

N° 14 NOUVELLE SÉRIE 14^e ANNÉE

L'AUDIOPHILE

HAUTE FIDÉLITÉ PLUS !

un dossier inédit



26 sommets technologiques en audio

où l'on célèbre les EXTREMES

Un sommaire riche et dense

• QUOI DE NEUF ?
LES HAUTS DE GAMME

• THEORIE :
UN SON NOUVEAU ?

• N^{ELLES} TECHNOLOGIES :
LE FILTRAGE
ET LES FILTRES NUMERIQUES

• ACOUSTIQUE :
L'AUDITION



LES MUSES D'OR

au lecteur CD hybride
Luxman D-107 U



CLASSIQUE
La messe polyphonique
JAZZ
Monk fait son cinéma

M 2569 14 55,00 F RD



**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

Quoi de neuf?

Jean Hiraga

LES HAUTS DE GAMME

L

e haut de gamme existe pour ainsi dire depuis la naissance, il y a un peu plus de cent ans, des premiers appareils conçus pour l'enregistrement et la reproduction du son et de la musique.

Depuis cette date, des milliers de chercheurs, de passionnés, ont créé, inventé, mis au point des appareils, des principes, en y apportant toute leur science, leur savoir-faire et sans penser forcément aux demandes du marché.

Autrefois comme aujourd'hui, les uns ont créé du haut de gamme avec pour seul but de faire avancer la science, d'aller le plus loin possible en matière de perfection sonore.

Les autres y ont vu un petit créneau de marché rentable, méritant un soin tout particulier de l'esthétique d'une sorte de Haute Couture en Haute Fidélité.

«J'ai voulu que les voix aimées soient un bien qu'on garde à jamais, et puissent répéter le rêve musical de l'heure trop brève». Ainsi s'exprimait Charles Cros, poète visionnaire très en avance sur son temps, à la fin du siècle dernier, un génie à qui l'on doit l'invention du Paléophone, c'est-à-dire du phonographe.

Ce souci permanent de perfection se remarque dès la fin du siècle dernier : «juke box» à cylindre, changeurs automatiques pour 6 cylindres, phonographe à triple et quadruple pavillon. Citons, parmi les machines très perfectionnées mises au

point par Edison, par des firmes anglaises ou françaises, celle de l'italien Gianni Bettini dont les phonographes, les bras de lecture, véritables chef d'œuvres de précision mécanique doivent être considérés à juste titre comme les premiers maillons haut de gamme. N'oublions pas que, bien avant l'arrivée du disque microsillon, de la stéréophonie, un phonographe de haut de gamme valait le prix d'une maison de campagne. Ce point de vue de la situation reste presque le même aujourd'hui. Notons, parmi ces «folies» d'audiophiles mordus du disque noir, la table

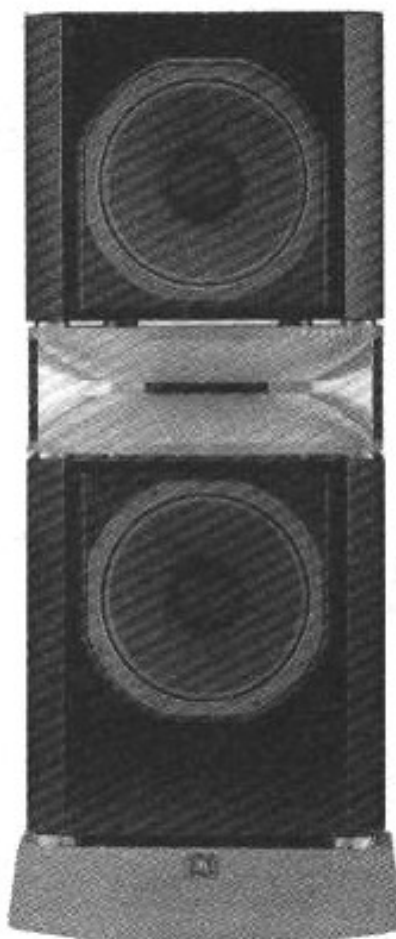
de lecture d'origine suisse Goldmund, la Référence II qui, jointe aux célèbres enceintes de la même marque Apologue et à des électroniques de même niveau forme un système dont le prix global peut dépasser facilement 1 million de francs. Entre la fin des années 70 (âge d'or du haut de gamme) et aujourd'hui, on a pu assister, dans le contexte d'un marché en expansion permanente, à de grandes modifications des différentes parts composant celui-ci. Autrefois faible, le taux d'équipement en «haute fidélité» a considérablement augmenté sans être devenu pour

autant ce que l'on avait prédit 20 ans plus tôt. Le marché du «baladeur» par exemple, joint à celui des combinés portables (tuners, cassettes, lecteurs CD, amplis intégrés, mini-enceintes) forme la plus grosse part du marché au sein duquel les vrais maillons haute fidélité ne représentent guère plus de 10% du total et le vrai haut de gamme à peine plus de 2%. Rien d'inquiétant de ce côté car les marques d'appareils haut de gamme, d'amplificateurs à tubes de grande classe, seraient beaucoup plus nombreuses de nos jours qu'en 1976 !

Seule une partie du haut de gamme mondial est représentée en France. L'explication pourrait en être la suivante : renouvellement plus lent que prévu, multiplication du nombre de produits, de firmes concernées pour un marché peu extensible, apparition chez les gros industriels de produits «grand public», de maillons de haut de gamme de plus en plus nombreux et de prix compétitifs auxquels il faudrait peut-être ajouter une certaine baisse du pouvoir d'achat de la clientèle. Un maillon de très haut niveau, en qualité comme en prix ne se vend parfois en France qu'à raison de quelques exemplaires par an. Dans ces conditions, il est normal que les frais nécessaires à la lancée d'une nouveauté, l'achat d'échantillons, représentent une part de risques non négligeable et font hésiter les petits importateurs.

Tables de lecture

En 1990, malgré une chute sensible des ventes (et de la production) du disque noir, la table de lecture de haut de gamme se porte bien. Les plus belles pièces, mises à part des versions professionnelles obsolètes telles que les EMT 927 et EMT 930 sont la Thorens Prestige, la Goldmund Référence II et la Micro Seiki SX 8000 II. Chez Thorens, la fabu-



Le sommet de la gamme JBL. Le système modulaire Project K2.

leuse version Referenz n'est malheureusement plus disponible. Ce spécialiste suisse, l'un des rares à ne pas tenter une reconversion dans d'autres secteurs d'activités, fabrique cependant la version TD 520 Super. Cette dernière est proposée au Japon en association avec le bras SME 3012R, le tout à un prix voisin de 25 000 F ; la SX 8000 II est chez Micro Seiki, ce spécialiste japonais de la table de lecture, la version la plus évoluée dont le prix voisine les 60 000 F. C'est l'une des rares à posséder un plateau lourd flottant sur coussin d'air. Bien d'autres concurrentes existent, sans être forcément disponibles en France : Kenwood KP 9010 (4 000 F seulement au Japon), Yamaha GT 2000 (5 500 F), AR ETL-1 (8 800 F), Denon DP 59 L, Oracle Reference, Technics SL-1000 MKIII, JVC QL-Y44F, ainsi que les quelques marques anglaises que l'on connaît.

Les phonolecteurs de haut de gamme semblent être encore moins connus des audiophiles français. La plus cotée au Japon, l'Ortofon SPU Gold Référence (cotée 20/20 parmi 30 modèles !) vient malheureusement de cesser d'être fabriquée. Vendue à plus de 1 000 exemplaires au prix de 5 600 F, elle aurait devancée des concurrentes redoutables telles que l'Ikéda 9R (construction basée sur la Westrex, avec bobines mobiles fixées directement sur la pointe lectrice, sans levier porte-pointe). Les prix les plus élevés, situés entre 6 000 et 25 000 F sont atteints par Clear Audio (version Accurate), Ikéda (dernière version 9EMPL) et par Ortofon (versions MC 3000 et MC 5000). En comparaison, des versions que l'on croyait onéreuses (comme la Shure Ultra-500) se situent parmi les plus compétitives ! Le meilleur rapport performances/prix serait, du moins au Japon, atteint par la version Denon DL 103 LC II, une version améliorée du best-seller DL-103. Son prix est, au Japon de 21 000 yens seulement, soit moins de 900 F. C'est un «petit détail» qui ne doit pas nous échapper compte tenu du fait que la grande majorité des cellules de haut de gamme est constituée des versions à bobine mobile et que le prix d'un échange standard équivaut à environ 50% du prix de la cellule neuve.

Les bras de lecture se font plus rares tout en atteignant un niveau de perfection étonnant. Dans ce petit créneau, le flambeau est détenu par ce grand spécialiste mondial, la firme britannique SME, qui commercialise en petite série la version V, un bras qui a été récompensé par de nombreux prix (parmi lesquels figurent les Muses d'Or de l'Audiophile) ainsi que par le très célèbre SME 3012R. Les concurrents sont les Linn Ekos, Technics EPA 100 MK2, Ikéda IT 245, Audio Technica AT 1501

IV. Les transformateurs et pré-amplificateurs pour cellules MC se font encore plus rares sans être pour autant d'un prix abordable. La version Vendetta Research SCP 1, dont le prix dépasse 20 000 F, est suivie du Gryphon Head Amplifier, des Ortofon T 3000 et T 5000, de l'Accuphase C 17, du Micro Seiki MT 1000 L/H, du Patridge T 20 MKII et d'autres marques produisant au compte-gouttes des modèles peu connus car non exportés et suffisant tout juste aux demandes d'un seul pays.

Processeurs DSP

Le processeur d'effets sonores DSP est un nouveau venu parmi les maillons de haut de gamme. Au sommet, c'est-à-dire aux alentours de 100 000 francs, prend place le «roi», le Lexicon 480 L, à vocation professionnelle plus que hifi haut de gamme, suivi du Yamaha DSP 3000 (13 000 F environ), du Lexicon CP 15, du Sony MU-R 201, du Pioneer SP91P, du Roland DSP 2000, du Shure HTS 5200J et du JVC XP-A 1000. Tout puriste en haute fidélité pourrait rejeter ce type de maillon ajoutant à la source principale une source secondaire d'effets d'ambiance. Il s'y opposera jusqu'au jour où il aura l'occasion d'assister à une démonstration (effectuée dans de bonnes conditions) avec processeur DSP. Il s'apercevra alors que le système de base reste le même, que le système DSP vient en complément et se termine par 4 petites enceintes indépendantes du système principal, donc sans risque de dégradation de la qualité sonore. Le niveau réglable du processeur permettra alors de se rendre compte, ne serait-ce que par un «test en aveugle», que le DSP apporte un «plus» non négligeable en matière de réalisme. Curieusement, l'écoute d'un enregistrement effectué en chambre sourde (disque test Denon ou Yamaha par exemple) montre que la réverbération

naturelle de la salle d'écoute ajoutée à une source dépourvue de réverbération ne suffit pas pour créer l'illusion de la réalité. L'idéal consisterait à supprimer tout d'abord les réverbérations incluses dans la source et celle de la salle d'écoute pour y ajouter ensuite n'importe quelle forme de réverbération. Ceci reste encore du domaine de la fiction. En pratique, on s'aperçoit qu'un dosage adéquat de «DSP» permet de gagner en réalisme (effet tri-dimensionnel) sans nuire pour autant à la transparence de reproduction du système principal.

Enceintes

C'est dans ce créneau que l'on atteint les prix les plus élevés. C'est également dans ce créneau que le plus grand nombre d'absents se constate en France : marges bénéficiaires réduites, coût élevé du transport, encombrement gênant, nombre réduit de revendeurs spécialisés. Bien



Enceinte professionnelle Rey Audio Monitor.

des constructeurs ont essayé et parfois presque réussi de faire croire à l'impossible : qu'avec 5 000 F et 2 fois 15 litres, il était possible de concevoir une paire d'enceintes capable de faire aussi bien que les «monstres» de haut de gamme. Aujourd'hui, les audiophiles ont compris que, quels que soient les remarquables compromis trouvés dans le domaine des enceintes de bibliothèque, les plus grands progrès en électroacoustique ne pourront permettre de changer les lois fondamentales de l'acoustique, de «réduire la longueur d'onde». Dans la chaîne hifi, ce maillon reste le plus faible : minimisation du coût de revient, recherche d'un faible encombrement, recherche, encore vaine, de nouveaux principes de transduction ultra-performants, fiables et d'efficacité acceptable, performances liées à celles du local d'écoute, etc. En France, nous connaissons ce haut de gamme à travers quelques modèles comme les séries anglaises Tannoy Westminster ou RHR, la très originale JBL DD 55 000 «Everest». Il en existe bien d'autres, sans parler des nombreux systèmes à pavillon qui, modulaires, permettent des milliers de combinaisons à partir de chambres de compression JBL, Altec, Gauss, Rey Audio, Audio Note, Electro-Voice, Onken, TAD, Vitavox, Ale, Community, etc. Citons entre autres les Georgian II et Patrician II, haut de gamme Electro-Voice, la fabuleuse JBL Project K2, le «top» chez ce constructeur avec un prix qui voisine les 200 000 F la paire, les Wilson Audio, Goldmund, Tannoy Westminster Royal, Mac Intosh XRT-22, Infinity IRS Beta et Gamma, Canton CA 30N, Apogée Diva, Audio Static ES 900R, Martin Logan Statement, et d'autres encore auxquelles il faut ajouter des modèles inconnus en France et qui peuvent malgré tout atteindre au Japon une cote extraordinaire.

Car les plus belles enceintes, les plus hauts sommets ne sont parfois conçus que pour le marché japonais. C'est le cas de certaines séries JBL, Tannoy et d'un nombre assez important d'enceintes d'origine japonaise pour lesquelles les constructeurs ne souhaitent pas étendre les ventes au-delà de leurs frontières. Mitsubishi, par exemple, cet énorme groupe impliqué dans pratiquement tous les secteurs de l'industrie, est considéré à juste titre, comme étant le plus grand spécialiste en haut-parleurs et en enceintes acoustiques. La DS 303 par exemple, est une enceinte professionnelle de monitoring qui règne sur le marché local depuis près de 30 ans. La dernière version AS 3002 P, reprend le même principe deux voies, bass-reflex (30cm + tweeter à cône) avec amplificateur incorporé, entrée symétrique et socle sur roulettes, le tout restant conforme aux normes japonaises JIS. Dans le haut de gamme et le très haut de gamme, Mitsubishi se classe également parmi les 2 ou 3 marques les mieux classées, et ce, devant une bonne centaine de concurrents : DS-V 5000 (enceinte 4 voies, classée 1ère dans la catégorie de prix comprise entre 30 et 70 000 F, prix : 66 000 F la paire), suivie de la DS-V 9000 (80 000 F la paire, modèle 4 voies). Même remarque pour des modèles de prix plus compétitif, très performantes et de style colonne telles que les Diatone DS 1000 C (4 voies, 12 000 F la paire), Sansui SP 1000 (2 voies, 10 500 F la paire), Pioneer S 1000T (18 000 F la paire, très performante, classée 1ère dans cette catégorie de prix), Technics SB-MX 200 (20 000 F la paire, 3 voies), Onkyo Scepter 3001 (24 000 F la paire, 3 voies, tweeter omnidirectionnel en forme de sphère placé au-dessus de l'enceinte), Pioneer Exclusive S5 (53 000 F la paire, 3 voies, médium aigu à pavillon encastré), JVC SX 1000



Enceinte 2 voies Onkyo Scepter 2002.

(35 000 F la paire, 3 voies, close, médium et aigu à dôme). Dans la majorité des cas et contrairement à ce que pourraient dire certaines mauvaises langues, le prix des enceintes de haut de gamme est justifié. Les haut-parleurs sont souvent de qualité exceptionnelle avec pour exemple, les éléments constituant la K2 JBL : pavillon bi-radial entièrement nouveau, chambre de compression 475 Nd à membrane en titane et aimant néodym, 2 haut-parleurs grave 1 400 Nd de 14 pouces, avec aimant néodym et circuit magnétique très étudié.

Habillés parfois de ronce de noyer (Tannoy RHR/N), brillant de tous leurs chromes (B&O Beolab Penta 2), il ne faut pas perdre de vue non plus qu'un tirage très limité augmente considérablement les prix et que certains haut-parleurs ne représentent pas un ou deux ans de travail mais tout le savoir-faire d'ingénieurs, d'acousticiens qui y ont consacré leur vie. Ces coûts de revient réels très élevés expli-

quent aussi pourquoi les productions artisanales de très haut de gamme ne réalisent pas les bénéfices permettant aux sociétés concernées de se développer au cours des années. Inversement, un gros industriel pourra se permettre de temps à autre des «petits» sacrifices de ce côté pour créer des produits qui, sans être immédiatement et directement rentables, feront par contre progresser la firme sur le plan technologique tout en réhaussant l'image de marque de produits dont les principaux bénéficiaires peuvent se situer dans les gammes à vocation Grand Public. N'hésitons pas à dire que la multiplication de ces situations peut finir par faire beaucoup de tort aux petits industriels spécialisés.

Lecteurs CD et convertisseurs

Ces deux maillons sont dans le haut de gamme, très bien représentés en France : Accuphase, Sony, Technics, Studer, Luxman, Teac, Madrigal, Wadia, Theta, Arcam, DPA, Prologue, Stax, Krell (la liste n'est pas complète), auxquelles il ne faut pas omettre d'ajouter des marques européennes, anglaises et françaises. Quelques modèles semblent malgré tout absents sur le marché français : JVC XL-Z 1000 et convertisseur XP-DA 1000 (45 000 F l'ensemble), Philips LHH 1000 (22 000 F), Pioneer PD 5000, ainsi que le tout dernier PD-T 07. Parmi ceux-ci, l'ensemble JVC n'est toujours pas, du moins à notre connaissance importé, malgré l'obtention, en fin 1989, du prix japonais Component of the Year. La même récompense a également été attribuée au Philips LHH 500, au Pioneer PD 5000, à l'ensemble Technics SL-Z 1000/SH-X 1000, à l'ensemble Teac et à d'autres maillons comme l'amplificateur Sony TANNRI, la Tannoy Westminster Royal, la Célestion 7000,

l'Electro-Acoustic 213-4 Pi, le Mark Levinson n°20.5 L, le Wadia 2000, l'ensemble Nakamichi 1000, les cellules Ortofon SPU-Gold Référence et Ikéda 9R, le préamplificateur Cello Encore 1MΩ, l'amplificateur Goldmund Mimesis 9 et à quelques autres maillons prestigieux sélectionnés pour des raisons d'avance technologique, de fidélité de restitution sonore exceptionnelle avec parfois un rapport performances / prix très attrayant.

