après 80 ms) bascule, ruinant la netteté, perturbant la localisation [cf. fig. 7].

Autrement dit, les notes jouées au-dessous du  $U_2$  sont entourées d'un halo, d'une auréole diffuse qui ne convient pas à toutes les musiques ! Ainsi,

le solo de violoncelle traîne dans le bas, masquant une partie des harmoniques : les sons graves masquent les sons des octaves immédiatement supérieures. Les notes paraissent molles, confuses. Ainsi, les timbales semblent brouillées à l'attaque (insuffisance de champ direct), trop longues à la résonance (excès de champ diffus). Alors que le public entend clairement l'impact de la mailloche sur la peau, puis le corps de la note, l'enregistrement ne paraît s'intéresser qu'à l'ambiance de la salle... D'où l'idée d'adjoindre au couple AB des micros d'appoint, placés à proximité des pupitres graves (percussions, contrebasses, etc.) afin de retrouver le rapport **attaque/corps** qui caractérise les instru-

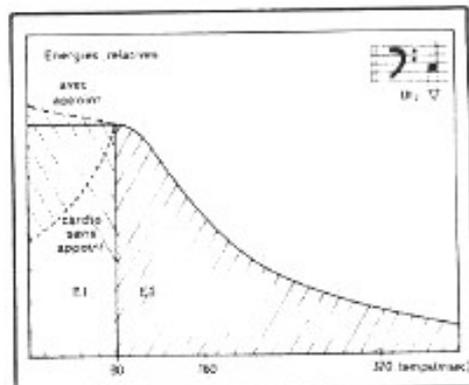


Fig. 7 : La clarté stéréophonique dépend du rapport des énergies  $E_1$  devant les énergies  $E_2$ .

ments naturellement entendus. Des micros rapprochés rehaussent l'énergie primaire à l'intérieur des 80 premières millisecondes, et surtout des 20 premières millisecondes de chaque note, car dans ces 20 premières millisecondes la fusion perceptive entre l'appoint et le couple est totale. (Tant que le couple n'est pas à plus de 7,5 mètres — soit 20 ms de délai — de l'appoint convenablement « pan-poté », la fusion doit être bonne). Mais en redonnant du grave direct, et par la même occasion du transitoire d'attaque, l'appoint **sous-mixé** (6) dans la base stéréophonique (-10 -15 dB), aussi performant soit-il pour la clarté du son, n'enlève pas l'excès de champ diffus qui enrobe tous les graves...

[à suivre]

[1] Le développement qui suit est largement emprunté à l'ouvrage de Carl Coen : « La stéréophonie à la RTB » (op. cit.), ouvrage dont chacun souhaite la réédition...

[2] L'angle d'enregistrement ( $\theta$ ) vaut approximativement la moitié de l'angle du couple ( $\theta$ ), augmentée de  $60^\circ$ , dans le cas des cardioïdes.

[3] On consultera avec intérêt les abaques de Michael Williams parus dans *Actualité de la Scénographie*, 1989-90 tout au long d'une série d'articles « Le couple variable, nouvel outil de prise de sons ».

[4] Se rappeler que  $D_c \approx 0,057 \sqrt{\frac{V}{T_{R60}}}$  et voir aussi la figure 8 p. 129, in *L'Audiophile* n° 10.

[5] Cette dominance de la vue se lit déjà dans les conflits de perception audito-visuelle : on entend des sons « off » au cinéma, bien que le haut-parleur reste « in », derrière l'écran.

[6] Il ne faut en aucun cas entamer les effets de masse, la synthèse des timbres voulue par le compositeur, ni même la structuration soliste/accompagnement (figure/fond) interne à la musique.

# POINT DE VUE

## HAUT-PARLEURS SANS CONCESSION OU L'HISTOIRE D'UNE INSTALLATION

Jean Leroy

**L**

*es performances d'une chaîne Hi-Fi sont largement conditionnées par la mise en œuvre de ses différents maillons sur le site même de l'écoute. Cette assertion est peu contestée, s'agissant notamment du placement des enceintes acoustiques. Et pourtant, peu d'audiophiles se risquent à se lancer dans ce qui ressemble à un parcours du combattant, lequel consiste à contourner, selon une logique préétablies des obstacles acoustiques nombreux et divers.*

C'est pour aider ces audiophiles désireux de tirer le meilleur parti possible de maillons existants que nous décrivons une histoire vécue : celle d'une installation progressive pas tout à fait orthodoxe où le seul souci de l'installateur a été l'efficacité acoustique **au service de la vérité sonore.**

### En guise de cahier des charges

S'il est relativement facile de fixer des seuils de qualité pour

chacun des maillons constituant la chaîne Hi-Fi, il est quasiment impossible pour un particulier d'aboutir à un cahier des charges global prenant en compte les paramètres d'installation (amortissement ou réverbération du local, isolation phonique, affaiblissement des câbles, rendement électroacoustique, etc.).

Plutôt que de se lancer dans des spéculations théoriques qui auraient pu déboucher sur des investissements coûteux, lesquels peuvent aller jusqu'à des reprises de gros œuvre en bâtiment,

l'auteur de l'installation décrite a préféré se fixer comme objectif simple et réaliste : **tirer de maillons suffisamment éprouvés le maximum de vérité sonore.** Ce qui signifie au plan pratique qu'une fois fait un choix de composants (haut-parleurs, filtres), on fait tout sur le plan de l'aménagement acoustique pour ne pas perdre sur leurs qualités intrinsèques, nonobstant la mode et les préjugés qui viennent souvent contrarier la physique élémentaire des choses.

La plus grande difficulté con-

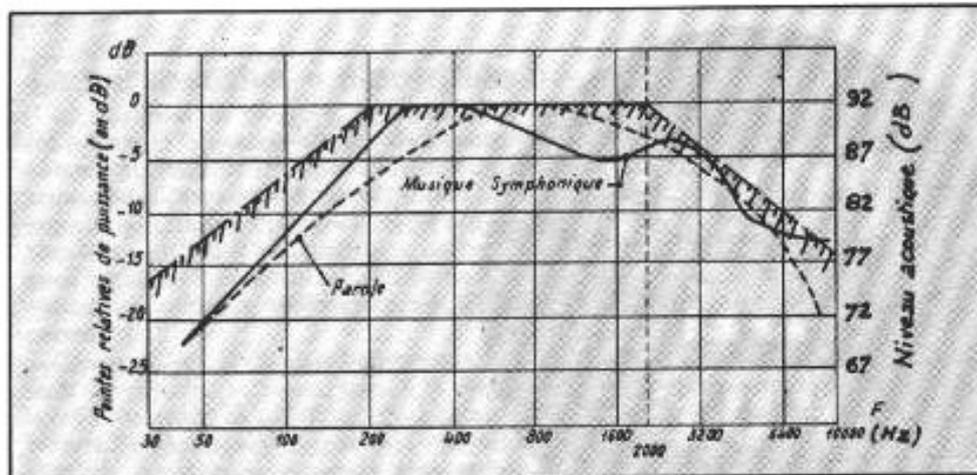


Fig. 1 : Pointes de puissance en fonction de la fréquence (d'après les données de Sivan Dun et White - SMPTE - Août 1938).

cerne, à n'en pas douter, la reproduction des graves, car le local se comporte inéluctablement comme un résonateur, ce qui amène à concilier deux exigences contradictoires :

— étendre la bande passante le plus bas possible, c'est-à-dire jusqu'à 30 Hz ; la raison étant que la vérité sonore ne peut être approchée que si l'on maintient à la restitution les composantes qui font le corps de la plupart des instruments familiers (à commencer par le piano où une subtile distinction entre un Steinway et un Bosendorfer tient pour beaucoup au rendu du spectre proche de l'infrazonore) ;

— minimiser l'effet perturbateur des résonances du local (ce qui est assez naturellement obtenu en faisant choix d'enceintes acoustiques à réponse tronquée dans le grave et positionnées assez loin des parois et du plancher — contraintes qui n'arrangent généralement pas les maîtres de maison).

C'est pour satisfaire d'abord la première condition qu'il a été fait choix de transducteurs graves montés en véritable baffle infini (solution dite du trou dans le mur), la correction acoustique étant ensuite mise en œuvre pour pallier une trop forte excitation à très basse fréquence du local.

Une troisième condition visait à réduire les nuisances sonores pour tenter de retrouver la dyna-

mique aujourd'hui permise par une source laser et l'électronique associée, ce qui a conduit :

- 1) à garantir un niveau acoustique de l'ordre de 92 dB en crête à 3 m, inférieur à 45 dB en l'absence de modulation — soit une dynamique réelle de 47 dB ;
- 2) à corriger l'acoustique interne pour réduire la réverbé-

ration et augmenter ainsi la profondeur du champ direct dont dépend la perception d'espace.

## Choix de haut-parleurs graves

Un haut-parleur grave, c'est d'abord un transducteur qui remue l'air.

Bien que le niveau des sources sonores naturelles soit relativement faible dans la plage des basses fréquences si l'on se réfère à la figure 1, il faut convenir que la haute-fidélité c'est aussi le respect des situations extrêmes. D'où le choix de s'imposer des niveaux de restitution correspondant dans le grave au gabarit de la figure 1.

Ainsi, viser 92 dB crête sur modulation musicale du type orchestre symphonique, c'est devoir affronter des niveaux de l'ordre de 88 dB à 200 Hz - 80 dB à 100 Hz - 72 dB à 50 Hz - 67 dB à 30 Hz.

### ENCADRE N° 1

Dans le cas d'un haut-parleur monté sur baffle infini (trou dans le mur), la pression obtenue à une distance  $r$  obéit à la formule :

$$p(r, t) = \frac{1}{4\pi r} \frac{dM}{dt} \left( t - \frac{r}{c_0} \right)$$

$r$  = distance d'écoute (en m)

$M = \rho S v$  = débit acoustique instantané

$c_0$  = célérité du son sans l'air (en m/s)

$v$  = vitesse instantanée de déplacement de la membrane =  $x_0 \cos \omega t$  avec  $x_0$  = déplacement (valeur de crête en m)

$\rho$  = densité de l'air

**Pour un HP de 35 cm (diamètre utile 28 cm) -  $f = 50$  Hz**

$$S = 0,005 \text{ m}^2$$

$$x_0 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{d'où } v = 0,628 \cos \omega t \quad \text{d'où } M = 0,0314 \cos \omega t$$

$$\text{soit } \frac{dM}{dt} = 0,0314 \sin \omega t$$

$$\text{alors } p(r, t) = \frac{0,789}{r} \sin \omega t \left( t - \frac{r}{c_0} \right)$$

**Pour  $r = 3$  m, il vient :**

$$p = 0,263 \sin \omega t$$

soit un niveau de pression crête tel que

$$N = 20 \log \frac{p}{p_0} \quad \text{avec } p_0 = 2 \cdot 10^{-15} \text{ pascals}$$

soit finalement  **$N = 82$  dB** (d'où une marge de l'ordre de 3 dB).

Ces chiffres conduisent à prévoir un volume de déplacement (1) de membrane émissive de l'ordre de 10 dm<sup>3</sup>.

Tout calcul fait (voir encadré n° 1), on aboutit à un diamètre émissif de 6 à 8 dm<sup>2</sup> correspondant à un diamètre de haut-parleur usuel de 35 cm.

En notant que la restitution stéréophonique fait gagner statistiquement 3 dB, on aboutit à un bilan a priori satisfaisant avec une marge de quelques décibels par rapport au cahier des charges.

Le choix d'un haut-parleur grave plus modeste pouvait encore convenir, en remarquant qu'à elongation égale le niveau croît comme le carré du diamètre : d'où un résultat acceptable avec deux haut-parleurs de 21 cm, mais sans marge de sécurité sur des programmes particulièrement chargés dans le registre grave (2).

Il restait à vérifier qu'un diamètre de 35 cm ne conduisait pas à un excès de directivité : ce qui est largement prouvé à partir des réponses théoriques de la figure 2, à la condition de couper la bande bien avant 500 Hz.

Inutile d'ajouter qu'en pareil cas, seul un système à trois voies pouvait couvrir correctement l'ensemble du spectre audible.

Les dernières précautions consistaient à s'assurer :

1) d'une sensibilité suffisante pour se raccorder aux autres transducteurs et ne pas imposer des puissances d'amplificateur supérieures à 20-30 W (on ne doit pas méconnaître la difficulté d'obtenir un produit IB élevé avec les transistors - I = courant crête de sortie - B = bande passante) ;

2) d'une bonne aptitude à la réponse transitoire, tout en n'étant pas gêné par une bosse rhédbitoire dans le médium (défaut assez répandu avec des matériaux modernes).

Outre que ça facilite le filtrage, ça évite la superposition

de résonances (« boomy effect »), l'idéal étant que le traînage du haut-parleur grave n'apparaisse qu'à des niveaux inférieurs de 25 dB au moins au-dessous de la réponse principale de l'élément médium.

Les deux premières conditions sont remplies en adoptant :

— un produit BI (B = champ magnétique dans l'entrefer - l = longueur de la bobine mobile) aussi grand que possible, ce qui

sinon les membranes « corruguées ».