Amplificateur et Préamplificateurs

Même remarque que pour les lecteurs CD, à savoir que ces maillons sont pratiquement tous connus de nos audiophiles : Krell, Audio Devices, Stax, Mark Levinson, Audio Research, Rowland Research, Threshold, FM Acoustics, Counterpoint, Goldmund, Accuphase, Cello, Sony, Air Tight, AetD, Yamaha, Luxman, Kenwood, Pioneer-Exclusive, Mac Intosh, Sansui, Denon et bien d'autres encore pour n'en citer que quelques-uns au hasard, sans préférence particulière. Il nous manque ici, parmi les amplis et intégrés de haut niveau, des modèles comme le Sansui AU-X 1111 MOS-Vintage ou l'Ortofon PPA 600.

Tuners

On pourra se permettre d'être un peu plus réservé du côté des tuners, des «syntoniseurs» pour reprendre le terme officiel si peu utilisé. Les tuners de haut de gamme existent et nous les connaissons sous les marques Sequerra, Kenwood, Mac Intosh. En région parisienne, la réception est mauvaise en raison du grand nombre d'émetteurs, des immeubles produisant des échos, des signaux fantômes avec tous les phénomènes conséquents (fading du bruit de fond, superposition des stations, perte

du rapport signal/bruit). De plus, relativement peu d'utilisateurs osent investir dans l'installation d'une bonne antenne (qui doit de plus être bien réglée). Il ne faut pas oublier non plus que la bande passante «utile» est de l'ordre de 16 kHz. Une excellente qualité sonore est d'autre part incompatible avec une réception très sélective, indispensable en région parisienne. Un autre regret que l'on pourrait formuler à ce sujet, est la relative faiblesse de la puissance d'émetteurs tels que France Musique. Il reste à savoir si un investissement supérieur à 10 000 F pour ce maillon en vaut la chandelle.

Conclusion

Les maillons de haut et de très haut de gamme sont fabriqués en petite série pendant des périodes relativement courtes, exception faite de certains «best-sellers» qui peuvent traverser plusieurs générations de maillons. Contrairement à une opinion généralement répandue, il n'existe pas de magasin spécialisé, d'exposition permettant de voir, de tester simultanément la majeure partie des maillons de haut de gamme.



Enceinte Pioneer S 1000 Twin.

Cette remarque s'applique principalement aux enceintes acoustiques, vu que rien que pour celles-ci, il serait possible de remplir le Palais des Congrès réservé autrefois au Festival du Son. Les catalogues annuels des maillons hifi, parfois très complets (catalogue annuel japonais de Stereo Sound par exemple) témoignent de la quantité assez phénoménale de maillons existants. Le haut de gamme ne représente qu'une infime part du marché audio. Très développé, il pourrait même dépasser les possibilités d'un marché qui, non extensible, aura pour conséquence de réduire les parts attribuables à chaque constructeur. Par ailleurs, il est un fait certain que le nombre de magasins spécialisés dans le haut de gamme fait défaut et que la vente simultanée d'autres maillons de milieu ou de bas de gamme (c'est généralement celle qui permet au magasin d'assurer une bonne moyenne au niveau du chiffre d'affaire mensuel) va à l'encontre de la mise en valeur du haut de gamme dans presque tous les cas. Le pire reste les mauvaises démonstrations dans des salons couverts par un énorme bruit de fon, dans des milieux acoustiques totalement inadaptés. Mais là aussi, on bute sur des impossibilités au niveau du financement d'un salon du haut de gamme dans lequel chaque stand mériterait d'être aux normes d'un bon studio d'enregistrement. Pour se consoler, il reste çà et là des cas isolés, des exceptions qui, suite à un heureux hasard ou à de gros efforts d'installations et de mise au point font des démonstrations des événements inoubliables, dont les audiophiles parleront des années durant. C'est seulement au prix de la multiplication de tels efforts que l'on pourra promouvoir le haut de gamme, le positionner à sa juste valeur tout en permettant aux constructeurs de s'approcher toujours plus près de la perfection sonore.

**Page non
disponible**

LE FILTRAGE ET LES FILTRES NUMERIQUES

Philippe Miche

T

oute chaîne de traitement numérique du signal, outre les fonctions de conversion réalisant l'interface avec le monde réel, intègre un filtre numérique. Ce dernier, quelque peu laissé pour compte jusqu'à encore récemment, est l'objet de polémiques avec l'émergence des technologies « 1 bit » qui paraissent substituer aux fonctions analogiques de précision (« nobles ») la « rustique » simplicité binaire. La réalité est un petit peu plus complexe et, de toute façon, les convertisseurs « multibits » sont également associés aux filtres numériques. Raison de plus pour fournir ici quelques-uns des éléments du riche contexte dans lequel évolue cette nouvelle technologie des filtres numériques et, par voie de conséquence, toute la recherche et l'industrie audio-numérique...

Nous avons vu précédemment (L'Audiophile n° 12) le principe de fonctionnement des convertisseurs analogiques-numériques delta sigma. Ce type de système à modulation delta sigma encode le signal analogique en un flot de nombres.

Les codeurs delta sigma sont en fait des boucles de contrôle d'ordre faible avec quantification dans cette boucle, normalement à un point de la boucle où le bruit de quantification est repoussé de façon optimale. Le flot de données en sortie du modulateur représente le processus de quantification en amplitude et présente des valeurs discrètes à des moments bien définis dans le temps. Lorsque l'entrée est maintenue constante, la

moyenne de ces nombres en sortie doit représenter fidèlement l'entrée analogique pourvu que la boucle de contrôle soit stable. Les données en sortie sont en fait une représentation de la somme des n dérivées du signal analogique d'entrée, la $n^{\text{ième}}$ dérivée présente correspondant à l'ordre de la boucle de contrôle. Cette représentation des données est indépendante de la fonction dite de « noise shapping » ou « modelage du bruit » dans cette même boucle. L'expression « noise shapping » renvoie à la capacité à s'affranchir du bruit provoqué par le processus de quantification. Le plus souvent, le circuit de quantification se situe en sortie du chemin direct de la boucle, la sortie du quanti-

ficateur étant ramenée à l'entrée de l'élément différentiateur (voir figure 1).

Cela signifie que l'ordre du filtrage associé à la fonction de transfert de ce modelage du bruit (de quantification) est le même que l'ordre de la boucle (soit le nombre d'étages intégrateurs dans la boucle). Cette architecture est la plus couramment rencontrée mais n'est pas cependant obligatoire ; en effet, si la quantification est placée à un autre endroit de la boucle, les données encodées peuvent présenter un ordre plus élevé de dérivées du signal d'entrée que l'ordre de la fonction de « noise shapping ». La caractéristique des modulateurs delta sigma de pouvoir supprimer le bruit de quantification

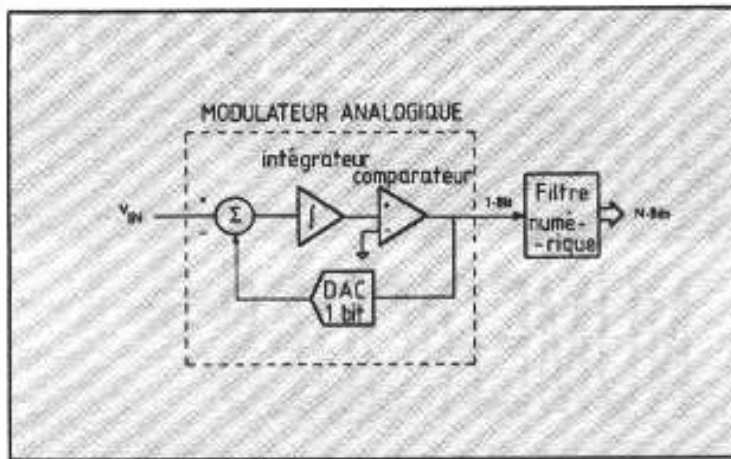


Fig. 1 : Schéma bloc d'un convertisseur analogique-numérique $\Delta\Sigma$.

est le résultat de la boucle de contrôle conjuguée à la nature non quantitatrice de l'élément différenciateur. A chaque instant bien déterminé dans le domaine temporel, l'erreur introduite par la quantification n'est pas ignorée (comme dans le cas des convertisseurs multibits à registres à approximations successives) mais est introduite dans la boucle et donc va influencer la prochaine décision de quantification. Si la boucle de contrôle a une réponse impulsionnelle équivalente infinie, l'erreur due au processus de quantification peut être annulée virtuellement dans la mesure où toute erreur à un instant donné a une incidence sur les sorties à venir.

Les nombres correspondant à des échantillons temporels spécifiques et considérés individuellement présentent une faible résolution (0 et 1 sont suffisants) et, tels qu'ils se présentent à la sortie du modulateur, à cadence accélérée (fort taux de suréchantillonnage) ne sont pas exploitables sous cette forme. Ce n'est qu'au travers du filtre numérique et après application d'une fonction dite de moyennage temporel qu'une représentation du signal très fidèle (des résolutions supérieures à 20 bits peuvent désormais être atteintes) sera révélée. Le fait de trouver réunis sur une seule et même puce, à la fois filtre(s) numérique(s) et convertisseur(s) DAC et/ou ADC (comme dans le cas du « 28MSP02 » d'Analog Devices qui regroupe

un ADC et un DAC 16 bits plus une « batterie » de filtres numériques) ne doit pas pour autant condamner de tels circuits, comme certains voudraient nous le faire croire un peu hâtivement en les associant à des applications « bas de gamme » (monolithique = peu cher... *peu chère...*). Cette situation est le résultat du principe même de la technique delta sigma qui opère un transfert de la complexité des circuits du domaine analogique vers le domaine numérique. Or, les fonctions analogiques de précision occupent une surface de silicium relativement importante, ce qui ne les condamne en rien à disparaître, fort heureusement, mais implique des incidences technologiques et économiques. Aussi, avant de hurler aux loups, de colporter les mêmes inepties sans fondements ni arguments sérieux comme à propos de toute nouvelle idée, laissons à cette technologie naissante les chances de faire ses preuves. Les résultats déjà obtenus sont très encourageants, particulièrement pour les convertisseurs analogiques-numériques où la haute résolution est toujours plus difficile à obtenir qu'avec les DACs. Il serait dommage d'ignorer totalement ces chips sous prétexte qu'ils sont économiques et d'inventer des raisons pseudo-techniques pour masquer son ignorance ou sa volonté de ne pas voir ce qui s'y passe de fait. Qui plus est, l'intégration simultanée de la fonction

de conversion avec celle du filtrage numérique risque de reléguer la première au même niveau que la seconde, c'est-à-dire un rôle « fantomatique » et, au mieux, de figuration si l'on s'entient au peu d'estime générale accordée à ces derniers. Pourtant, que les nostalgiques des montages « discrets » se rassurent, les applications « haut de gamme » utilisent plusieurs puces-blocs fonctionnels séparés pour obtenir les meilleures performances.

Le filtrage numérique : fantômes et spectres

Bien qu'il s'en trouvera toujours pour contester le rôle déterminant du filtrage numérique, quoique contester soit un bien grand mot dans la mesure où le fait de passer sous silence ne constitue pas en soi une contestation formelle, les techniques de traitement numérique du signal (incluant celles du filtrage numérique) déjà très largement employées dans maint domaines professionnels, s'avèrent indispensables dans le contexte des systèmes de conversion avec une topologie du circuit de quantification de résolution peu élevée, comme c'est le cas des convertisseurs de type MASH ou bien encore de type « 1 bit ». Et parce qu'ils sont devenus indispensables, les filtres numériques n'ont pas besoin de réhabilitation mais plutôt qu'on lève le voile sur une technique et une catégorie de circuits intégrés à propos desquels l'information a été, c'est le moins qu'on pouvait dire, bien « filtrée »...

En effet, comment ne pas s'étonner du peu d'intérêt manifesté par l'ensemble de la profession audio, constructeurs de sources audio-numériques y compris dans leur grande majorité, au sujet des blocs de filtrage numérique, qu'il s'agisse de leur nature, de leurs spécifications,

de leurs avantages comme de leurs limites ?

Doit-on reprocher à Philips un « diktat » de fait sur le reste de cette industrie ou blâmer cette dernière de son manque de curiosité et d'approche contradictoire ?

On peut risquer quelques explications, comme la relative nouveauté de cette technique, tout au moins dans ses applications audio grand public. On peut également supposer une confusion (peut-être entretenue volontairement) qui a induit une réaction du type suivant : le standard CD audio est formaté selon un cahier des charges incontournable, il est donc inutile de s'attaquer au bloc numérique. Si, en effet le standard CD définit un certain formatage (type et présentation des données) à l'entrée ou à la sortie du filtre numérique, rien n'empêche le concepteur de re-traiter ces données (changement de la fréquence d'échantillonnage par décimation ou interpolation, changement de résolution pour s'interfacer à des convertisseurs 18, 20 bits... ou 1 bits, etc.). Il est certain qu'il était plus aisé de se fier aux géniteurs de ce nouveau support musical universel qu'est devenu le CD, plutôt que de remettre en cause les structures de filtrage proposées, déjà programmées et telles quelles impossibles à modifier. Et c'est ainsi que les principales modifications et améliorations aux versions de base de ces platines de lecture CD ont porté sur les étages analogiques de sortie (buffer et filtre de sortie de DAC), sur la qualité des alimentations, éventuellement enfin sur celles des DAC (possibilité d'ajustage de leurs caractéristiques, emploi de technologie « discrète » dans des structures hybrides ou modulaires).

Ce n'est que récemment que des sociétés telles Wadia puis Theta Digital ou bien Krell se sont penchées enfin sur la tota-

lité du trajet emprunté par le signal, depuis le flot de données numériques formaté selon les différents standards audio-numériques en usage aujourd'hui (CD, DAT ou cassette numérique, DBS pour « Digital Broadcast Satellite » ou FM numérique) jusqu'aux étages de bufferisation analogiques, en passant par des filtres numériques de leur propre conception utilisant des DSPs programmables.

Finalement, après avoir envahi les domaines des télécommunications, de la mesure, du contrôle, des applications graphiques, de l'analyse, synthèse et transmission de données, la technologie DSP touche l'audio-numérique à son tour.

Mais qu'entend-on par technologie DSP ? L'expression implique plusieurs phénomènes : — le contact avec des signaux analogiques en entrée et/ou en sortie ; le terme DSP (« Digital Signal processing ») indique tout simplement que le traitement des signaux analogiques est réalisé en numérique ;

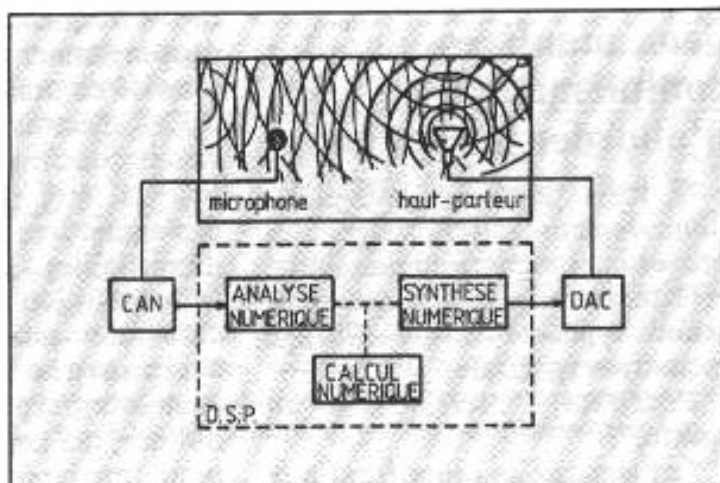
— le traitement de ces signaux a lieu en temps réel, par opposition à un traitement différé. Cela implique que les opérations de calcul numérique doivent être suffisamment rapides pour soutenir le rythme avec les signaux d'entrée et/ou de sortie. A titre d'exemple, le traitement « off line » de données géologiques à partir d'une bande magnétique

n'est pas du temps réel : par contre, le filtrage d'un signal audio au moment où il se produit est bien du temps réel.

L'exemple simplifié d'un système DSP complet (avec port d'entrée/sortie analogique) est décrit figure 2. Ce même système DSP audio (identique sur le plan « hardware » ou matériel) pourrait avoir plusieurs applications. Les signaux sont convertis du domaine analogique vers le domaine numérique via un CAN (convertisseur analogique-numérique) et après traitement numérique, restitués sous forme analogique via un CNA ou DAC. Les opérations de calcul couvrant à la fois l'analyse et la synthèse des signaux sont réalisées en numérique par une structure à la fois hardware et software manipulant des nombres binaires.

Outre des performances facilement reproductibles et homogènes d'un système à l'autre, la flexibilité qu'autorisent la programmation et la reprogrammation de tels ensembles constitue un de leurs avantages principaux. Ainsi, la même machine sur le plan hardware (matériel) peut couvrir plusieurs applications selon le software (logiciel) implémenté. Revenons sur l'exemple du système DSP audio décrit figure 2. Un générateur numérique de signal (un micro-ordinateur ou un CD de tests par exemple) produit un stimulus via l'ensemble. L'ensemble micro-

Fig. 2 : Exemple de système DSP. La nature des interfaces avec le « monde réel », microphone et haut-parleur, indique clairement le domaine d'application audio d'un tel système temps réel.