D'où le choix fait à l'époque (il s'agit des années 70) du modèle Woofex 34 de Audax, fortement inspiré du modèle 340 ACTLB de Vega (voir fig. 3).

Remarquons que les performances d'un tel transducteur ne sont appréciables qu'IN SITU, c'est-à-dire avec la charge définitive. Tout au plus pouvait-on

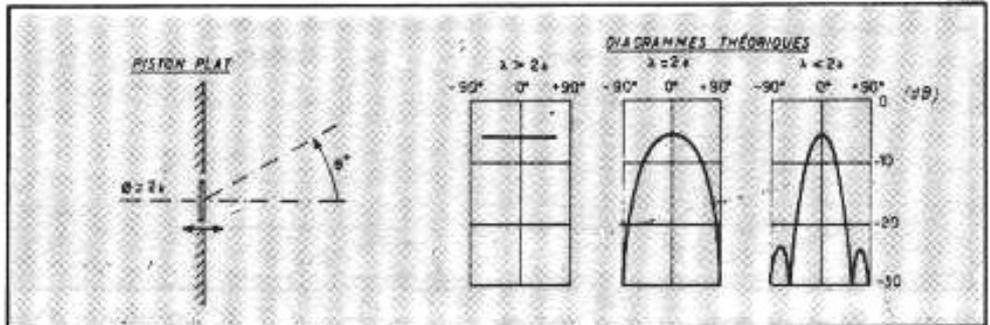


Fig. 2 : Diagrammes théoriques et expérimentaux dans le cas d'un piston plat.

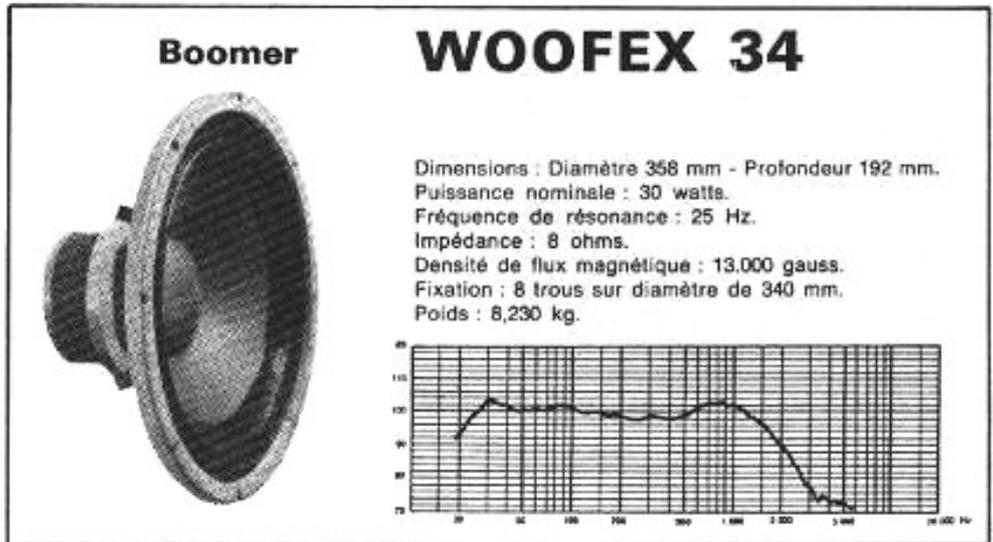


Fig. 3 : Caractéristiques du HP grave Audax Woofex 34. (Réponse sur baffle infini).

amène à rechercher un modèle à bobine longue dépassant suffisamment l'épaisseur de la plaque de champ pour garantir la constance de la force motrice en fonction de l'intensité, et bien entendu à adopter un aimant surpuissant compensant l'alourdissement de la membrane.

La dernière condition (absence de remontée du niveau acoustique aux fréquences moyennes) conduisait à éliminer bien des matériaux affectés de surtension,

être assuré d'un fonctionnement satisfaisant dans la plage 30 à 200 Hz, la résonance à 25 Hz (non modifiée par le baffle infini) étant peu susceptible d'être excitée sur programme musical classique.

La présence d'un filtre passe-haut dans l'amplificateur avec l'action conjuguée d'un égaliseur dans la bande 22-44 Hz (action centrée à 31,5 Hz) pourrait de toute façon régler ce problème très localisé.

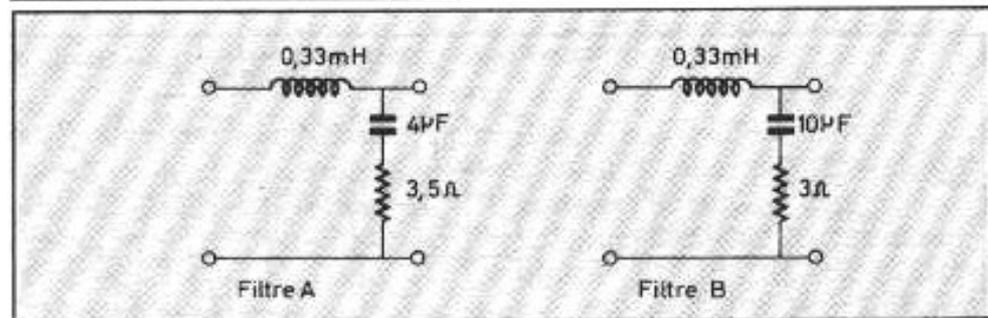
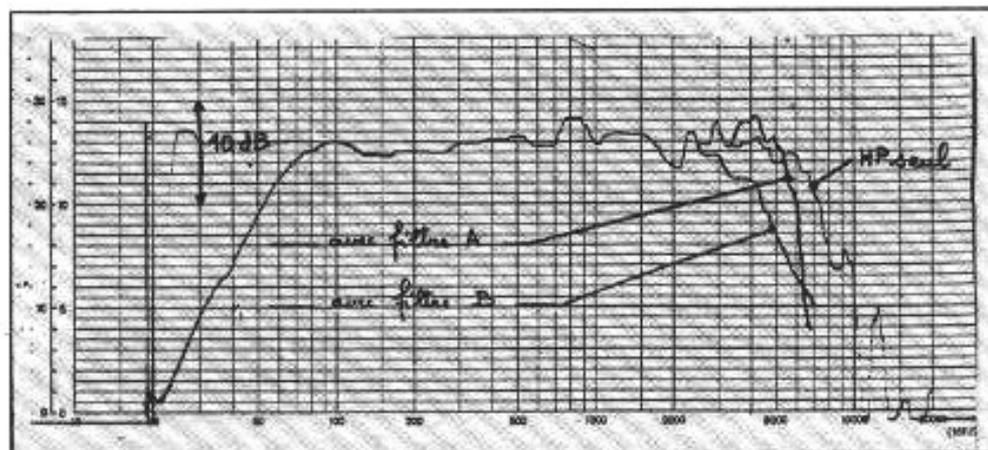


Fig. 4 : Réponse acoustique d'une enceinte sphérique  $\varnothing$  40 cm munie d'un haut-parleur de 21 cm (distance du microphone 13 cm).