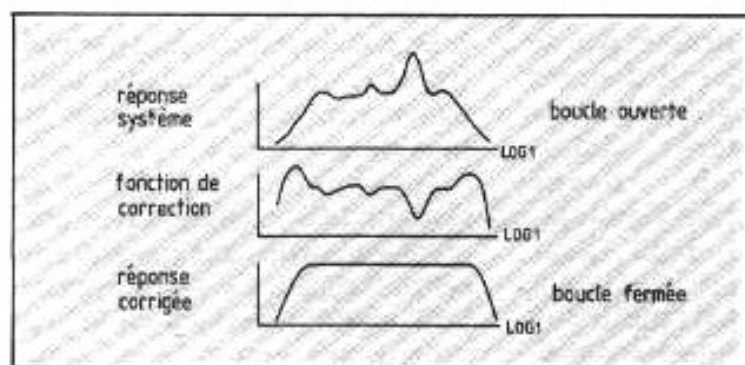


Fig. 3 : Application d'égalisation dynamique. Réponse du système, correction et réponse corrigée effectuée dans le domaine numérique.

phone plus CAN calibré au préalable, lit la réponse. Les caractéristiques du haut-parleur pourront être ainsi mesurées. En modifiant le programme, c'est l'acoustique de la pièce qui sera caractérisée. En poursuivant encore, par exemple en réalisant une boucle de contrôle logicielle, le même système permettra d'optimiser le filtrage et de réaliser une égalisation dynamique comme indiquée figure 3, où les limitations acoustiques du haut-parleur et celles de la pièce sont compensées en temps réel. Ce dernier exemple correspond à une application de filtrage adaptatif, où la réponse du filtre numérique varie en temps réel (changement approprié et « à la volée » des coefficients de ce filtre) pour s'adapter aux conditions environnantes, ici les limitations acoustiques du haut-parleur et de la pièce évoquées plus haut et en tenant compte de leur interaction mutuelle.

Les domaines temporel et fréquentiel : deux manières complémentaires d'aborder un système

Si leurs domaines d'applications demeurent très vastes, les processeurs numériques de signal effectuent principalement deux grands types de travail : filtrage et analyse spectrale.

Pourquoi s'intéresse-t-on au spectre ?

Les signaux se rapportant aux

systèmes électriques ont des réponses mesurables dont on peut décrire le comportement historique dans le domaine temporel ou bien transformer dans le domaine fréquentiel (fréquence = (temps)⁻¹ ou 1/temps) pour apporter des informations complémentaires sur le système spécifique étudié. Ainsi, dans les systèmes radars utilisés par la police, l'écho temporel renseigne sur la distance de la « cible » (le contrevenant éventuel) et le déphasage en fréquence (système Doppler) donne la vitesse de ce même objet. Parce que les données traitées par l'unité de calcul numérique ne se présentent pas toujours comme une série temporelle d'événements successifs, les termes « domaine temporel » et « domaine fréquentiel » peuvent être remplacés par ceux plus généraux de « domaine des données » et de « domaine spectral », lorsque le temps n'est pas la variable à considérer.

Le diagramme statique des forces de charges et des « déflexions » le long d'un ouvrage d'art comme un pont par exemple, présente un spectre de « fréquences » inversement proportionnel aux distances le long de ce pont.

Ces spectres, dont les composantes sont magnitude et phase, peuvent être considérés comme des signatures ou mieux comme de véritables « empreintes digitales » (sans jeu de mots... c'est le caractère unique de chaque « signature » qui est à souligner), typiques d'une entité donnée, qui peuvent être utilisées pour analyser ou vérifier un

comportement et détecter d'éventuelles anomalies. C'est en utilisant ces principes que l'observation de déphasages significatifs dans le spectre présenté par tel ou tel tissu ou organe du corps humain autorisera la localisation et le diagnostic précis d'un trouble fonctionnel.

En revenant à notre exemple de système DSP audio montré figure 2, le haut-parleur et le microphone vont permettre de mesurer les caractéristiques acoustiques de la pièce, aussi bien dans le domaine temporel que dans le domaine fréquentiel. Pour l'approche dans le domaine temporel, le haut-parleur sera chargé d'émettre un signal très bref, une impulsion ou signal transitoire. La réponse mesurée par le microphone (voir figure 4) se présente comme une série d'échos dont l'amplitude décroît avec le temps et dont les murs, leurs proportions et la nature des matériaux les composant sont responsables. Il s'agit là de la réponse impulsionnelle et les lecteurs de *L'Audiophile* ou de la *Nouvelle Revue du Son* sont déjà familiarisés avec ce type de mesures souvent associées aux bancs d'essais de lecteurs de disques compacts (voir figure 5). L'amplitude de l'impulsion appliquée en entrée restera limitée pour ne pas surcharger le système, si l'on veut maintenir sa linéarité.

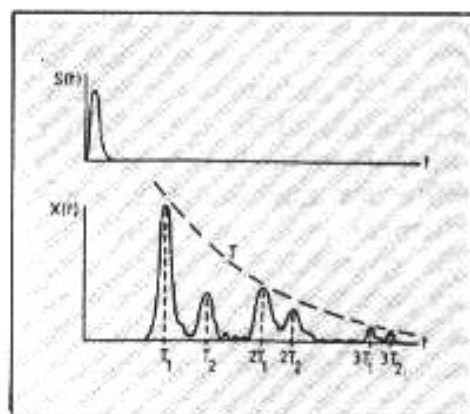


Fig. 4 : Réponse dans le domaine temporel à un stimulus impulsionnel présentant une série d'échos décroissants.

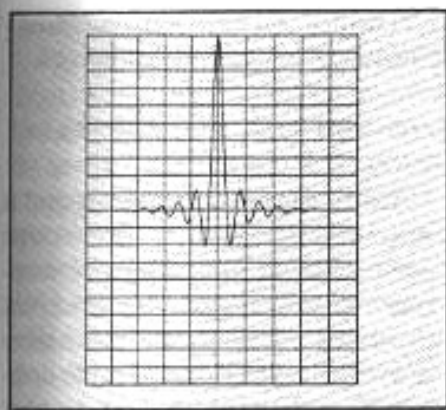


Fig. 5 : La réponse impulsionnelle correspondant à un filtre passe-bas « idéal ». Les coefficients utilisés sont des valeurs échantillonnées de cette réponse et leur nombre détermine la performance globale (et le hardware nécessaire sur le plan calcul). L'amplitude des oscillations latérales est indépendante du nombre de coefficients, mais est le résultat de la fonction de forme $\frac{\sin(x)}{x}$.

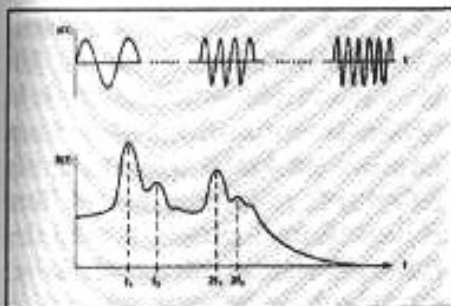


Fig. 6 : Réponse dans le domaine fréquentiel à un stimulus de type « frequency sweep ». Observez le mode résonnant.

Alors que la réponse impulsionnelle s'avère un outil particulièrement efficace car, en principe, il permet de prévoir le comportement dans le domaine temporel de toute forme d'onde, les caractéristiques d'un système peuvent être mieux mises en évidence avec un point de vue fréquentiel. Dans ce cas, les mêmes éléments haut-parleur et microphone sont utilisés mais les processus d'analyse et de synthèse sont modifiés.

Un coup d'œil sur la figure 6 illustre la réponse dans le domaine fréquentiel à un stimulus d'un type particulier appelé « frequency sweep », où l'on augmente la fréquence d'un oscillateur par petits incréments sur une large gamme ; observez

les résonances induites dans le domaine fréquentiel par ce type de stimuli.

Chaque période correspondant à un écho est associée à une fréquence résonnante,

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

Tout un chacun a pu vérifier ce phénomène en chantant dans une pièce vide et non amortie, ou sous sa douche. Par exemple, si cette dernière mesure 1,20 m de côté et 2,40 m de haut, deux modes d'échos distincts vont se produire, avec des temps de retard d'approximativement

$$1,2 \text{ (m)} \times 330 \text{ (m/s)} = 3,6 \text{ ms}$$

$$\text{et } \frac{2,4}{330} = 7,2 \text{ ms,}$$

correspondant à une fréquence fondamentale d'environ 138 Hz et sa seconde harmonique à 276 Hz. En gardant à l'esprit cette relation élémentaire entre retard acoustique et fréquence résonnante, il n'est pas surprenant que la voix prenne ce caractère sonore dans une telle pièce, surtout si la richesse harmonique de la voix humaine est prise en considération.

Les points de vue temporel et fréquentiel sont équivalents et complémentaires, et pour passer d'un domaine à l'autre les transformées de Fourier (directe et inverse) sont employées (voir figure 7). Alors que les deux domaines contiennent (ou servent de « cartes » pour représenter) la même information, l'un ou l'autre sera utilisé selon qu'il s'avère plus commode en traitement de signal ou pour un stockage plus compact de cette infor-

mation. La figure 8 illustre quelques exemples de signaux vus dans les domaines temporel et fréquentiel. Ainsi une sinusoïde illimitée dans le domaine temporel équivaut à un simple pic dans le domaine fréquentiel. On devine l'avantage pratique que peut procurer la souplesse de pouvoir passer d'un domaine à l'autre, pour revenir au domaine initial éventuellement une fois la fonction de transfert désirée implémentée.

Les différents types de filtres numériques

Les filtres numériques et analogiques partagent les mêmes objectifs de base : passer des signaux dans une bande de fréquence désirée et les atténuer en dehors de cette bande. Un coup d'œil à l'encadré sur la terminologie du filtrage numérique confirment qu'à peu de choses près, les notions évoquées nous sont familières. Les filtres numériques présentent certains avantages : pente d'atténuation plus raide et meilleure stabilité dans le temps, aux variations d'alimentation ou de température par exemple. Pour les applications à performances limitées (jusqu'à 24 dB/octave), les filtres analogiques restent moins chers (aujourd'hui) que leurs homologues numériques mais, si les spécifications demandées passent par des pentes supérieures à 24 dB/octave, l'implémentation de filtres numériques est moins complexe à réaliser, surtout si le critère d'ondulation dans la bande passante doit être limité

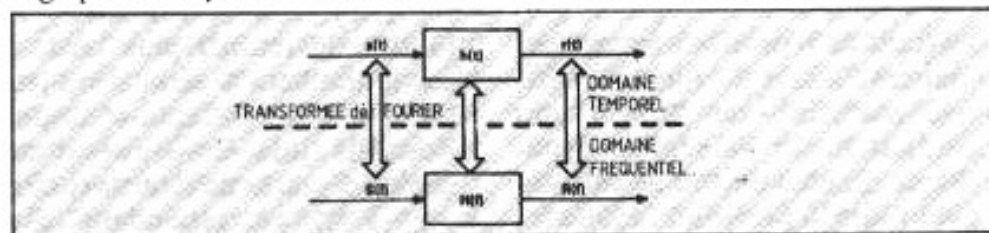


Fig. 7 : La fonction de transfert d'un système $h(t)$ et $H(f)$ caractérise sa réponse $r(t)$ dans le domaine temporel et $R(f)$ dans le domaine fréquentiel aux stimuli $s(t)$ et $S(f)$. Les deux domaines sont reliés par les transformées de Fourier.

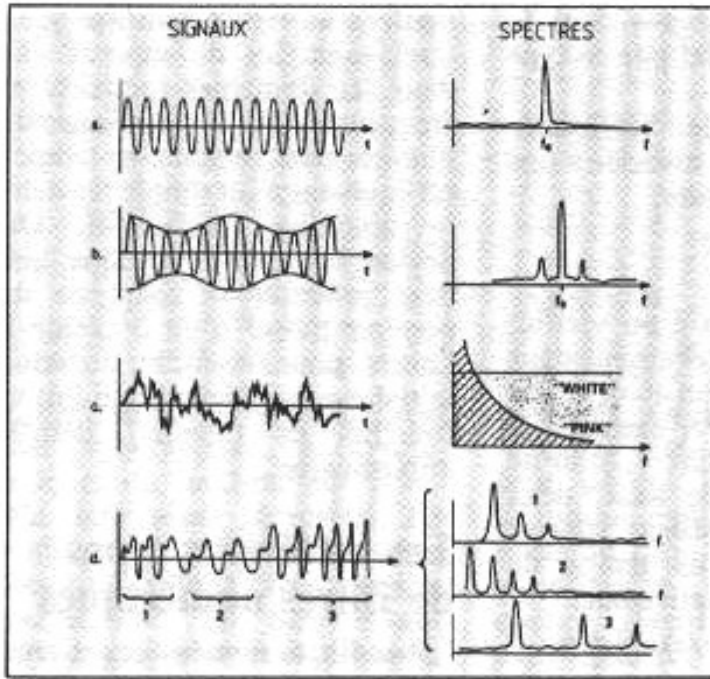


Fig. 8 : Couples signaux et spectres associés. a) Sinusoïde. b) Sinusoïde modulée par une autre sinusoïde. c) Bruit blanc, bruit rose. d) Voix.

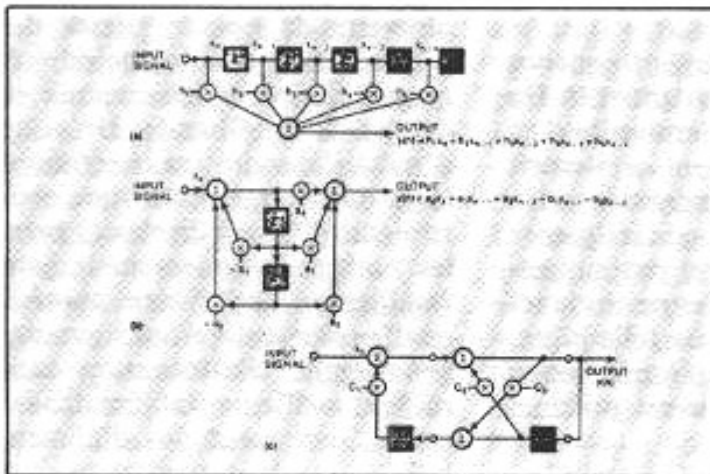


Fig. 9 : Filtrés numériques. En a) FIR à 5 étages et donc 5 unités de retard (Z^{-1}) pour 1 échantillon en sortie. Pas de termes récursifs, au contraire de l'IIR en b) où b_1y_{n-1} et b_2y_{n-2} représentent les précédents échantillons de sortie. En c) Filtre Lattice.

au minimum. Par ailleurs, la mise au point de prototypes de filtres numériques passe par de « simples » modifications logicielles la plupart du temps, comme la modification des valeurs des coefficients par exemple. Le travail du concepteur est également grandement facilité dans la mesure où il dispose aujourd'hui de logiciels applicatifs performants, comme des « simulateurs » logiciels permettant de reproduire les performances exactes du filtre numérique souhaité, de prévoir son comportement en régime dynamique ou bien encore de calculer avec toute la précision requise les valeurs des coefficients de ce filtre.

On distingue deux grandes catégories de filtres numériques :

les filtres récursifs et les non récursifs (voir figure 9).

Les filtres FIR (« Finite Impulse Response » ou « Réponse Impulsionnelle Finie »), comme le montre le diagramme, n'ont pas de termes récursifs (en contre-réaction). Leurs sorties sont uniquement fonction d'un nombre fini d'échantillons d'entrée précédents. Si l'on ramène l'entrée à zéro, un nombre fini de cycles (unités de retard) plus tard, la sortie tombera à zéro, d'où leur nom de filtre à réponse impulsionnelle finie. Constitués d'une chaîne d'unités de retards (unités « z^{-1} »), correspondant chacune à une période d'échantillonnage, chaque version retardée de l'échantillon du signal d'entrée est multipliée par une

constante (coefficient) et additionnée avec toutes les autres.

$$y(n) = \sum_{k=0}^{N-1} h(k).x(n-k)$$

Cette expression correspond à une convolution et décrit une opération de moyennage rencontrée couramment, comme les modèles d'analyse financière d'évolution sur une période donnée de valeurs de bourse ou plus simplement la courbe des résultats pondérés de votre dernier régime alimentaire. Plus précisément, il s'agit d'une fonction de moyennage « glissante » où chaque nouvel échantillon d'entrée $x(n)$ « écrase » le plus ancien $x(n-k)$ (pile « FIFO » ou « First-In First-Out ») et réactualise ainsi le calcul en cours.

Les coefficients $h(k)$ dont il est question et auxquels il est souvent fait référence, sont en fait les valeurs (échantillonnées) de la réponse impulsionnelle. Leur nombre est égal à celui des unités de retards présentes dans le filtre et, en toute logique, à celui des échantillons d'entrée nécessaires au calcul de chaque échantillon de sortie ; il correspond au nombre d'« étages » du filtre numérique de type FIR. Les filtres non récursifs opèrent en convoluant sans cesse le signal d'entrée avec la réponse impulsionnelle du filtre souhaitée. Au passage, il en découle que la réponse impulsionnelle doit durer moins que le temps de retard total du filtre.

Les filtres FIR qui sont les plus courants offrent des avantages non négligeables dont la stabilité et la réponse en phase. En effet, comme leur fonction de transfert n'intègre pas de pôles, leur sortie est toujours finie et stable. Parce qu'ils n'ont pas de pôles, ils n'ont donc pas d'équivalent avec les filtres analogiques continus (cependant, leur description passe souvent par des analogies avec les lignes à retard). De leur côté, les filtres récursifs nécessitent un design attentif pour satisfaire le critère

de stabilité.

Par ailleurs, les filtres FIR autorisent un comportement linéaire en phase, soit un signal de sortie dont le retard de phase s'accroît linéairement avec la fréquence du signal d'entrée, ou inversement, quelle que soit la fréquence du signal d'entrée présente un temps de propagation de groupe constant. Les FIR sont également les plus simples des filtres numériques à réaliser et leur stabilité inconditionnelle leur permet aisément de supporter le changement de la fréquence d'échantillonnage. Ainsi, le processus de « décimation » consiste à encore échantillonner temporellement un signal déjà échantillonné et donc à réduire la fréquence d'échantillonnage initiale (voir figure 10). A l'inverse, les filtres interpolateurs insèrent de nouveaux échantillons entre des échantillons déjà existants (voir figure 11). Le changement de fréquence d'échantillonnage correspond à des impératifs externes, comme la conformité à un format standard numérique, ou internes comme la nécessité d'éviter des débordements numériques (on parle de « dynamique » numérique). Il autorise également l'insertion en numérique de filtres « anti-repliement » et « anti-image » (à la reconstruction du signal) indispensables pour empêcher les composants haute fréquence de polluer le spectre du signal.