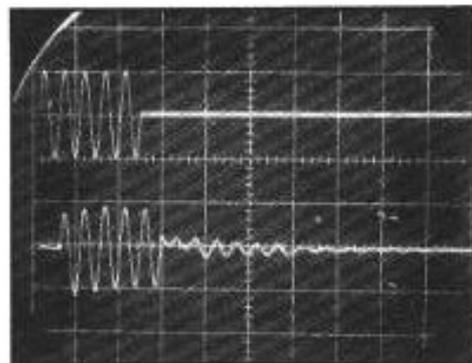


Fig. 5 : Réponse en régime transitoire du haut-parleur médium. (On notera un trainage faible essentiellement dû aux réflexions résiduelles en chambre sourde) - Fréquence 1 kHz.

## Choix de haut-parleurs médium et aigu

S'agissant de la reproduction dans la zone de sensibilité maximale de l'oreille, le choix du haut-parleur médium est des plus critiques.

Les pièges à éviter sont classiquement :

- trop grande directivité (ça introduit de l'inconfort dans l'écoute stéréophonique) ;

- présence de mirlitons sur excitation pseudo-stationnaire (une situation particulièrement

difficile est celle rencontrée dans les orgues électroniques) ;

- fréquence de résonance placée trop haut dans le spectre (ça oblige à compliquer le filtrage pour éviter toute surcharge) ;

- inaptitude en régime transitoire (temps de montée trop long, traînage).

La recherche de compromis entre exigences souvent contradictoires est telle ici que **force est de faire confiance aux constructeurs.**

C'est ce qui a été fait à l'époque en adoptant une réalisation Elipson basée sur une formule d'enceinte sphérique contenant un 21 cm. D'une telle solution, on peut attendre :

- absence de résonances de parois ;

- résonances internes masquées (absence totale de parois parallèles) ;

- lobes de directivité réguliers (absence de diffraction par effet de bord).

Un des mérites du haut-parleur associé était sa réponse méplate sans grand accident avant sa coupure vers 6 kHz

(voir fig. 4) et un faible traînage (fig. 5).

Associé initialement à un tweeter Audax TW8B (fig. 6), réputé pour son aptitude à reproduire jusqu'à 30 kHz (fig. 7), avec une sensibilité rare pour une technique sans compression (94 dB/1 W/1 m), cet ensemble a procuré de grandes satisfactions avant d'être couplé avec les transducteurs graves décrits précédemment, mais avec des niveaux d'écoute relativement limités (82 à 85 dB crête).

Il s'avérait en effet difficile, en présence d'une fréquence de résonance de tweeter aussi élevée (1 000 Hz environ), de ne pas exciter les modes parasites d'un diaphragme aluminium aussi mince (50  $\mu$ m) ; d'où une restitu-

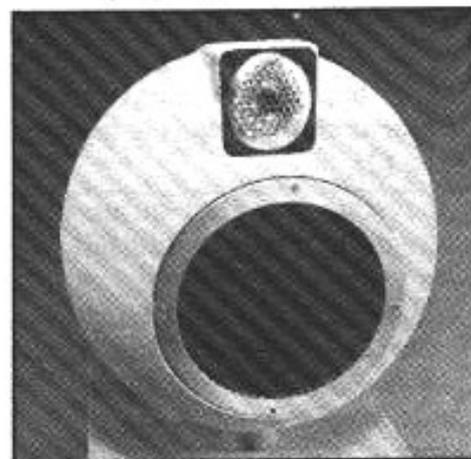


Fig. 6 : Ensemble médium-aigu en enceinte close  $\varnothing$  = 40 cm (doc. Elipson).

tion quelque peu métallique avec sensation de sons aigus « fabriqués ». S'ajoutant à la gêne ressentie, l'impression d'un trou entre médium et aigu lié à une directivité certainement trop élevée pour un médium prolongé au-delà de 5 kHz, malgré les apparences trompeuses d'une réponse globale flatteuse (cf. fig. 8). C'est alors que la décision fut prise de remplacer le tweeter à membrane métallique par un modèle à dôme réputé pour sa tenue en puissance et pour ses qualités de restitution musicale (écoute « soft » dans la technologie anglaise) (fig. 9). L'atténuation progressive de la

réponse au-delà de 10 kHz, ainsi qu'une fréquence de résonance abaissée à 550 Hz, expliquent certainement la disparition de toute agressivité dans l'aigu (atténuation du reste recommandée par beaucoup d'experts, dont Beranek, qui conseillent -3 dB à 10 kHz) (fig. 10).

On aurait pu en rester là si la technique du lecteur CD n'était venue stimuler la recherche d'une plus grande présence, ce qui supposait :

- moins de directivité (la technologie à dôme n'est pas plus favorable qu'une autre, à diamètre égal) ;

- plus de bande passante (la réponse à distance en salle semi-réverbérante est toujours dégradée par rapport à la réponse en chambre sourde à courte distance).

D'où une tentative d'élargissement de la réponse aux fréquences élevées par ajout comme supertweeter du modèle TW8 de Audax, coupé au-dessus de 8 kHz et connecté en parallèle avec le tweeter principal à travers un simple condensateur de 1  $\mu$ F. Le résultat apparaît en figure 11 et montre bien le progrès obtenu au-delà de 10 kHz dans l'axe, mais on retrouve la difficulté d'obtenir une réponse régulière en dehors de l'axe, chaque fois qu'on multiplie le nombre de sources d'émission.

C'est pourquoi l'opportunité s'étant présentée de disposer de tweeters à membrane plane de type Gamzon (fig. 12), l'essai de raccordement avec l'élément médium fut tenté et apparut concluant (voir fig. 13).

Les avantages déterminants pour cette combinaison furent en effet :

- sensibilité conservée sur l'ensemble du spectre au voisinage de 92 dB/1 W/1 m, avec une caractéristique légèrement ascendante (favorable à l'écoute en champ indirect) (voir fig. 14).