Au contraire des FIR, les filtres IIR (« Infinite Impulse Response » ou « Réponse Impulsionnelle Infinie ») sont de type récursif, ils présentent donc des pôles et permettent des comparaisons avec les filtres analogiques continus. Leur sortie dépend à la fois des échantillons d'entrée précédents mais aussi des échantillons de sortie passés qui sont réintroduits dans le circuit, comme le résume la formulation :

$$y(n) = \sum_{j=0}^{N-1} a(j)x(n-j)$$

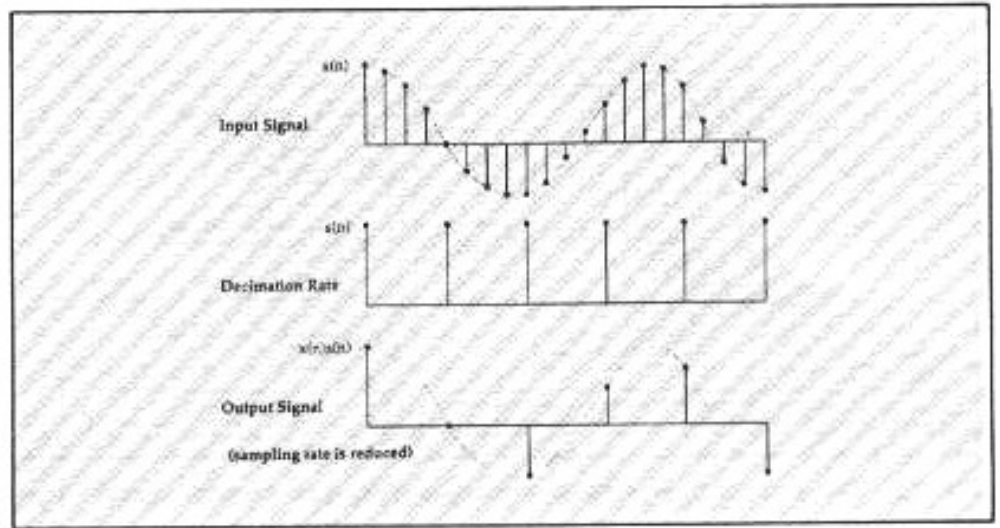


Fig. 10 : Processus de décimation (suppression d'échantillons).

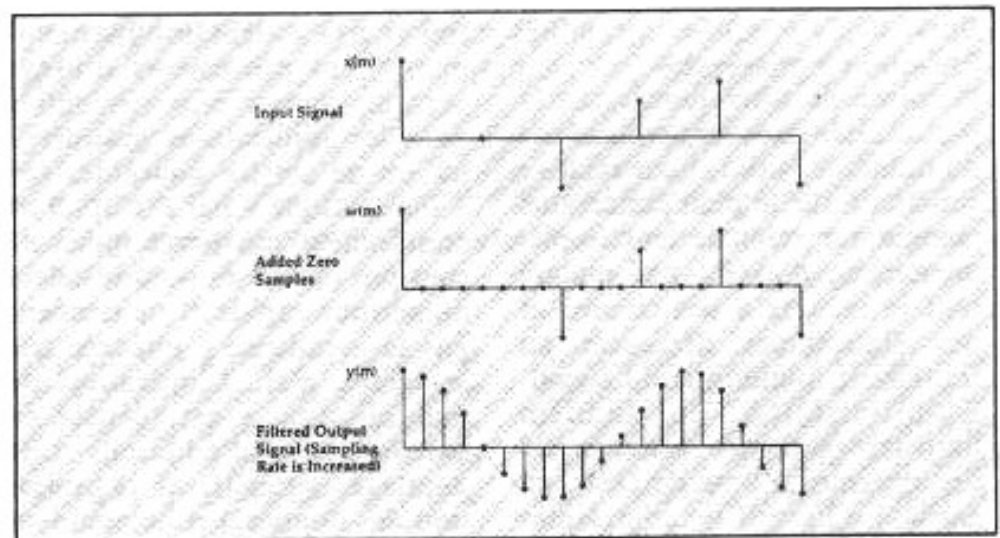


Fig. 12 : Schéma bloc du multiplieur accumulateur ADSP-1010.

$$y(n) = \sum_{k=1}^M b(k)y(n-k) + \sum_{j=0}^M a(j)x(n-j)$$

j = 0
échantillons d'entrée
M
Σ b(k)y(n - k)
k = 1
précédents
échantillons de sortie

Comme dans tous les circuits présentant un rebouclage, une contre-réaction positive avec un gain supérieur à 1 conduira à l'instabilité. Pour assurer la stabilité nécessaire, les filtres IIR conduisent à des coefficients de grande longueur qu'il faudra prévoir, notamment au niveau hardware. En outre, leur retard de phase n'est pas linéaire avec la fréquence. Cependant, les filtres de type IIR se montrent les meilleurs en ce qui concerne l'efficacité ; pour des performances

comparables, ils ne requièrent environ qu'un tiers du nombre des coefficients nécessaires à un FIR, d'où un nombre réduit dans les mêmes proportions de cycles de multiplications-accumulations et des conséquences à l'avenir sur le plan du stockage des données, sur la génération d'adresses, etc.

Enfin une catégorie de filtres, dits filtres Lattice, a fait récemment son apparition (voir figure 9) ; ils sont moins sujets à l'instabilité que les IIRs (mais exigent tout comme eux une grande précision des coefficients) et permettent une simplification hardware par rapport aux FIRs. Ils ne sont rencontrés que rarement, essentiellement dans les applications d'analyse et de synthèse de

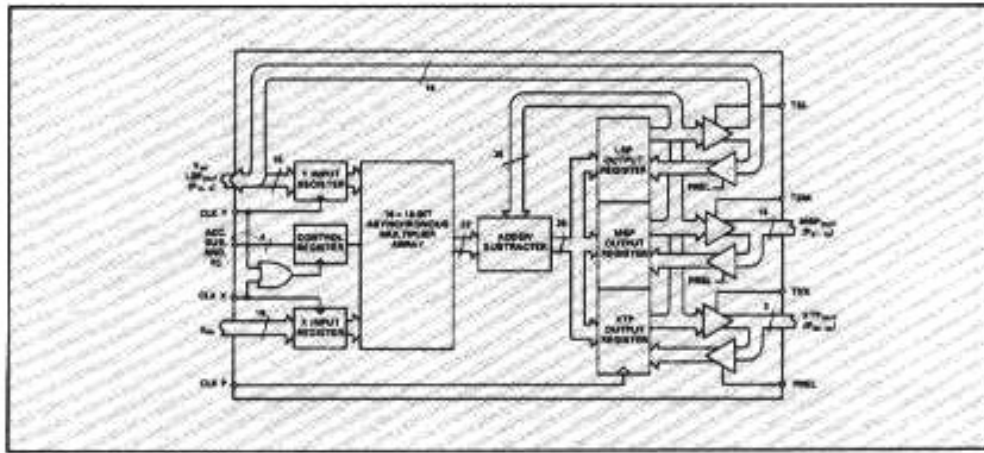


Fig. 11 : Processus d'interpolation correspondant à une insertion d'échantillons.

la parole.

A cause de leurs caractéristiques déjà évoquées (stabilité, linéarité en phase), les FIR sont la forme de filtre numérique la plus utilisée dans les applications du domaine audio. Leur relative simplicité sur le plan conceptuel comme sur celui de leur implémentation, n'exclut pas malgré tout le recours à des circuits et des algorithmes dédiés au traitement numérique du signal. L'optimisation du tandem hardware/software reste la clé des systèmes à base de DSP, en gardant à l'esprit les contraintes qu'impose le « temps réel » et principalement la puissance de calcul exigée. En effet, l'algorithme de base, typique « DSP », fait appel très largement aux sommes de produits (multiplications et additions successives) et l'on peut estimer qu'environ les trois quarts des tâches de traitement numérique du signal passent par trois grandes catégories d'opérations, toutes génératrices de ces fameuses « sommes de produits » : convolution, corrélation et transformation. Les filtres convolveurs permettent d'améliorer les performances en termes de bruit en effectuant une sélection des bandes de fréquence à passer ou à supprimer. La corrélation réalise des comparaisons et permet de s'affranchir des événements aléatoires au contraire des répétitifs qui sont isolés et amplifiés.

Les opérations de transformation s'attachent au contenu spectral et à la « signature harmonique ». Les processeurs d'usage général, comme ceux rencontrés dans les applications industrielles ou de service courantes (en « bureautique » par exemple) ne conviennent pas parce qu'ils ne sont pas optimisés pour le calcul numérique rapide et ne tiennent pas la « cadence » imposée par le temps réel. L'opération de multiplication y est réalisée en software (série d'additions et de décalages successifs et organisation des données) et nécessite un nombre de cycles processeur incompatible avec les exigences DSP.

En fait, l'avènement des techniques de filtrage numérique est lié à l'arrivée sur le marché de circuits intégrés optimisés pour le calcul rapide nécessaire au traitement de signal en temps réel. Vers le milieu des années 70, TRW lance les premiers multiplieurs numériques rapides du marché en technologie bipolaire. Ils seront suivis par les multiplieurs de multiplieurs-accumulateurs (appelés aussi « MACs ») développés par Analog Devices en technologie CMOS offrant des performances équivalentes en vitesse de calcul mais une consommation dix fois moindre (voir figure 12 le schéma bloc de l'ADSP-1010). Ces structures numériques dédiées vont voir se développer

autour d'elles des architectures orientées vers le filtrage temps réel. Ce sont donc encore une fois les progrès réalisés en matière de VLSI qui sont à l'origine du développement de ce type de filtres, la vitesse des circuits permettant de satisfaire les exigences d'un filtrage en temps réel, non réalisable auparavant. Pour mieux comprendre ce type de circuits, leur architecture, leurs possibilités comme leurs limites doivent être évoquées ; un circuit présentant des longueurs de mots trop petites au niveau des coefficients du filtre par exemple sera inapproprié dans certaines applications. Petit à petit, les progrès dans le domaine de l'intégration microélectronique se poursuivant, ce sont tous les blocs de fonction jusqu'alors discrets qui vont se retrouver réunis sur la même pastille de silicium : séquenceur de programme, générateurs d'adresses, mémoire de données, mémoire de programme, etc., jusqu'à constituer des processeurs complets de type DSP ou MSP (DSP + interface analogique). L'architecture typique de ces processeurs — notez en figure 13 le « parallélisme » de l'architecture dite de « Harvard » de l'ADSP 2101 Analog Devices — est dictée par la structure des algorithmes DSP, leur « gourmandise en calculs ». Les « goulots d'étranglement » des données sont donc proscrits dans la recherche de la plus grande efficacité. Ainsi, dans le même temps de cycle, un « 2101 » peut :

- générer l'adresse dans la mémoire de programme ;
- faire un « fetch » (recherche) de la prochaine instruction ;
- réaliser un ou deux mouvements de données ;
- mettre à jour un ou deux pointeurs d'adresses ;
- réaliser une opération de calcul (une multiplication-accumulation par exemple) ;
- recevoir et transmettre des

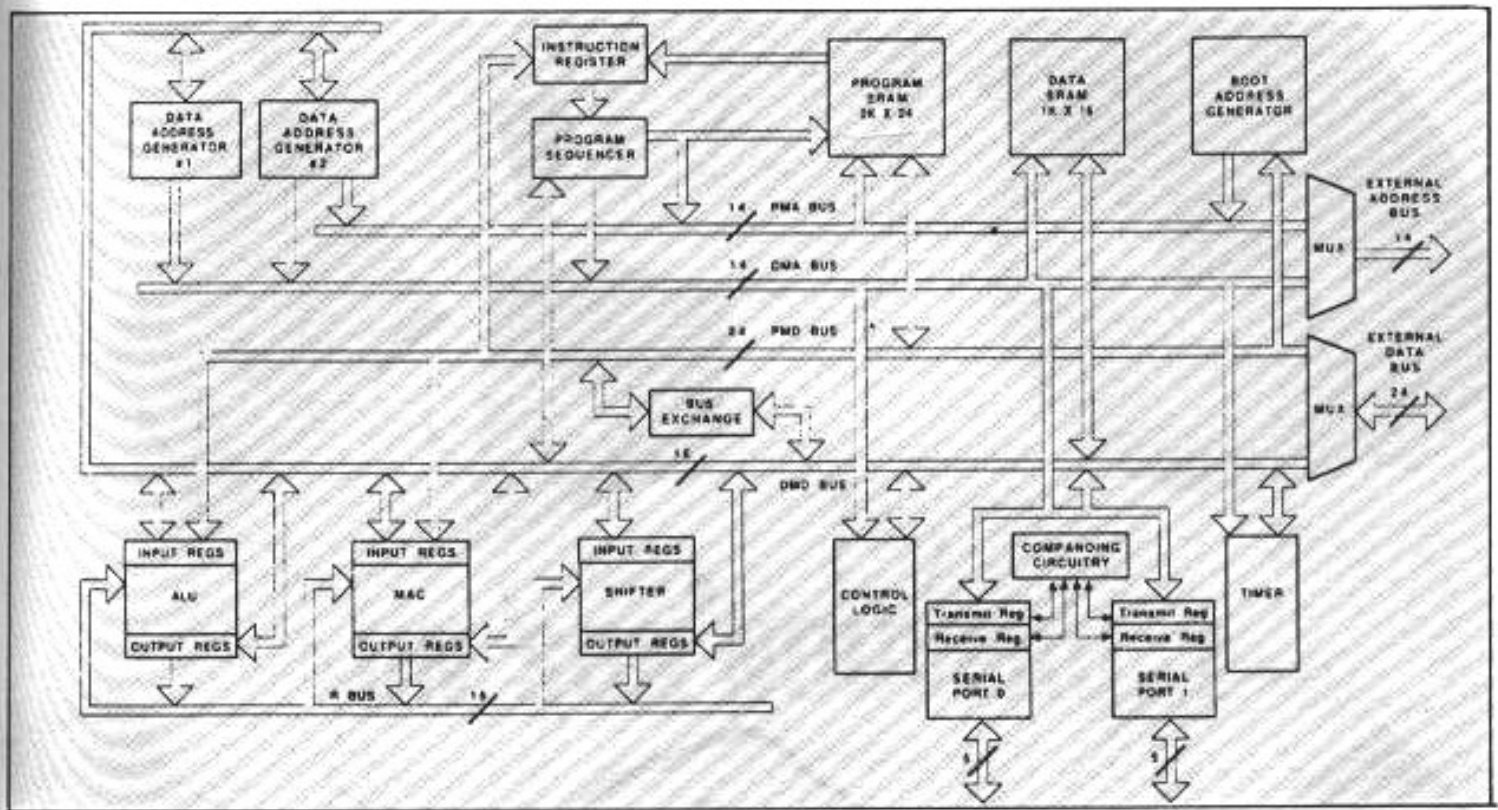


Fig. 13 : Schéma bloc de l'ADSP-2101. A noter les nombreux chemins de données (bus) de nature à éviter tout « goulot d'étranglement » et pour ne pas ralentir les calculs.

données via ses deux ports série.

On mesurera d'autant mieux le potentiel offert par ce type de processeur à instructions multifonctions (« pipeline » implicite) en ajoutant qu'un temps de cycle de « 2101 » dure 80 nanosecondes soit, pour des instructions « monocycle » une puissance de calcul de 12,5 MIPS (Millions d'Instructions Par Seconde)...

Ces chiffres impressionnants qui sont l'apanage des processeurs de signaux traduisent bien les énormes besoins en calcul des applications visées et il n'est pas rare de les retrouver associés en parallèle... Malgré tout, des précautions doivent être prises pour éviter les problèmes d'« overflow » (dépassement de capacité). En effet, la multiplication de deux nombres de N bits produit un résultat sur $2N$ bits, tandis qu'une accumulation de deux nombres de N bits donne un résultat sur $(N+1)$ bits. Le nombre important de multiplications-accumulations, déjà souligné, conduit à une gradation de la dynamique numérique du

système qui a tout de même des limites physiques comme la taille des registres d'entrée des opérandes ou la « profondeur » du registre d'accumulation. Une détection hardware de débordement sera la bienvenue, elle n'empêchera pas de procéder à un arrondi et donc à une erreur de « troncature » qui reste la

principale source d'erreur dans un filtre numérique, en réduisant la précision mathématique prévue. Il n'en demeure par moins que, même en tenant compte de ces arrondis, les performances obtenues avec les filtres numériques surclassent aisément celles de leurs homologues analogiques...

Petit lexique du filtrage numérique

Atténuation : un affaiblissement de la magnitude en sortie comparée au signal d'entrée.

Bande passante : la gamme de fréquences sans atténuation du signal. Dans cette bande, les signaux doivent passer sans altération à travers le filtre, si ce n'est au profit d'un peu de gain si on le désire.

Bande de réjection : la gamme de fréquences d'atténuation du signal.

Atténuation dans la bande de réjection : la valeur minimum d'atténuation dans la bande de réjection.

Ondulation dans la bande passante : la valeur maximum désirée

de déviation de la magnitude du signal de sortie dans la bande passante.

Taux ou fréquence d'échantillonnage : le rythme auquel un convertisseur A/D ou D/A échantillonne les valeurs analogiques d'entrée ou de sortie.

Coefficients de filtrage : les nombres qui déterminent les caractéristiques d'un filtre. Ces nombres représentent la transformée de Fourier de la fonction de transfert du filtre souhaité.

Étages : le nombre d'unités de retards dans un filtre numérique de type FIR. Le nombre d'étages est égal au nombre de coefficients du filtre et le même que le nombre de valeurs d'échantillons d'entrée à fournir pour le calcul de chaque valeur de sortie.

**Page non
disponible**

UN SON NOUVEAU ?

L

'imagination dispose de tout ; elle fait la beauté, la justice et le bonheur, qui est le tout du monde. » J'aime beaucoup cette phrase de Pascal qui montre toute l'emprise de notre subjectivité. Nous ne connaissons pas le monde qui nous entoure, en fait nous vivons dans un monde intérieur, reconstruction caricaturale du monde réel après deux filtrages très sélectifs et très déformants : le premier filtrage est dû à nos sens, le second à notre affectivité.

Et si je comprends les réticences de ceux qui refusent les tests subjectifs en audio, je ne crois pas à la validité des tests supposés objectifs : d'une part j'ai déjà dénoncé ici les limites théoriques des mesures actuelles, d'autre part j'ai du mal à concevoir qu'une mesure puisse prendre en compte les arcanes de tous les traitements faits par notre cerveau sur les signaux issus des capteurs (nos oreilles) et qui aboutissent à ce résultat intermédiaire déjà teinté de la réaction affective qu'il semble pourtant provoquer : la sensation.

Ceci explique l'impatience avec laquelle nous attendions la première confrontation subjective de l'amplificateur dont vous suivez la genèse dans ces colonnes depuis longtemps déjà.

Instant magique que celui de cette première expérimentation subjective de notre amplificateur, examen terrible et merveilleux auquel nous demandions de valider ou de condamner de nombreuses années de réflexion et tant d'heures de travail et qui, malgré de très mauvaises conditions a débouché sur un formidable encouragement mêlé de frustration. Un encouragement car, malgré les quelques déboires

dans la préparation et le manque de temps qui ont fortement limité la portée de ce premier essai, les quelques résultats obtenus semblent aller dans le sens d'une validation de nos théories. Une frustration car ces résultats rendent plausible une conclusion fabuleuse à des essais plus poussés que nous n'avons pas encore eu ni les moyens ni le temps de mener à bien.

Notre exposé d'aujourd'hui va

présenter tout cela en détail : nous terminerons d'abord la description (commencée dans le n° 13 - nouvelle série de L'Audiophile) de la mise au point et des mesures du prototype. Nous verrons ainsi les problèmes rencontrés et plus ou moins bien résolus, les solutions retenues ou envisagées. Vous saurez dans quelles conditions nous avons dû envisager les essais subjectifs et pourquoi

après avoir hésité, nous nous sommes résolus à ces essais. Nous vous exposerons ensuite les résultats de ces essais et l'interprétation que nous sommes tentés d'en faire. Pour finir, nous ferons le point sur les suites que nous envisageons à ces essais.

Suite des mesures

Dans le n° 13 (nouvelle série) de L'Audiophile, nous avons vu les performances des circuits élémentaires qui composent notre amplificateur. Il s'est agi ensuite de faire fonctionner ensemble tous ces circuits dans les deux boucles de contre-réaction que nous avons définies et justifiées dans « Défense et illustration de la contre-réaction » (L'Audiophile n° 9 - nouvelle série). Notre maquette, que nous avons présentée en son temps, avait permis de bien étudier notre schéma et nous n'avons pas retrouvé les problèmes résolus alors. Mais d'autres problèmes ont surgi, liés à la nouvelle forme de réalisation ou au nouveau circuit de rebouclage et au circuit d'interface.

• La première boucle

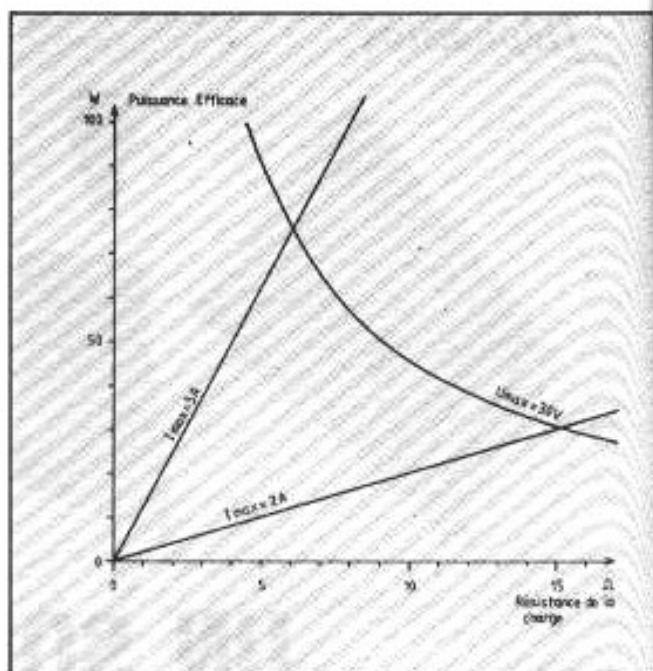
Le problème que nous avons eu avec la première boucle est lié à des dérives thermiques ; après tout ce que nous avons dit sur les problèmes thermiques des transistors et les précautions prises dans nos circuits contre ce défaut majeur des transistors, cela ressemble à une mauvaise farce ! En réalité, le problème rencontré est la conjonction de plusieurs faits : les transistors de nos circuits sont très bien protégés contre l'auto-échauffement, mais des transistors restent des transistors et sont sensibles à la température. Nous avons utilisé de très bonnes paires différentielles aux emplacements critiques, mais comme nous avons des gains en boucle ouverte très élevés et que nous avons refusé l'usage des astuces classiquement

Fig. 1 : Puissance maximale en fonction de la charge pour une limitation de tension

$$(P_{max} = \frac{U_{max}^2}{2R})$$

ou de courant

$$(I_{max} = \frac{I_{max}^2}{2} \times R).$$



employées pour stabiliser la tension continue, les réglages d'offset nécessaires à un fonctionnement interne parfait (comme le révèlent les « mouchards » décrits dans le n° 9) sont dépendants des caractéristiques des transistors et donc de leurs températures.

Pour la première version de notre amplificateur, nous avons retenu pour les transistors de sortie l'utilisation de la classe A linéaire ; la classe A est la seule solution acceptable, même si la dissipation qu'elle induit complique souvent la conception des amplificateurs. La compacité des modules amplificateurs s'est révélée une bien mauvaise idée : les radiateurs permettent bien d'évacuer l'énergie dissipée dans les transistors de sortie mais ils échauffent les circuits bas niveau d'une manière excessive. Nous avons bien essayé d'atténuer cette pollution thermique en écartant autant qu'il était possible les radiateurs latéraux mais l'amélioration obtenue ne suffisait pas, il nous fallut diminuer le courant de repos de l'étage de sortie.

Nous avons prévu initialement un courant de repos de 2,5 A. Un courant de repos donné autorisant un fonctionne-

ment en classe A jusqu'à environ un courant de sortie double, cela nous donnait un courant maximal de sortie en classe A de 5 A ; la tension de sortie étant limitée à 30 V, le fonctionnement en classe A était assuré pour toute charge d'impédance supérieure à 6 Ω. Pour une charge de 4 Ω, la classe A intervenait jusqu'à 50 W (voir la figure n° 1). Nous avons finalement retenu un courant de repos de 1 A, soit un courant maximal de sortie en classe A de 2 A. Cela correspond à 8 W dans une charge de 4 Ω, ou à 16 W dans une charge de 8 Ω. Nous verrons plus loin que, malgré nos craintes, cela n'a pas été gênant lors des essais subjectifs.

Ce choix d'un courant de repos est le résultat d'un compromis. L'autre inconvénient est que les réglages (dépendant de la température) ne sont satisfaisants qu'après un préchauffage d'environ une demi-heure (mais si ! C'est un amplificateur à transistors, et défense de rire). Pour la future version de cet amplificateur, nous tirerons la leçon de cette mésaventure en découplant thermiquement totalement les étages bas niveau des étages de sortie et nous nous demandons s'il ne conviendrait pas de pou-

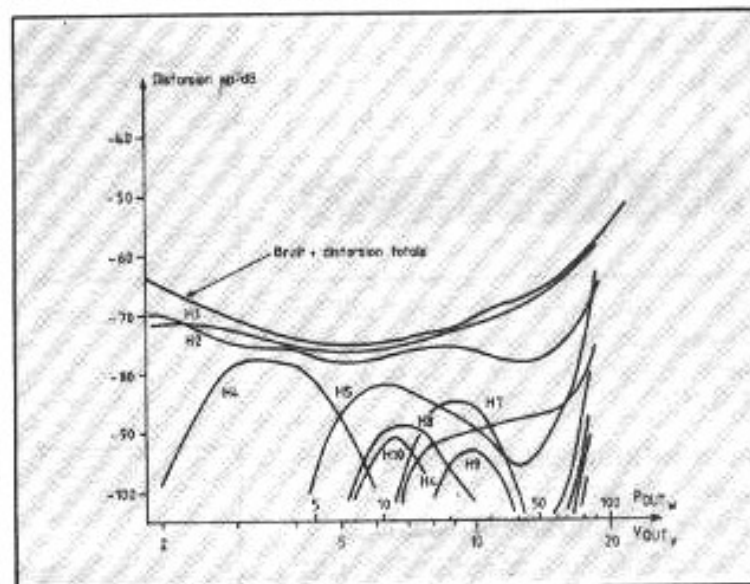
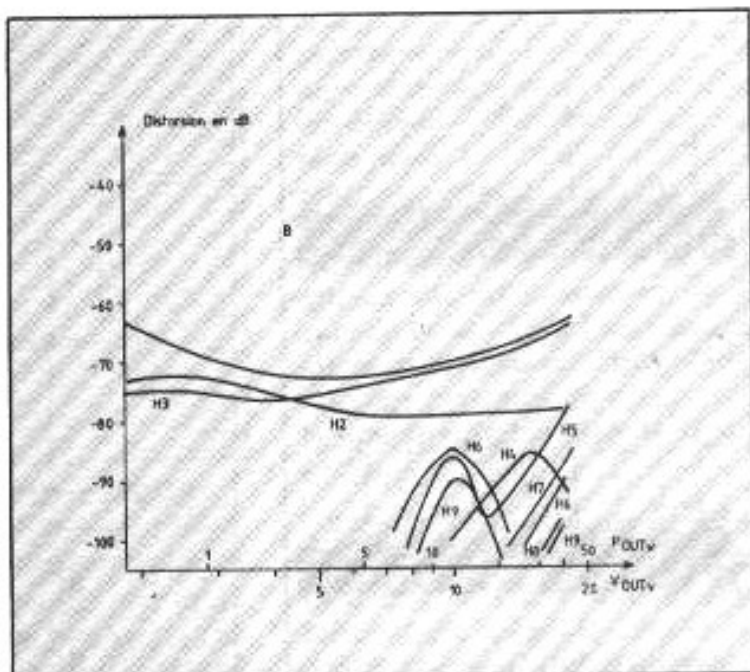
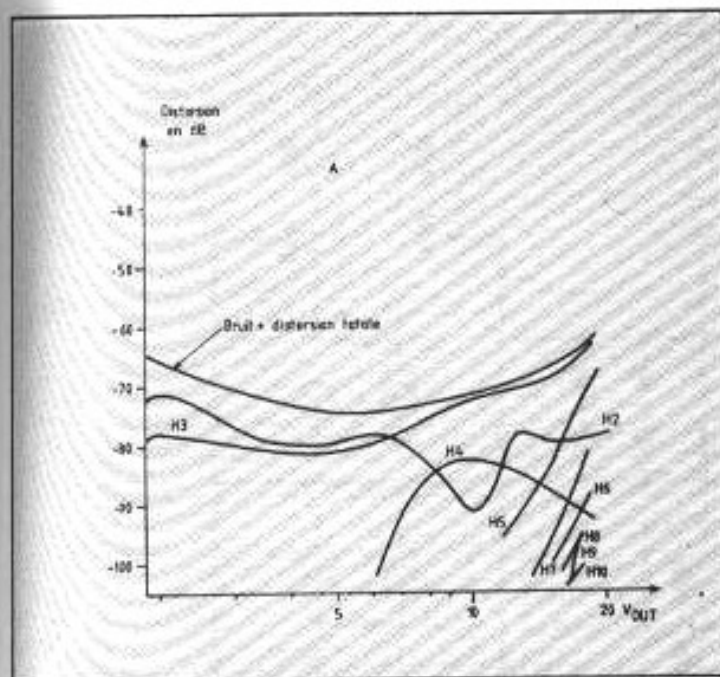


Fig. 2 :
Distorsion de la
première boucle
sans charge (A)
sur 8 Ω (B)
et sur 4 Ω (C).

ser cette logique jusqu'au bout : c'est-à-dire en isolant les circuits bas niveau de toutes les influences thermiques extérieures en les plaçant dans une enceinte thermostatée.

Avec ce courant de repos de 1 A, nous obtenons les courbes de distorsion de la figure n° 2. On y voit bien que le passage de la classe A à la classe AB ne se traduit pas par un accroissement important de la valeur du chiffre de distorsion mais surtout par une modification du contenu harmonique de cette distorsion avec apparition de composantes de rang plus élevé, dues aux commutations et aux ruptures de pente correspondantes. C'est ce que montrent bien les spectres de distorsion de la figure n° 3.

• La seconde boucle avant fermeture

Déjà avant rebouclage, la seconde boucle avait un problème : les circuits ont à la fois un gain important en boucle ouverte (80 dB soit un gain en puissance de 100 000 000) et une bande passante élevée (plusieurs MHz), cela les rend très sensibles aux couplages parasites : dans la réalisation présente de notre amplificateur, celui-ci oscille

déjà en boucle ouverte. Cela est lié à un problème de masse. Nous vous avons présenté la politique retenue pour les masses ; celle-ci est très sophistiquée et très étudiée pour limiter les problèmes de masse en BF : couplages ou ronflettes. La référence de masse pour l'amplificateur est un point unique et les retours des courants ont été bien définis.

Malheureusement, si les résultats de cette politique sont excellents en basse fréquence, ils sont désastreux en haute fréquence : il n'y a plus de vraie masse, plus de référence de potentiel, les couples capacitifs ou selfiques sont importants.

Pour remédier à ce problème,

nous avons dû adopter une autre politique des masses pour les fréquences élevées et prendre le châssis comme référence de masse HF. Pour cela, nous avons découplé avec de nombreux petits condensateurs reliés au châssis, les points devant être « froids » comme les alimentations ou la distribution de la masse BF. Nous avons ainsi mis fin aux oscillations en boucle ouverte de notre amplificateur. Mais, comme nous le verrons plus loin quand nous examinerons la fermeture de la seconde boucle, les effets de cette thérapie sont limités par notre technologie de câblage pseudo-circuit imprimé. Un vrai circuit imprimé avec des pistes larges

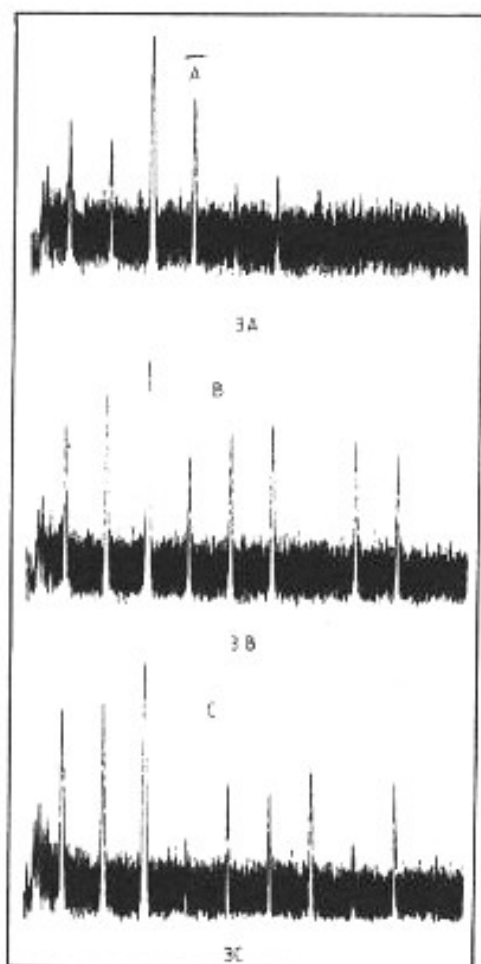


Fig. 3 : Spectre de distortion par un niveau de sortie donné (10 V eff) sans charge (A), sur 8 Ω (B) et sur 4 Ω (C).

pour les alimentations et des portions importantes de plan de masse donnerait de bien meilleurs résultats. Maintenant que nos circuits commencent à être bien stabilisés, c'est envisageable. Un circuit imprimé double face est idéal pour les circuits haute fréquence et serait une solution luxueuse, mais déjà un circuit simple face serait un progrès important et nous y songeons sérieusement.

Un autre problème découvert en boucle ouverte est un phénomène de « latch-up » qui intervient lors des surmodulations. Nous avons déjà rencontré quelquefois ce blocage au début de la mise au point de notre maquette mais il avait disparu sans que nous sachions bien pourquoi, avant que nous ne puissions nous intéresser à ce petit problème. Dans le cas de notre amplificateur actuel, il

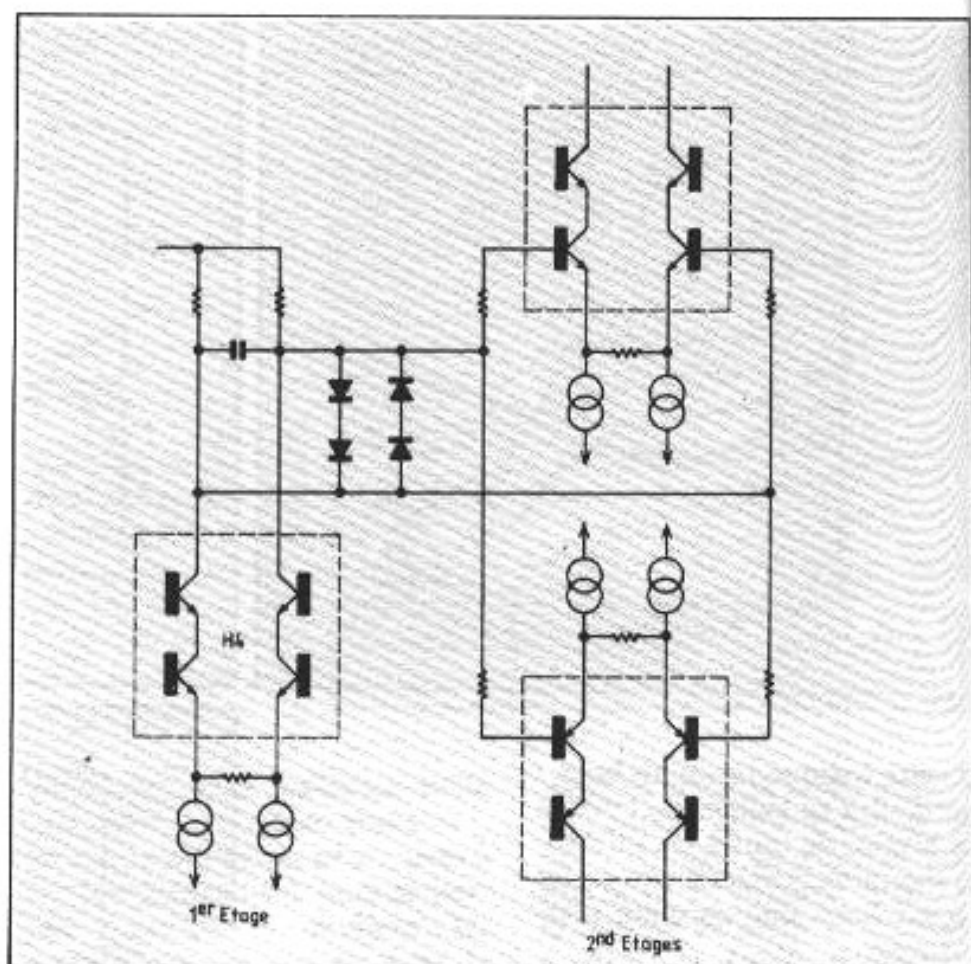


Fig. 4 : Circuit de limitation entre le premier et les seconds etages.