- directivité faible jusqu'à 20 kHz ;

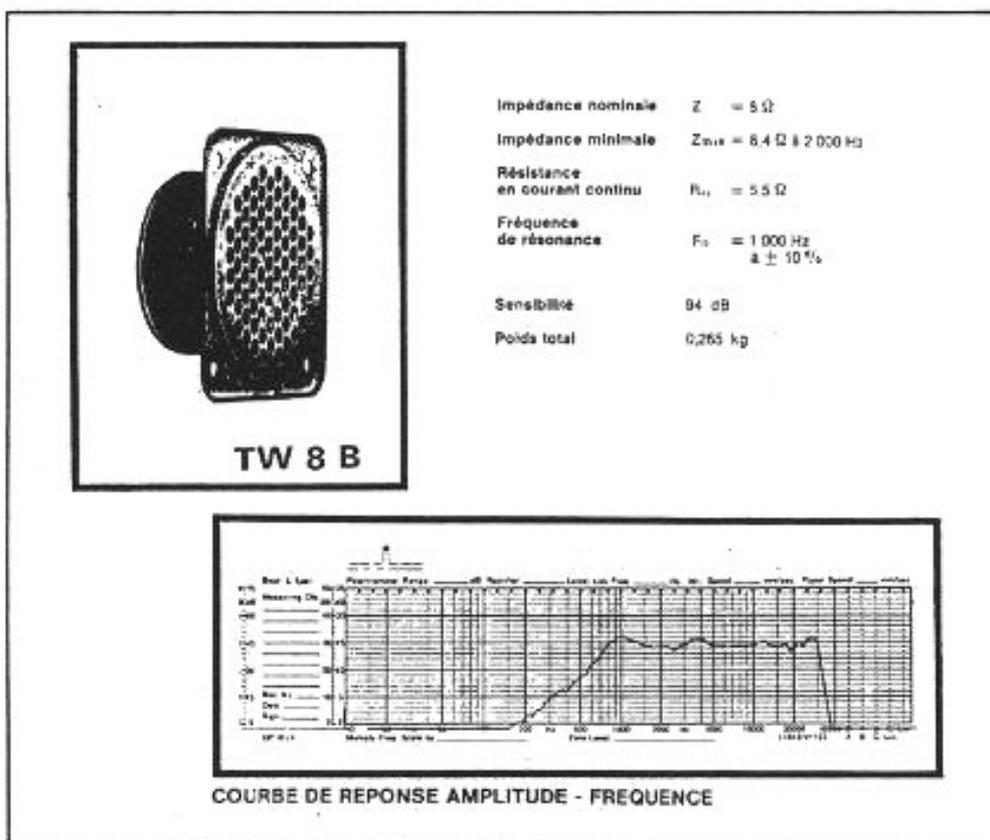


Fig. 7 : Caractéristiques techniques du tweeter.

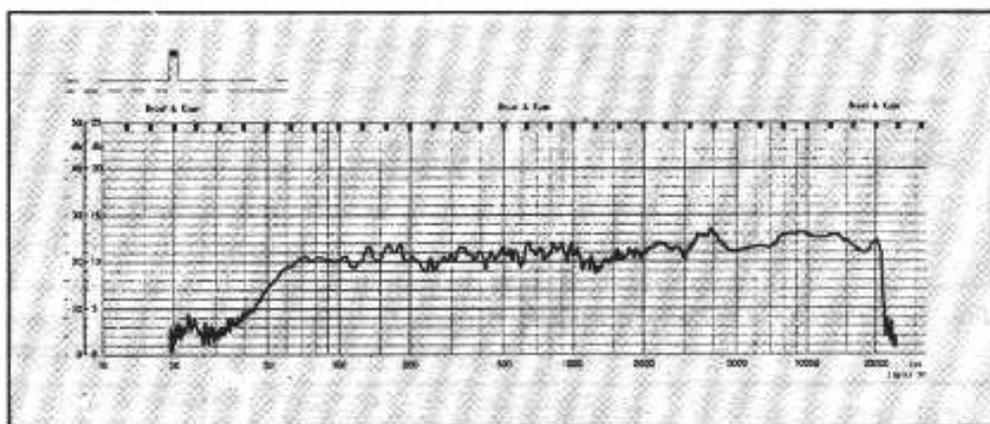


Fig. 8 : Réponse globale d'enceinte sphérique ( $\varnothing = 40 \text{ cm}$ ) comprenant 21 cm Goodman + tweeter Audax TW8B (aiguillage à 5 kHz) (mesure à 1 m dans l'axe, en chambre sourde).

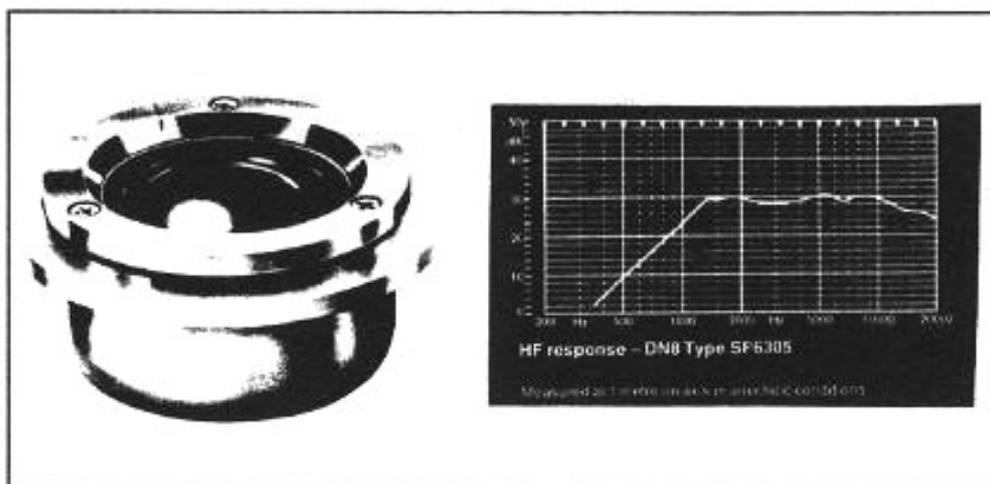


Fig. 9 : Tweeter du type T15.

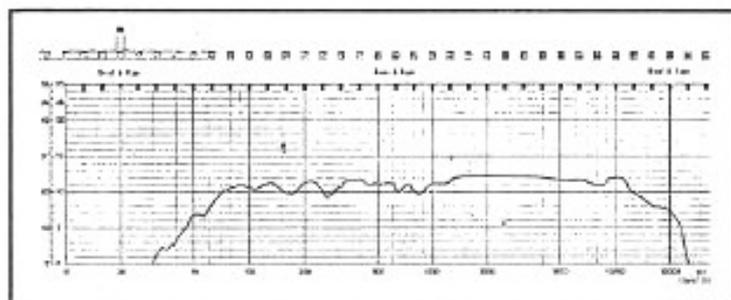


Fig. 10 : Comme fig. 8, mais avec tweeter Kef T15.