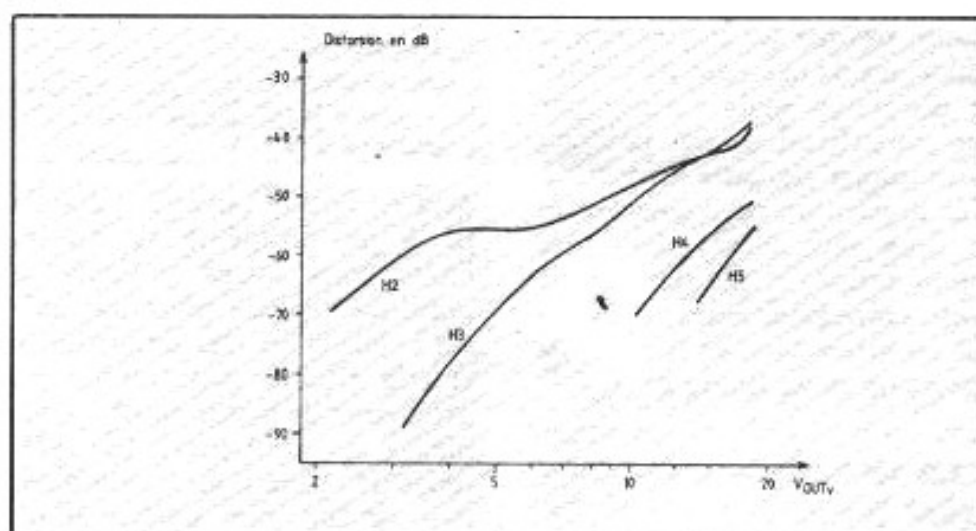


Fig. 5 : Distorsion de l'amplificateur en boucle ouverte sans charge.

induit une consommation anormale sur le +40 V et le circuit de régulation commun avec le circuit d'interface limite la tension ; la baisse de la tension induit à la sortie du circuit d'interface un signal qui débloque, au bout d'un temps assez court et variable, lié probable-

ment à des constantes de temps thermique, la bascule fantôme. Le résultat de cette boucle fort curieuse est une relaxation aléatoire qui secoue alors l'amplificateur de hoquets de grande amplitude impossibles à analyser.

L'analyse de ce latch-up néces-

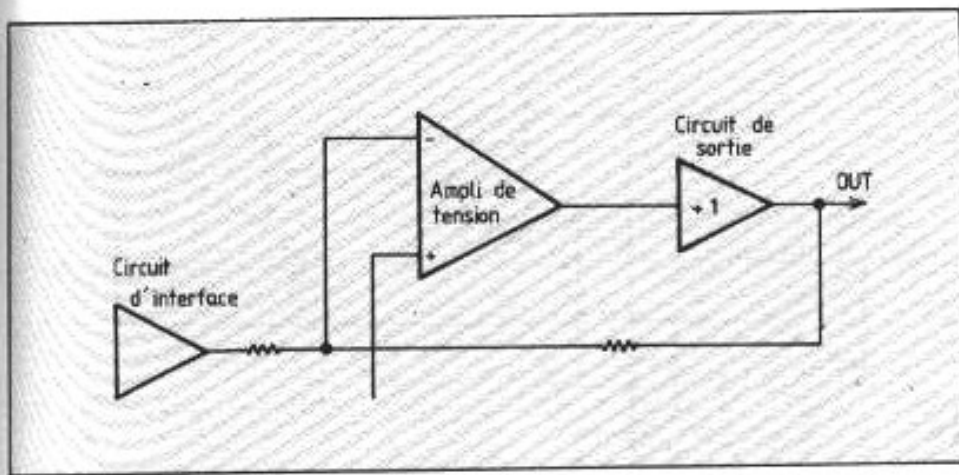


Fig. 6 : Rebouclage de l'amplificateur de puissance (seconde boucle).

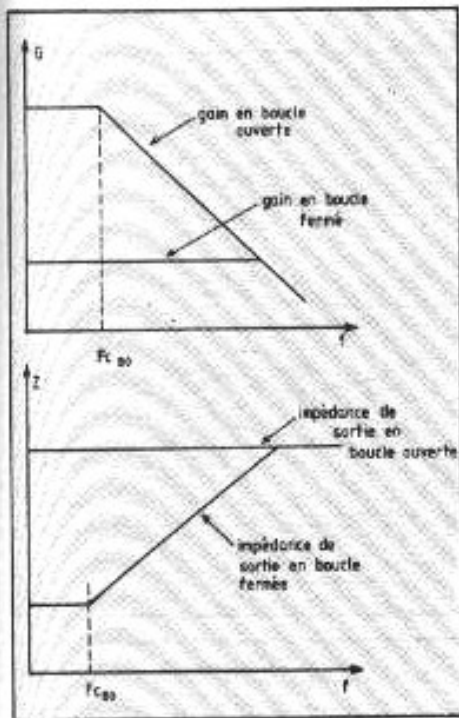


Fig. 7 : Le diagramme de Bode montre la valeur selfique de l'impédance de sortie du circuit d'interface.

site un générateur de tone-burst et un oscilloscope à mémoire. Nous savons comment emprunter ces équipements, mais cela nous est difficile en ce moment et nous avons dû remettre à plus tard cette analyse.

Nous avons trouvé une solution provisoire en intercalant un circuit limiteur entre le premier étage et les deux seconds étages (voir la figure n° 4). Cette solution, qui est très efficace, confirme notre analyse de ce phénomène très déconcertant a priori. Malheureusement, ce limiteur induit des distorsions : les courbes de distorsion de l'amplifica-

teur en boucle ouverte (voir la figure n° 5) montrent que c'est même la première source de distorsion de l'amplificateur — nous verrons plus loin pourquoi nous n'avons pas encore pu nous passer de cette déplorable « rustine » — quand on com-

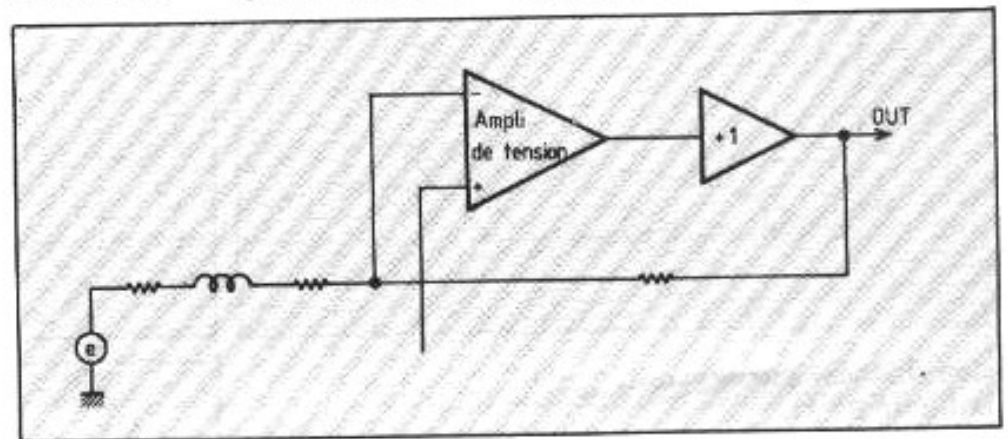


Fig. 8 : Schéma équivalent du rebouclage.

pare ces courbes avec celles de la figure n° 2 ; la perte sur la distorsion est supérieure à 20 dB pour les signaux forts.

• La seconde boucle

Le rebouclage de la seconde boucle nous a donné quelques soucis : malgré la similitude avec la boucle de la maquette, elle oscillait allègrement. Une meilleure analyse du schéma (voir la figure n° 6) nous a fait comprendre le problème : en remplaçant le schéma équivalent du circuit d'interface (résistance + self, voir la figure n° 7) dans le schéma de la boucle de contre-

réaction de l'amplificateur de puissance (voir la figure n° 8), on comprend mieux l'instabilité de celle-ci ; l'action de la self série dans le réseau de contre-réaction conduit à un gain rebouclé diminuant avec la fréquence, cela repousse la fréquence du point critique où le gain de boucle vaut 1 vers les fréquences élevées où l'accumulation des rotations de phase rend la boucle instable (voir la figure n° 9).

Une fois le problème analysé, sa solution est simple (voir la figure n° 10) : une branche supplémentaire dans le réseau de contre-réaction, qui n'intervient pas dans la bande audio et qui prend le relais de la sortie du circuit d'interface pour le rebouclage en haute fréquence.

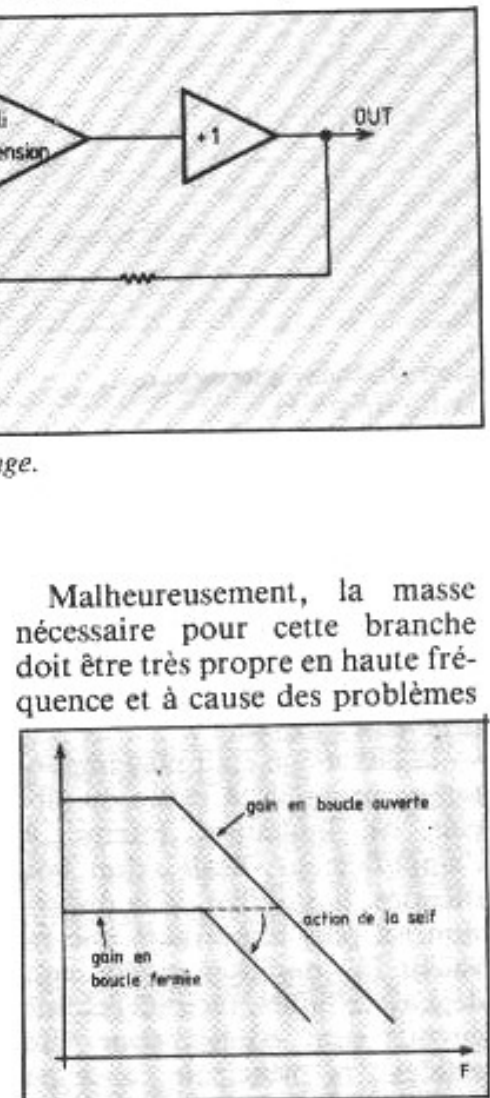


Fig. 9 : Action de la self sur la stabilité de la boucle.

de masse HF décrit plus haut, nous n'avons pas trouvé de masse totalement satisfaisante et nous n'avons pu obtenir un rebouclage à peu près stable avec le gain de boucle voulu qu'à deux conditions : en abaissant la fréquence de coupure en boucle ouverte aux environs de 10 kHz et en maintenant le circuit limiteur. Dans ces conditions, l'amplificateur se comporte bien sur des signaux d'amplitude normale et se met à osciller après une surmodulation. On obtient alors les performances de distor-

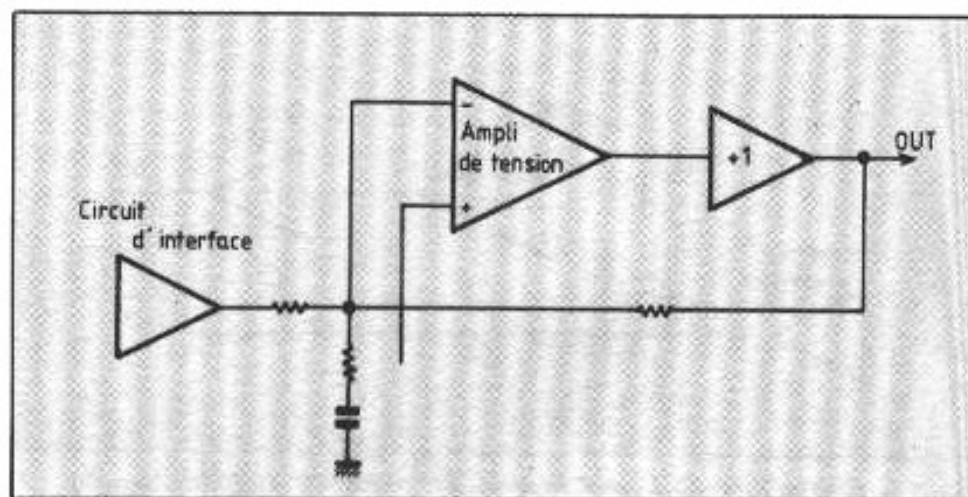
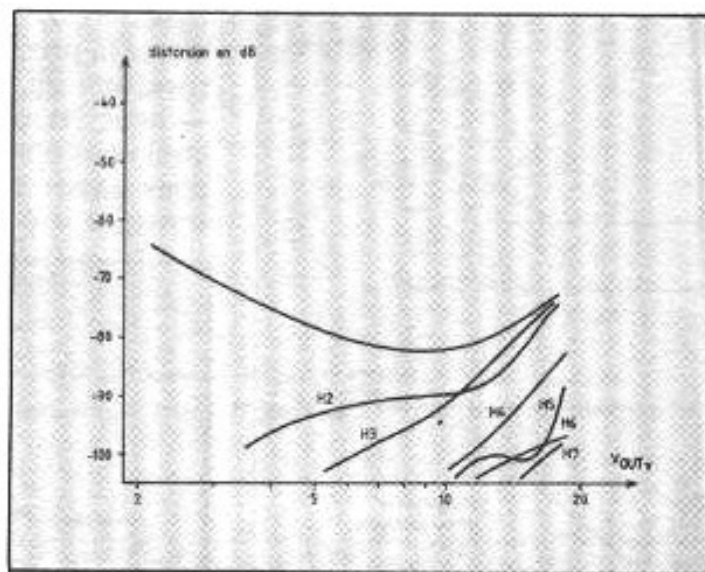
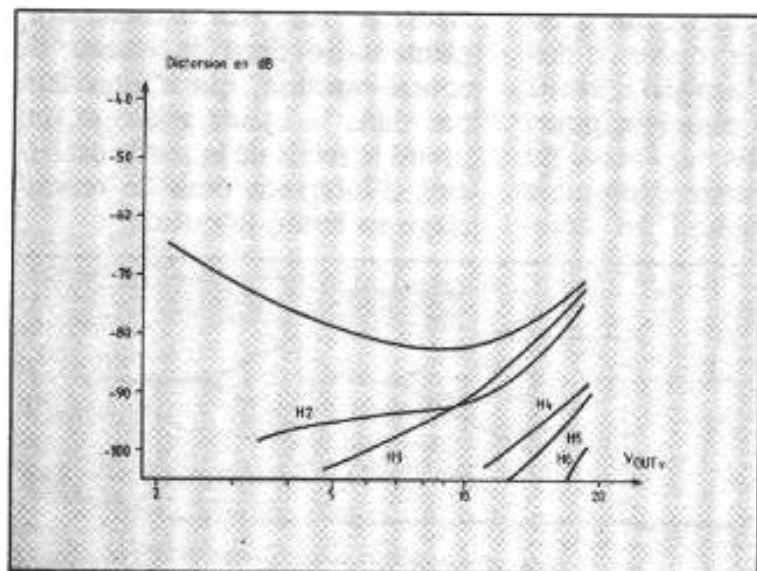


Fig. 10 : Stabilisation de la seconde boucle.



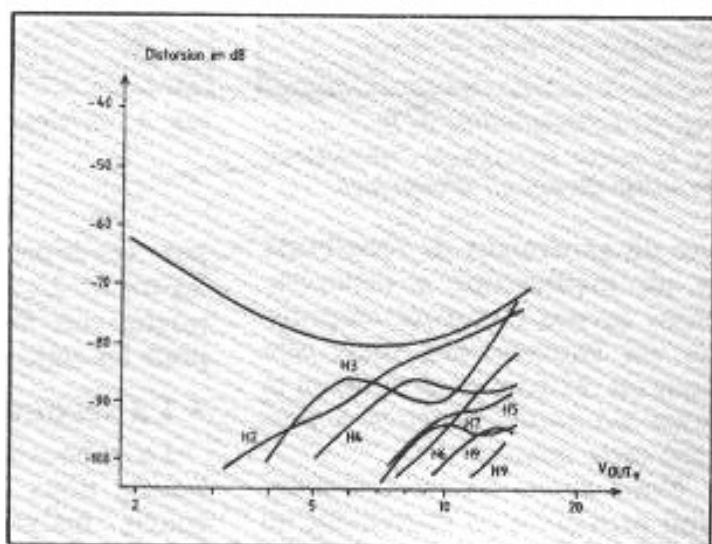
sion données par les courbes de la figure n° 11.

Etat de l'amplificateur pour les essais subjectifs

A l'issue de cette mise au point, nous avons donc un amplificateur qui présentait les problèmes suivants :

- la distorsion était plus importante que prévu à cause du circuit de limitation interne à l'amplificateur. Mais selon nos théories, la stabilité de la distorsion est plus importante que sa valeur (à condition qu'elle soit déjà assez faible, bien sûr) et nos circuits sont étudiés pour être stables ; la principale cause de distorsion interne (le circuit limiteur) répond lui aussi à ce critère. Pour les causes externes, la ten-

Fig. 11 : Distorsion de l'amplificateur rebouclé sans charge (A), sur 8 Ω (B) et sur 4 Ω (C).