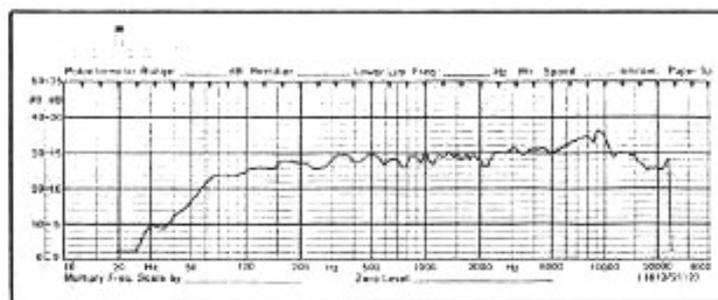
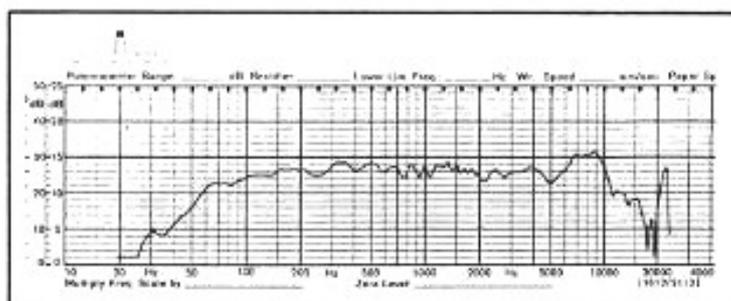
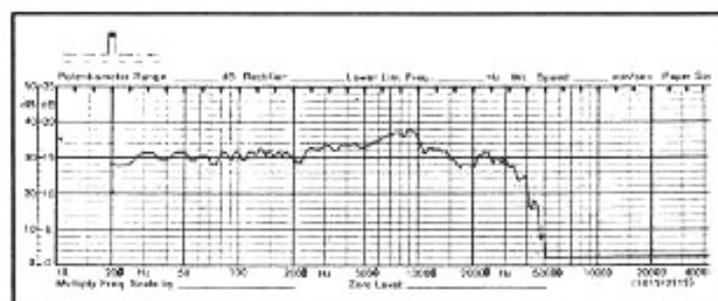


Fig. 11 : Ensemble Elipson Ø 40 cm comprenant : 21 cm Goodmans - Kef T15 - Audax TW80. a) Réponse dans l'axe à 1 m.



b) Réponse à 30° dans un plan horizontal.



c) Réponse dans l'axe à 1 m (mesure entre 200 et 200 000 Hz).

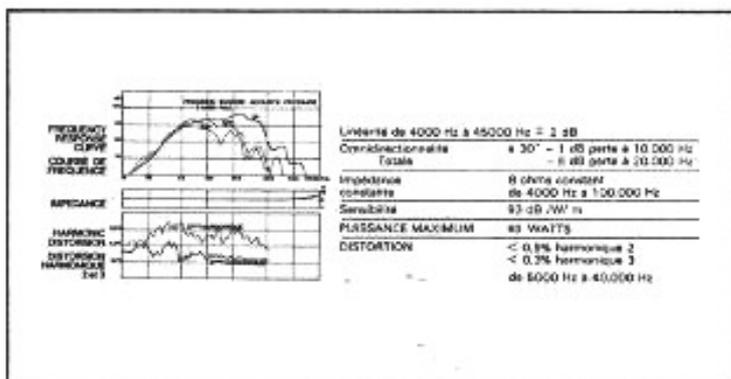


Fig. 12 : Tweeter à ruban Equiphase.

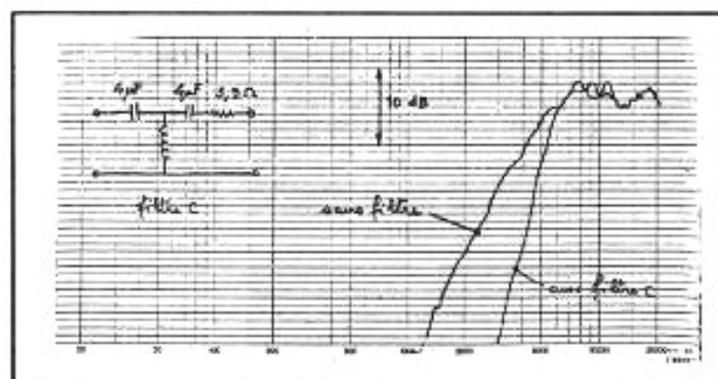


Fig. 13 : Réponse acoustique d'un haut-parleur d'aigu à membrane plane (mesure à 1 m dans l'axe).

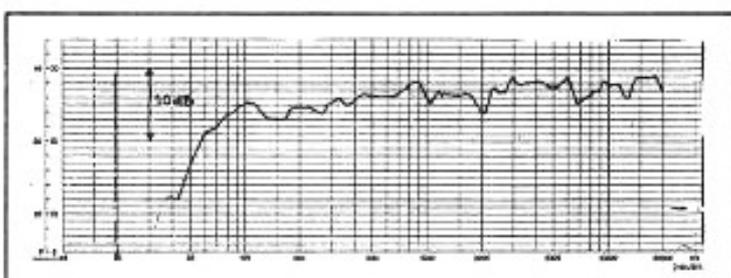


Fig. 14 : Réponse acoustique d'une enceinte acoustique sphérique Ø 40 cm à deux voies (21 cm + haut-parleur d'aigu) - Microphone à 1 m dans l'axe médian.

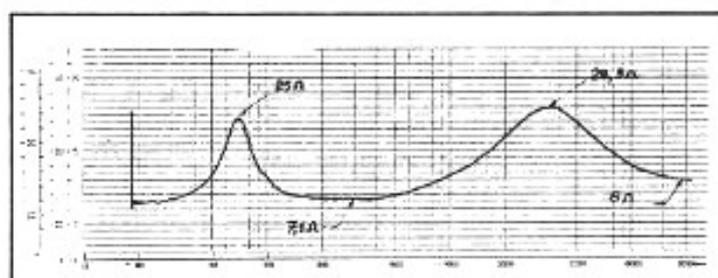


Fig. 15 : Courbe d'impédance (à courant constant de 1 mA).

— impédance stable (le tweeter est complètement résistif) et jamais inférieure à 7 Ω (favorable à la charge d'amplificateurs à transistors) (voir fig. 15).

Dans ces conditions, on obtenait un comportement quasi optimal, au moins à l'issue d'une phase de préparation, pour une

installation domestique qui sera décrite dans un prochain numéro.