- la bande passante en boucle ouverte était plus faible que nos objectifs mais seule une petite

partie du haut de la bande audio était concernée par cette carence ;

- une tendance à l'accrochage menaçait l'amplificateur d'une oscillation à quelques centaines de kilohertz ;

- la classe A ne couvrait pas le

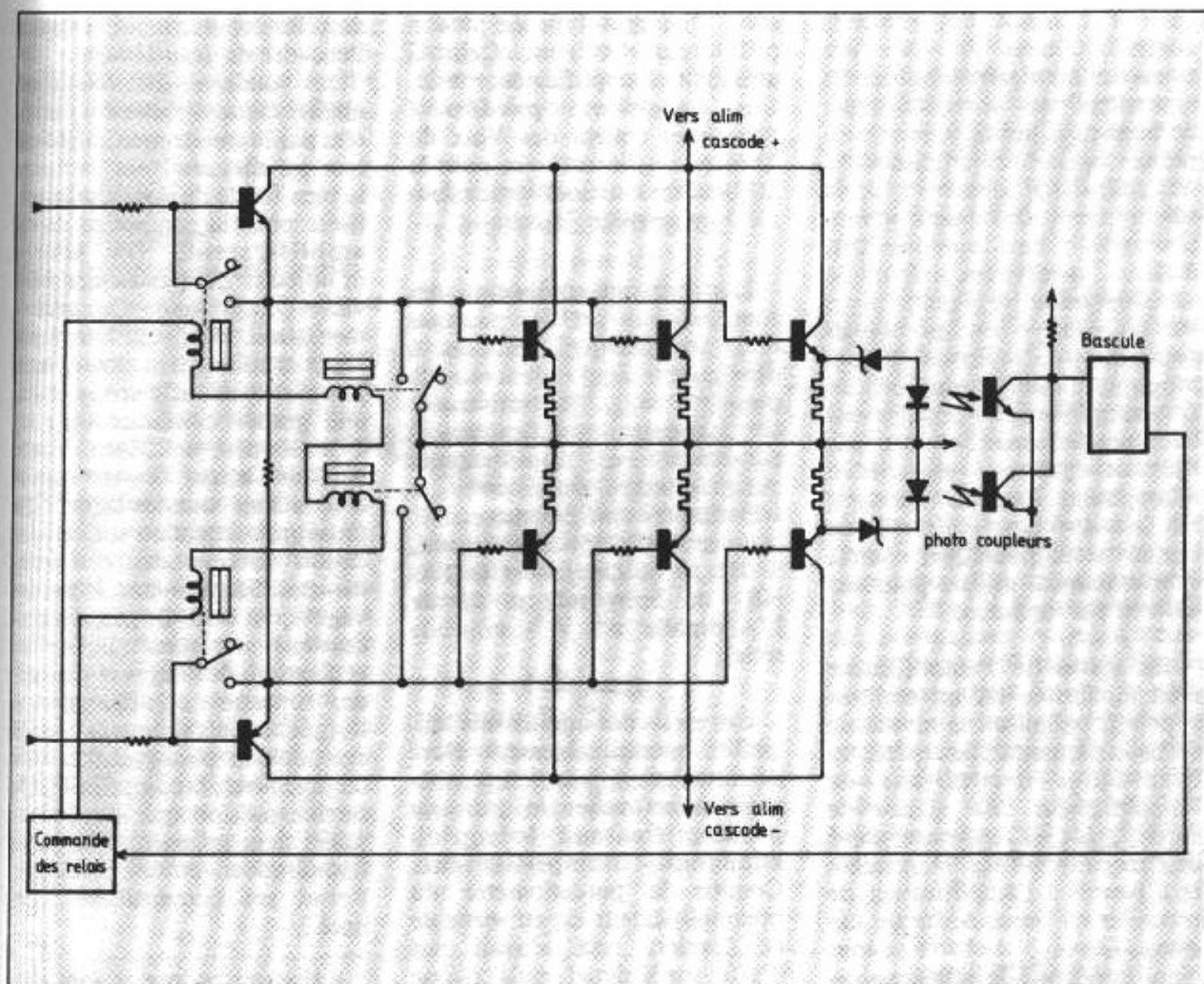


Fig. 12 : Circuit de protection de surcourant de sortie.

domaine prévu.

Le temps nous pressait pour faire des essais subjectifs longtemps attendus mais nous craignons que les mauvaises conditions relatives ci-dessus ne conduisent à de mauvais résultats subjectifs difficiles (et très désagréables) à analyser. Nous hésitions sur la conduite à tenir quand un accident nous priva d'une voie :

Nous n'avons aucune sécurité en sortie ; nous nous méfions des non-linéarités induites par les circuits habituels de protection et nous n'avons pas pris la peine de réfléchir à un circuit de protection qui n'ait pas d'effet sur la linéarité. Pourtant au cours de la

mise au point, à plusieurs reprises un court-circuit sur la sortie avait détruit l'étage de sortie : cela se passe très vite, dans chaque alimentation cascode un des transistors de puissance VMOS est détruit par surdissipation et se met en court-circuit ; le circuit de sortie se retrouve alors alimenté par des tensions très élevées qu'il ne sait pas supporter et il se met rapidement à fumer.

Le dernier incident nous a enfin décidé à concevoir un circuit de protection ; la figure n° 12 donne le schéma envisagé : le courant de sortie est surveillé par photocoupleur dans chaque branche. En cas de surcourant une bascule (un thyristor par

exemple) s'active et commande des relais qui en court-circuitant les bases des transistors de sortie, interdisent tout courant de sortie. Ce fonctionnement en tout-ou-rien interdit toute action discrète (et pernicieuse) de certaines limitations ordinaires.

Cet incident a aussi été ressenti comme un défi du destin et nous avons résolu de faire des essais limités en monophonie.

Les essais subjectifs

• Déroulement

Ils ont donc eu lieu en monophonie, ou plus exactement en demi-stéréophonie. De vrais essais en monophonie sont possi-

bles et donnent des résultats complémentaires de ceux des essais faits en stéréophonie. Ils nécessitent des enregistrements de bonne qualité faits en monophonie (un seul microphone) et non un signal obtenu avec la somme de deux signaux stéréophoniques ; dans ce dernier cas, à cause des différences de phase variables entre les signaux aigus sur les deux voies, on obtient souvent un mauvais signal monophonique. L'équipe de L'Audiophile ne dispose pas de tels enregistrements et n'a pas l'expérience de tests subjectifs en monophonie. Les essais ont donc été faits avec une seule voie de signaux stéréophoniques connus et couramment utilisés pour des tests en stéréophonie.

La sortie de l'amplificateur était monitorée sur un oscilloscope qui visualisait le niveau de sortie et permettait de repérer les éventuelles oscillations de l'amplificateur. Le niveau de sortie, grâce au rendement élevé de l'enceinte utilisée, était faible et a permis à l'amplificateur de travailler en classe A durant ces essais. Les oscillations ne se sont manifestées que de manière aléatoire lorsque l'entrée modulation était débranchée ou rebranchée lors des comparaisons. Après que cet incident est arrivé plusieurs fois sans conséquence (un arrêt-marche de l'amplificateur y mettait fin), la crainte s'est transformée en agacement puis rapidement en jeu (accrochera - accrochera pas ?).

• Description

Les essais ont eu lieu dans l'auditorium des Editions Fréquences avec l'équipe de L'Audiophile ; je la remercie ici de son aide et en particulier Jean Hiraga pour l'intérêt et le temps qu'il a consacré à cette expérimentation. La source de modulation était un lecteur de CD de Pioneer (réf. PD 73) ; il était

suivi d'un prototype de préamplificateur Lectron. Celui-ci attaquait l'amplificateur testé. Les enceintes (pardon ! l'enceinte) étaient des Voix du Théâtre améliorées avec pour le médium un moteur Westrex couplé à un pavillon 15 cellules.

Les tests ont consisté en des comparaisons sur des passages brefs (de quelques secondes à deux minutes) qui étaient écoutés plusieurs fois, successivement sur les deux amplificateurs à comparer. Les amplificateurs auxquels notre amplificateur a été comparé ont été successivement le PMF 2350 de Perreaux, le JH 50 de Lectron et le TANNI de Sony (cf. p. 21 de L'Audiophile n° 9 - nouvelle série).

Ces essais ont montré une sensibilité remarquablement élevée de notre amplificateur qui obligeait à retoucher le gain du préamplificateur lorsqu'on changeait d'amplificateur. Comme le potentiomètre du préamplificateur est en sortie de ce dernier, cela n'avait pas d'effet sur le signal, mais comme nous n'avons pas pris la peine pour cette expérimentation rapide de calibrer les niveaux, on peut craindre qu'une différence de gain et donc de niveau après ajustement du gain à l'oreille n'introduise des erreurs d'appréciation subjective.

• Résultats

Personnellement, j'ai trouvé le son de mon amplificateur très beau et j'en suis presque tombé amoureux : ce n'est plus de la subjectivité mais probablement de la partialité. Je l'avoue sans fausse honte, ne pardonne-t-on pas à un père d'être fou de sa petite fille et de trouver adorable son interminable babil insupportable à tout autre. J'ai donc demandé à une oreille plus objective de vous rendre compte

de cette écoute, reportez-vous à l'encadré de Jean Hiraga.

Je voudrais toutefois commenter certaines réflexions suscitées par le son de mon amplificateur car elles semblent confirmer le bien fondé de nos théories utilisées pour la conception de cet amplificateur. On pourra m'objecter qu'à cause des mauvaises conditions de notre expérimentation, elles sont bien sujettes à caution. Sans doute, mais j'ai bien envie d'y croire et j'ai une grande confiance dans les avis donnés par Jean Hiraga, surtout après cette séance d'écoute au cours de laquelle il a attiré mon attention sur certains détails sonores des enregistrements utilisés (du jazz, le son des vagues, un bruit de pas, des percussions, une sonate pour viole et clavecin, de l'orgue et une voix de soprano accompagnée à l'orgue) en m'expliquant ce qu'il entendait et pourquoi il portait tel jugement ; la compétence et la sereine passion qui transparaisaient dans ses paroles forçaient l'admiration et la confiance. Parmi ses commentaires, j'ai noté :

« Un son propre et sans distorsion » semble confirmer que notre chasse à la distorsion a été menée dans la bonne direction.

« Le grave d'un très bon amplificateur à tube » semble confirmer notre analyse de la distorsion thermique qui désavantage le transistor par rapport au tube.

« L'impression d'un amplificateur en classe A sans contre-réaction » semble confirmer que les reproches faits à la contre-réaction sont imputables à une mauvaise utilisation de celle-ci et non à un défaut redhibitoire ; en effet, notre amplificateur est bourré jusqu'à la gueule de contre-réaction.

Il convient bien sûr de prendre tout ceci avec une grande réserve, mais nous ressentons là

un grand encouragement dans nos recherches et cela nous fait redoubler d'ardeur dans la préparation du prochain test subjectif.

Les suites

• La prochaine expérimentation subjective

Elle aura lieu le plus tôt possible avec notre amplificateur en stéréo après que quelques modifications auront été apportées : la sécurité décrite plus haut protégera les deux voies contre les maladroites en sortie, des circuits imprimés assureront une masse plus satisfaisante qui éliminera les risques d'accrochage tout en permettant une fréquence de coupure en boucle ouverte au-delà de la bande audio ; le problème de latch-up aura trouvé une solution qui ne dégrade pas la linéarité. En revanche, nous conserverons la structure mécanique actuelle malgré ses défauts et la limitation qu'elle apporte à la classe A : l'expérience montre que ce

n'est pas bien gênant pour l'expérimentation subjective, et sa remise en cause conduirait à des délais inacceptables.

• La prochaine version de notre amplificateur

Il faudra repenser la conception mécanique de notre amplificateur sur le plan thermique avec, peut-être, une enceinte thermostatée pour les circuits bas niveau. Avec cette nouvelle version, nous pourrions enfin essayer la classe A quadratique que nous gardons dans nos cartons depuis bien longtemps. Nous pensons aussi à reprendre nos études de mesure de phénomènes transitoires.

• Une réalisation personnelle ?

Nous avons toujours eu conscience de frustrer certains avec nos schémas sans valeur des composants mais cette censure a sans doute évité beaucoup de

déboires car nos circuits sont bien difficiles à mettre au point. Nous envisageons donc maintenant l'étude d'un schéma plus simple, accessible à beaucoup de lecteurs mais pour lequel l'application de nos théories leur permettrait d'obtenir un très bon amplificateur à transistors. Cela permettrait de mieux expliquer nos théories en montrant leur application sur un cas concret simple. Mais une telle étude nécessite un certain temps alors que le nôtre est très compté. Toutefois si cette étude pouvait être confiée à une petite équipe d'audiophiles motivés qui appliqueraient mes directives, elle devrait pouvoir être menée à terme dans des délais raisonnables. Alors, si le cœur vous en dit, si vous avez du temps à consacrer à un amplificateur, si vous êtes basés dans la région parisienne, si vous avez quelques moyens de mesure, écrivez-moi aux Editions Fréquences. De même, si vous souhaitez voir mieux expliquer tel ou tel point, faites-le moi savoir.

Jean Hiraga écoute :

C'est une écoute que l'on attendait avec beaucoup d'impatience. Nous avons déjà rencontré bien des perfectionnistes en haute-fidélité. Héphaïstos, lui, bat tous les records avec cet inlassable travail de fourmi, débordant d'idées originales dont le bien fondé prend toute sa valeur par des méthodes de mesure entièrement nouvelles et ne demandant qu'à être vérifiées par des tests d'écoute.

Test incomplet mais très prometteur : incomplet car effectué en monaural sur des circuits imprimés non définitifs ; très prometteur car on ne s'attendait pas à autant de transparence, de définition de la part d'un mon-

tage aussi complexe n'ayant fait l'objet d'aucun test d'écoute préalable.

Passons à l'écoute qui, dès les premières minutes, reflète l'équilibre, de grandes capacités d'expression et plus particulièrement des tendances chaleureuses, comme veloutées et synonymes, du moins dans le cas présent, d'absence de distorsion harmonique et de distorsion d'intermodulation. Ce style d'écoute s'apparente en quelque sorte à celui qui résulterait d'une savante osmose d'amplificateurs dépourvus de contre-réaction et de versions à tubes réputées. Chaque registre surprend par sa grande liberté d'expression. Ainsi les plages d'aigu ou

d'extrême-aigu revêtent-elles, selon les enregistrements les caractères les plus variés, les plus inattendus, mais avec une impression permanente de cohérence. Même remarque pour le grave avec les inconvénients et les effets que l'on pourrait attendre d'un circuit peu contre-réactionné : sensation d'ouverture, d'aération, richesse d'expression s'accompagnant de ce qui résulterait d'un facteur d'amortissement de faible valeur. Il faudra attendre l'écoute d'une paire de versions définitives pour y ajouter les conclusions relatives à l'effet stéréophonique pour confirmer, pour infirmer ou modifier les premières conclusions apportées ici.

L'audition: physique, acoustique

Jacky Mas



La Musique fait partie de l'univers sonore de l'Homme depuis des millénaires.

Cette musique naît dans le cerveau du compositeur, elle est ensuite concrétisée par des musiciens à l'aide de leur voix et/ou de divers instruments avant de parvenir au mélomane qui à son tour «analyse» cérébralement l'information qu'il reçoit. Depuis qu'il est possible d'enregistrer des sons, plusieurs maillons sont venus compliquer cette voie particulière de la communication. Tout d'abord le support, qui a connu de très nombreuses mutations en moins d'un siècle, pour atteindre aujourd'hui le niveau de qualité de reproduction du disque compact.

L'électronique a connu une importante évolution technologique, passant des tubes électroniques aux transistors.

Même les enceintes acoustiques ont favorablement évolué depuis une vingtaine d'années.

Dans ce dernier cas, le principe n'a guère changé (électrodynamique ou électrostatique essentiellement), mais les progrès dans les matériaux, les filtres et les mesures se sont traduits par une amélioration sensible des performances acoustiques.

Reste le dernier maillon constitué par le local d'écoute pour lequel il y aurait beaucoup à dire. Mais au fond, les deux maillons les plus importants de toute cette chaîne ont été, sont et resteront les deux cerveaux qui communiquent leurs émotions à travers la musique et l'air qui les sépare.

Nous vous invitons à faire quelques pas avec nous dans l'univers de la physique acoustique tout d'abord, puis dans celui de la biophysique sensorielle afin de mieux comprendre le processus de l'audition lui-même, ce qui permettra peut-être d'améliorer encore la qualité de l'écoute elle-même, et retrouver, malgré l'interposition de la chaîne électro-acoustique, l'émotion que nous ressentons lorsque nous assistons à un concert en direct.

Avant d'aborder les phénomènes subjectifs et objectifs de l'audition, il nous a semblé utile de rappeler quelques éléments fondamentaux de physique acoustique. Ces notions sont importantes pour comprendre la physiologie de l'audition et sont à la base de toutes les applications de l'acoustique : du traitement des salles d'écoute aux prothèses auditives.

Quelques rappels

Le son peut être défini soit à partir de sa source (vibrations d'un milieu matériel), soit à partir de sa perception par l'oreille. Les deux définitions ne sont pas équivalentes, car certaines vibrations matérielles ne sont pas perçues : trop lentes elles constituent des infra-sons, alors que trop rapides elles deviennent des ultra-sons.

Le son ne peut se propager qu'au sein d'un milieu matériel, et le meilleur isolant acoustique est en réalité... le vide. Lorsque l'air subit une brusque perturbation locale due à la mise en mouvement d'une structure matérielle, une *onde* aérienne se propage de proche en proche en ligne de droite jusqu'à notre oreille pour donner naissance à une sensation sonore. Les vibrations des molécules d'air, ou plus généralement de fluides, se font dans la direction de propagation du son : on dit que ces vibrations sont *longitudinales*. Dans les solides, il peut en exister de transversales.

La *période* de ces vibrations est la durée d'une oscillation complète et on la désigne habituellement par la lettre T (l'unité est la *seconde*). La *fréquence* de ces oscillations est définie comme l'inverse de la période, que l'on note ν (en *secondes⁻¹* ou *Hertz : Hz*) et elle représente le nombre d'oscillations par seconde. L'oreille humaine entend des sons produits par des vibrations variant de 20 à 20 000 Hz. La vitesse propre des particules au cours de leur vibra-

tion ne doit pas être confondue avec la célérité du son qui correspond à la vitesse de propagation de l'onde sonore dans le milieu matériel considéré. Cette onde véhicule une partie de l'énergie développée par la source. Il va donc se produire une variation périodique de la pression du fluide dans lequel se propage l'onde d'énergie sonore. Ce mode de transmission explique l'affaiblissement progressif de la sensation d'intensité sonore lorsque la distance source-récepteur augmente. Cela résulte de deux facteurs :

— d'une part, l'onde étant émise dans toutes les directions de l'espace, l'énergie transportée par cette onde se répartit progressivement dans un volume et donc une masse de plus en plus grande du milieu de propagation,

— d'autre part, une partie de cette énergie transportée est transformée en chaleur car le milieu de propagation n'est pas parfaitement élastique.