(1) C'est le volume produit du déplacement de la membrane (élongation maximale) par la surface du piston équivalent, en supposant un déplacement linéaire sur ± 2 mm (on peut espérer mieux, mais seulement

avec des fabrications très coûteuses).

(2) Certains enregistrements d'orgues, tels celui de Saint-Eustache, peuvent contenir dans la bande d'une octave centrée sur 31,5 Hz des composantes situées seulement 12 dB au-dessous du niveau général, soit 6 dB au-dessus du gabarit SMPTE. Tel est le cas du CD Dorian Recordings

**Page non  
disponible**

# PRESSE ETRANGERE

Jean Hiraga

**Optimisation des lecteurs CD. « CD players times-up » par M. Takakazu Kusumoto. MJ Audio Technology. February 1992. Extrait commenté par Jean Hiraga.**

Dans le numéro de février 1992 de la célèbre revue japonaise, MJ Audio Technology, un article de 5 pages concernant une alimentation symétrique  $\pm 15$  V vient d'être publié. Il est suivi en fin d'article, de la description d'un filtre passif à éléments LCR.

Commençons par la description de ce dernier. Rappelons tout d'abord que selon le «Red Book» Philips du Standard Compact Disc, les industriels japonais ont imposé la mise en place d'un circuit de préaccentuation à l'enregistrement, lequel doit être suivi à la lecture d'un circuit de désaccentuation. Cette correction, destinée à améliorer le rapport signal/bruit et la qualité sonore aux fréquences élevées n'est pas mineure vu que les constantes de temps respectives à 3,18 kHz et 10,6 kHz sont de 50  $\mu$ s et 15  $\mu$ s, ce qui introduit à 20 kHz une amplitude de correction voisine de 8 dB. Les impératifs, les limites que les industriels imposent aux concepteurs font que, dans la plus grande majorité des cas cette correction de désaccentuation est assurée par un circuit actif d'une part et que d'autre part près de 100 % des lecteurs CD, matériels de haut de gamme confondus font appel aux circuits intégrés, perfor-

mants certes, mais alimentés à partir de circuits de régulations rudimentaires, quoique suffisants pour assurer un fonctionnement correct. On sait cependant que si l'on souhaite extraire la quintessence d'un lecteur CD, l'utilisation d'un régulateur  $\pm 15$  V dont le recul de bruit est de l'ordre de -75 dB ne suffit plus. Au-dessous de -75 dB commencent à apparaître différents problèmes, difficiles à résoudre car conduisant très vite à une multiplication des alimentations, l'usage d'alimentations stabilisées plus performantes, plus stables et plus silencieuses.

Pour en revenir au circuit de désaccentuation cité plus haut, ce dernier peut nécessiter l'utilisation d'une, voire de deux circuits intégrés. Ces derniers souvenent fortement contre-réactionnés, ne sont jamais ni parfaitement silencieux, ni d'une transparence subjective totale.

M. Takakazu Kusumoto, qui semble être un habitué de la modification des lecteurs CD préconise la suppression des étages analogiques situés après le convertisseur N/A, ce qui limite l'intervention aux circuits pourvus d'une conversion I/U (de courant en tension) et à l'insertion d'un simple filtre passif à éléments LRC.

La figure 1 montre l'aspect de la réponse en fréquence obtenue sur un lecteur CD modifié (l'auteur ne cite pas de référence). On obtient, sans correction, une réponse parfaitement linéaire. Pour les fréquences ultra-soniques à éliminer, on peut faire appel à un filtre passif, toujours à éléments LRC inséré en sortie. Si la correction s'avère nécessaire (l'auteur déclare préférer avoir recours à une commutation manuelle assistée par

un afficheur indiquant ou non le type de disque lu, ce qui évite l'insertion de relais dont les contacts sembleraient avoir une influence néfaste sur la qualité sonore). En mode de correction dit «de-emphasis» ou désaccentuation, la courbe de la figure 1 montre que l'on obtient une correction fidèle conforme aux normes CD avec pour avantages, un filtrage dont l'efficacité continue d'augmenter aux fréquences supérieures à 20 kHz.

La figure 2 montre l'aspect du filtre LC du second ordre, dont les éléments ont des valeurs précises, à placer en sortie. La self est un modèle à air, de valeur 2,5 mH. Les condensateurs montés en parallèle, ont une valeur de 390 + 270 pF (polypropylène). Les deux résistances (origine américaine Vishay, film métallique à haute stabilité) ont une valeur de 560 + 820  $\Omega$ .

Toutefois, l'auteur n'indique ni la structure, ni les valeurs de la première cellule de filtrage, qui est sans doute du second ordre, avec amortissement des condensateurs par des résistances série.

En ce qui concerne l'alimentation, M. Kusumoto préconise l'utilisation de deux transformateurs distincts possédant chacun un enroulement secondaire (18 à 20 V AC) et de les faire suivre d'un redressement en pont par polarité, puis de régulations actives simples mais efficaces et satisfaisantes sur le plan subjectif.

Le circuit est décrit sur la figure 3. Il se compose de transistors bipolaires bien connus et très appréciés des audiophiles japonais, 2SC 2275, 2SC 2240, 2SA 970 et 2SA 985 (NEC et Toshiba), de circuits intégrés NE 5534, de régulateurs de courant 3 mA (transistors FET avec

résistance gate source) et de diodes Led faisant office de diodes Zener basse tension.

L'auteur, plutôt avare en détails pratiques hormis quelques indications concernant le choix des composants, indique avoir obtenu de très bons résultats sur un autre appareil, de marque «P», portant la référence PD-9010X.

Ne nous cachons pas qu'il nous a été donné maintes fois l'occasion d'écouter des lecteurs CD modifiés soit de façon passive (établissement des nouvelles lignes de masse et d'alimentation) soit de façon active (modification des alimentations, des étages analogiques). La publication de ces modifications, qui procurent parfois des améliorations spectaculaires, y compris aux mesures, n'est pas toujours à la portée des amateurs et pose des problèmes de garantie vis-à-vis des constructeurs. Nous ne pouvons donc publier ce genre de modification relative à un appareil récent ou ancien.

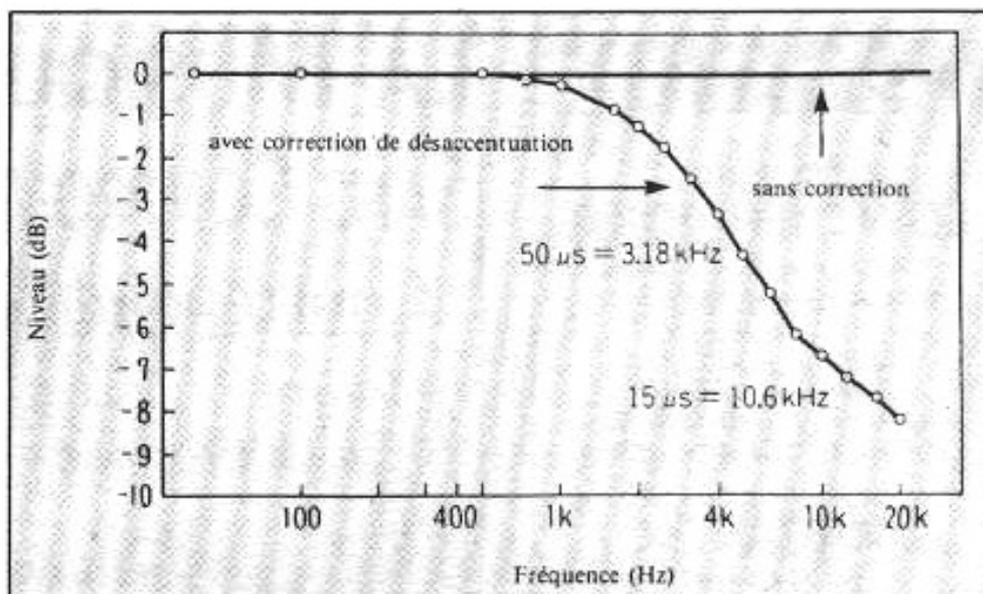


Fig. 1 : Caractéristiques de désaccentuation des lecteurs CD, pour la lecture des disques d'origine japonaise. Sur certains appareils, sa mise en service, toujours automatique est confirmée par un afficheur lumineux indiquant «de-emphasis».

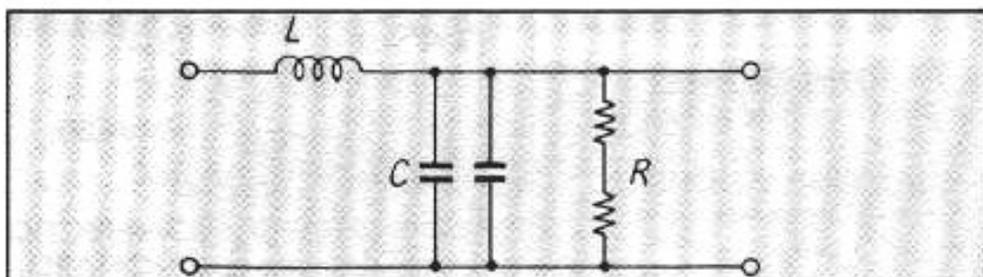


Fig. 2 : Aspect du filtre pass-bas passif, avec coupure à 124 kHz.

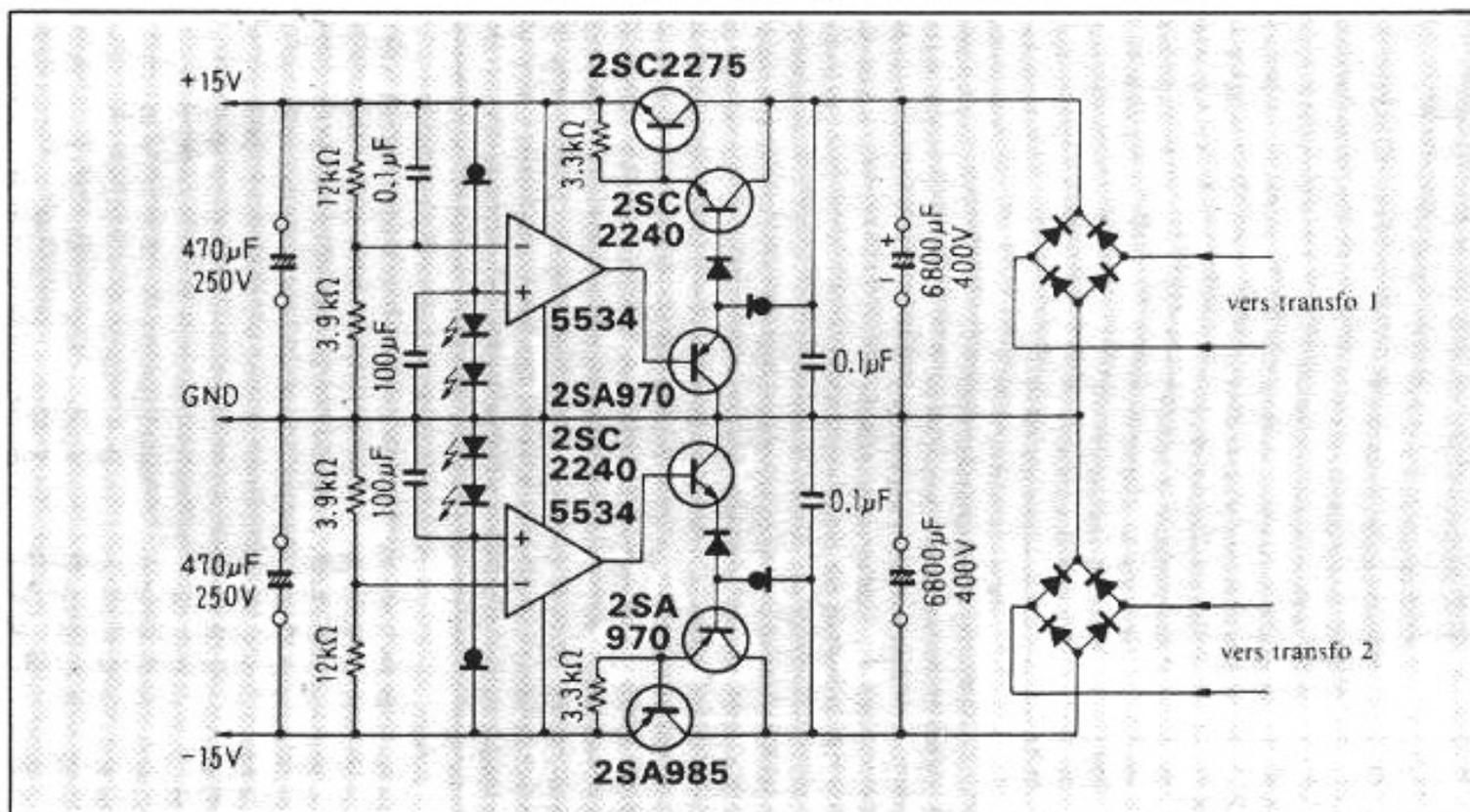


Fig. 3 : Alimentation stabilisée  $\pm 15$  V conçue pour l'alimentation séparée des convertisseurs N/A des lecteurs CD fonctionnant sur ces tensions.