L'absorption du son augmente avec la fréquence et le caractère poreux du milieu. La ouate, certains agglomérés, le plâtre et les laines de verre et de roche sont donc d'excellents isolants acoustiques, alors que le béton armé et les métaux sont peu absorbants.

Célérité du son

La vitesse du son V dans un milieu matériel est donnée par la loi de Laplace :

$$V = \sqrt{\frac{C_p}{C_v} \frac{p}{\rho}} \quad (\text{m/s})$$

avec :

C_p est la chaleur massique à pression constante,

C_v la chaleur massique à volume constant du fluide considéré,

p est la pression du fluide,

ρ est sa masse volumique.

Les chaleurs massiques diffèrent d'un liquide ou d'un gaz à l'autre, mais leur rapport reste constant pour des gaz de même atomicité. Ce rapport est de 1,67 pour les gaz monoatomiques

(Néon, Argon, et les autres gaz inertes) et de 1,4 pour les gaz diatomiques (Hydrogène, oxygène et azote). Il en va de même de l'air qui est essentiellement constitué d'azote et d'oxygène. Le gaz carbonique est triatomique et le rapport des chaleurs massiques est de 1,33. Pour les solides, ce rapport est égal à 1.

Dans l'air, la célérité du son est d'environ 330 m/s à 0°C. Elle augmente comme la racine carrée de la température. Dans l'eau, plus dense et moins élastique que l'air, cette célérité est 4 fois plus grande (1 430 m/s à 17°C). Elle est supérieure à 3 000 m/s dans la fonte et à 5 000 m/s dans l'acier. Un point important à noter est que seule la fréquence ν est caractéristique d'un son, elle ne varie donc pas lorsque le son change de milieu de propagation, seule la longueur d'onde λ est modifiée, et le rapport des longueurs d'onde est égal au rapport des célérités dans les différents milieux de propagation. La relation entre λ , ν et V est la suivante :

$$V = \lambda \nu \quad \text{ou encore} \quad V = \lambda / T$$

Impédance acoustique

De ce qui précède il est évident que la célérité renseigne sur les propriétés mécaniques d'un milieu. On l'utilise pour définir un paramètre caractéristique du milieu de propagation qui est son *impédance acoustique caractéristique* Z (nous verrons un peu plus loin la raison de cette dénomination) :

$$Z = \rho V \quad (\text{Pa.s/m})$$

Ce paramètre est très variable d'un milieu à un autre, et vaut par exemple $45 \cdot 10^6$ pour l'acier, 430 pour l'air et $1,43 \cdot 10^6$ pour l'eau.

Pression et énergie acoustiques

Comme nous l'avons dit précédemment, la source provoque une vibration des molécules du milieu de propagation. La position x de chaque molécule par

rapport à la position d'équilibre est décrite en fonction du temps par la loi :

$$x = a \cos(2\pi \nu t)$$

où a est l'élongation du mouvement (c'est-à-dire la distance maximale que peut atteindre la molécule par rapport à la position de repos). Sur la figure 1 nous avons représenté le déplacement en fonction de la distance x à la source pour un instant donné t . Les particules situées en A et B s'éloignent de la source (nous dirons conventionnellement qu'elles subissent un déplacement positif), alors qu'en B et C elles se rapprochent de la source, donc qu'elles subissent un déplacement négatif.

Il y a donc un phénomène d'accumulation et donc surpression du fluide de propagation en B, alors qu'il y a, au contraire, raréfaction en A et C, donc dépression. Ces variations de pression représentent la *pression acoustique*. Lors d'une propagation aérienne, la pression totale en chaque point de l'air est égale à la somme de la pression atmosphérique et de la pression acoustique. Cette dernière est généralement petite par rapport à la pression atmosphérique. Comme on peut le voir sur le schéma, l'onde de pression acoustique est en avance de phase par rapport à l'onde de déplacement. Enfin, rappelons que les microphones ne sont ni plus ni moins que des capteurs de pression acoustique. En l'absence d'obstacles, la pression acoustique est proportionnelle à la vitesse de déplacement

$$V_d : p = V_d \rho c$$

Le mouvement vibratoire des particules ébranlées par l'onde acoustique résulte de la mise en jeu d'une certaine énergie : une partie est de l'énergie cinétique liée à la vitesse de déplacement et une autre, potentielle, est liée à la pression. On appelle *puissance surfacique* (ou parfois *intensité acoustique*) la quantité d'énergie qui traverse l'unité de surface

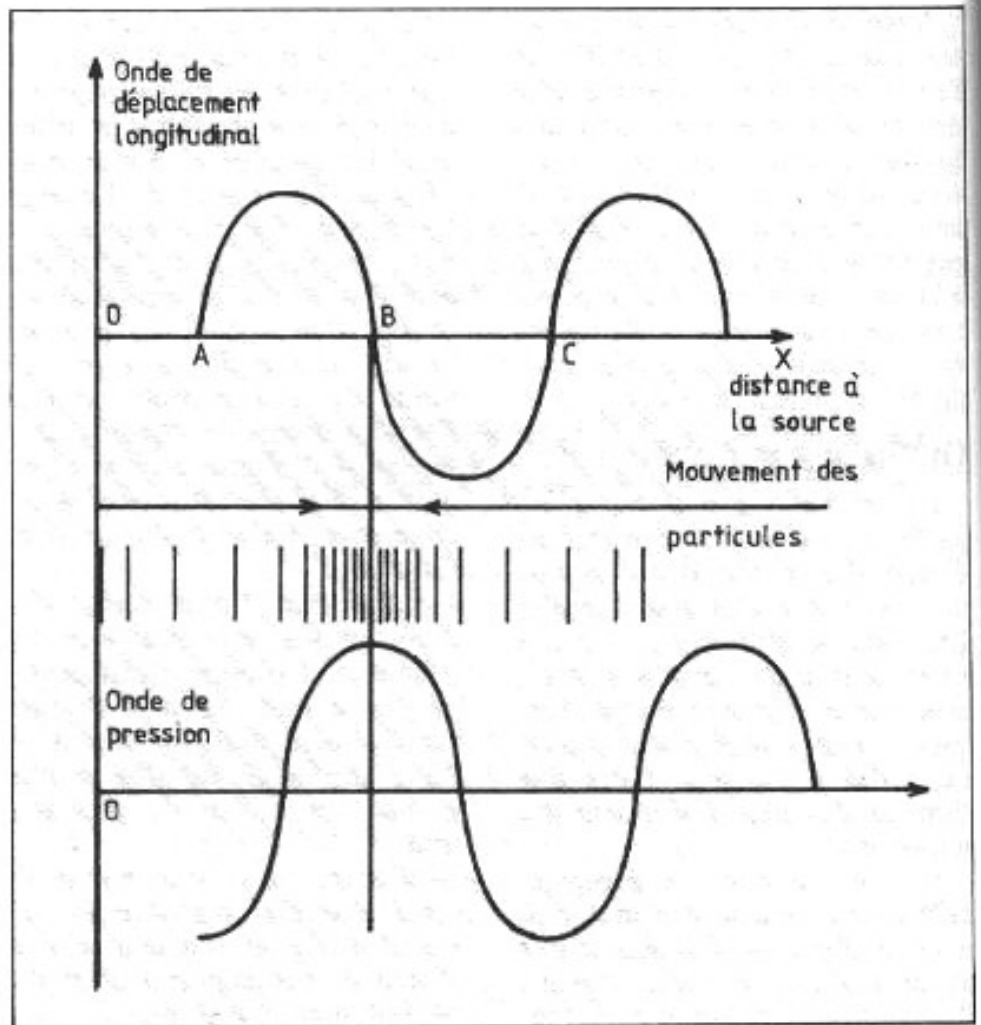


Fig. 1 : La notion de pression acoustique.

par unité de temps (elle s'exprime en W/cm^2). Elle est égale à :

$$W = p v_d$$

Lorsque de nombreux obstacles perturbent l'onde sonore, les réflexions et la diffraction introduisent une différence de phase Φ entre la pression et la vitesse de déplacement, et l'expression précédente devient

$$W = p v_d \cos \Phi.$$

L'analogie de ce qui précède avec des grandeurs électriques est intéressante. La pression acoustique joue le rôle de la tension, la vitesse de déplacement celui du courant. Il en découle que la quantité ρc est bien une impédance comme nous l'avons dit plus haut.

Notons que les pressions acoustiques peuvent varier de $2 \cdot 10^{-5}$ à 20 Pa (Pascals). En conséquence, la puissance acousti-

que variant comme le carré de la pression, la plage de variation des puissances acoustiques est de 10^{12} , cela explique la nécessité de recourir à une unité logarithmique de puissance : le bel.

Mesure du niveau de puissance acoustique

L'importance des puissances audibles nécessite l'utilisation d'une échelle logarithmique pour comparer les sons entre eux. De façon arbitraire, la *référence* des puissances acoustiques a été définie à la fréquence de 1 kHz. Un sujet normal entend à cette fréquence un son d'intensité $W_0 = 10^{-16} \text{ Watts/cm}^2$. Le bel est donc tout simplement le logarithme décimal du rapport W_1/W_0 , où W_1 est la puissance acoustique du son que l'on compare à la référence. En pratique, on utilise le décibel défini à partir du bel de la façon suivante :

$$L(\text{dB}) = 10 \log_{10} \frac{W_1}{W_0}$$

Il est facile de vérifier qu'un son qui augmente de 3 dB a doublé sa puissance sonore et que deux sont inaudibles à -2 dB donnent ensemble un son audible de 1 dB. Les dB définis à partir de la référence W_0 sont des décibels absolus. Il est possible de définir sur le même schéma des dB relatifs pour comparer entre eux deux sons quelconques de puissance W_1 et W_2 . Ces notions sont fondamentales tant dans le domaine de l'isolation acoustique qu'en clinique humaine comme nous le verrons dans un prochain article.

Ondes acoustiques, réflexion, réfraction et diffraction

On appelle front d'onde une surface sur laquelle chaque grandeur acoustique a même valeur en tout point quel que soit l'instant considéré. La propagation se fait donc perpendiculairement au front d'onde. Une onde plane se propage dans une seule direction. Les fronts d'onde sont des plans perpendiculaires à la direction de propagation. Pour obtenir de telles ondes planes, il est nécessaire que la source fonctionne en piston.

Dans le cas des ondes sphériques, la propagation est radiale dans 4π stéradians et la source est ponctuelle. A grande distance de cette source ponctuelle, les ondes sphériques peuvent être approximativement considérées comme planes.

On appelle onde progressive, une onde plane se propageant à l'intérieur d'un tuyau de longueur infinie. Lorsque de telles ondes se propagent à l'intérieur d'un milieu fermé, les ondes réfléchies et les ondes directes interagissent entre elles le long de leur propre direction de propagation et forment des ondes stationnaires.

Lorsqu'une onde acoustique

atteint un obstacle, une partie de l'énergie acoustique est transmise ou absorbée, alors qu'une autre partie est réfléchi. Ce dernier phénomène est bien connu : c'est l'écho. La partie transmise ou absorbée joue un rôle important en insonorisation et en acoustique des salles. Les phénomènes de réflexion acoustique sont parfois surprenants, c'est le cas dans certaines pièces voûtées où deux interlocuteurs placés à des angles opposés peuvent parfaitement communiquer à voix basse, sans que l'on puisse entendre un seul mot de leur conversation si l'on se place dans une position intermédiaire entre eux. D'une façon générale, lorsque deux ondes de même fréquence se rencontrent en un point de l'espace, il se produit des interférences entre ces deux ondes : si elles sont en phase les mouvements vibratoires s'ajoutent, si au contraire elles sont en opposition de phase ces mouvements vibratoires se retranchent et peuvent même s'annuler si les amplitudes des deux ondes sont égales.

Lorsqu'un faisceau sonore arrive à l'interface de deux milieux d'impédances acoustiques différentes Z_1 et Z_2 , où les célérités sont v_1 et v_2 , une partie

du faisceau est réfléchi selon le même angle i que le faisceau incident, et une partie est réfractée selon un angle r par rapport à la normale et nous avons la relation de Snell :

$$\frac{\sin i}{v_1} = \frac{\sin r}{v_2}$$

La diffraction du faisceau sonore se traduit par le fait que ce dernier parvient à contourner certains obstacles. En réalité, l'importance de ce phénomène dépend de la taille de l'obstacle par rapport à la longueur d'onde du son. Cela explique la difficulté de localisation spatiale que nous ressentons pour des grandes longueurs d'onde, c'est-à-dire les basses fréquences. Cela explique également que la directivité des son augmente avec leur fréquence.

Les différents sons

Jusqu'à présent, nous n'avons raisonné qu'à l'aide de sons de fréquence pure. En réalité, les signaux sinusoïdaux et périodiques ne sont pas les plus fréquents de notre univers sonore. Un son sinusoïdal pur ne contient qu'une seule fréquence. Ces signaux sont essentiellement uti-

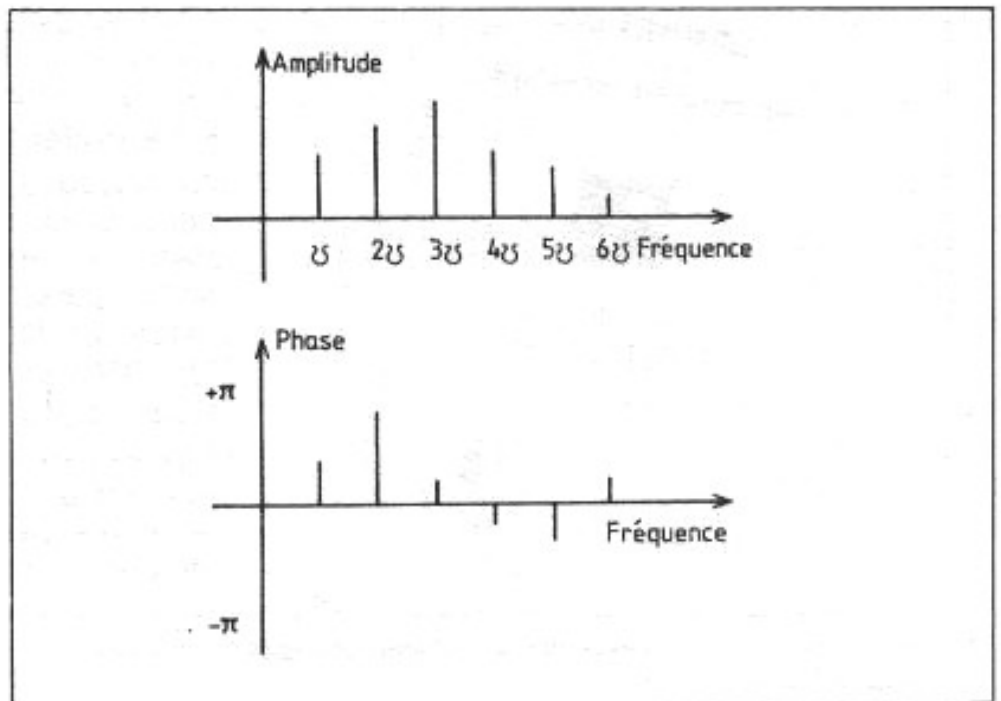


Fig. 2 : Représentation d'un son complexe.

lisés pour établir un audiogramme, test fondamental et pathologie de l'audition.

La plupart des sons que nous percevons sont des sons complexes, c'est-à-dire qu'ils contiennent un mélange de plusieurs fréquences présentant des amplitudes différentes. Lorsque le son complexe est périodique, Fourier a montré qu'il peut être décomposé en une somme de plusieurs sons sinusoïdaux de fréquences ν , 2ν , 3ν , etc. Le son sinusoïdal de fréquence ν est le *fondamental*, les suivants représentent les *harmoniques* dont les fréquences sont les multiples entiers de la fréquence fondamentale.

Un son complexe peut donc s'écrire :

$$f(t) = a_1 \sin(2\pi\nu t + \Phi_1) + \\ a_2 \sin(4\pi\nu t + \Phi_2) + \\ a_3 \sin(6\pi\nu t + \Phi_3) + \dots$$

Il est équivalent de représenter le signal complexe $f(t)$ par son amplitude en fonction du temps ou par l'amplitude et par la phase de ses différents constituants en fonction de la fréquence (figure 2).

C'est la richesse harmonique qui donne le *timbre* d'un instrument ou d'une voix. Il est clair que la structure harmonique d'un son complexe va être modifiée au cours de sa propagation : les harmoniques élevées étant davantage absorbées que les harmoniques graves. Certains sons complexes peuvent avoir un spectre d'amplitude identique alors que leur spectre de phase est différent. La «coloration» ou «sonorité» d'un instrument ou d'un amplificateur dépend de sa «balance spectrale».

A l'opposé des sons complexes

musicaux, les bruits sont essentiellement des phénomènes non-périodiques. Cependant, certains d'entre eux conservent un caractère musical (cloches, gong, timbales...). Leur spectre est stationnaire et contient un nombre fini de fréquences. Celles-ci ne sont pas dans un rapport simple entre elles et ne peuvent donc constituer des harmoniques : on les appelle des *partiels*. Par abus de langage, on donne le nom de «fondamental» à la fréquence la plus basse du spectre. Lorsque toutes les fréquences audibles sont représentées avec une même amplitude, le bruit obtenu est qualifié de *blanc*.

Nous disposons maintenant de toutes les notions nécessaires pour nous livrer à une étude des phénomènes subjectifs et objectifs de l'audition. A suivre...

**Page non
disponible**

LES MUSES D'OR

au
lecteur CD hybride
LUXMAN D 107u





Patrick Vercher

T

irer le meilleur parti des deux technologies tubes et transistors est le but que s'est fixée l'équipe de recherche de Luxman avec la série de ses amplificateurs et lecteurs CD hybrides sous la référence commune « Brid ».

Avec le lecteur CD D 107u, Luxman est parvenu à associer en parfaite harmonie les circuits de conversion numérique/analogique (multibits) avec des étages de traitement du signal analogique à partir de tubes triodes reliés à des transformateurs de sortie, assurant la conversion basse impédance et un filtrage passe-bas beaucoup plus agréable et plus véridique à l'écoute qu'un circuit actif. Cette maîtrise parfaite dans l'association des deux technologies se traduit par des résultats somptueux à l'écoute et cela à un prix qui reste encore très raisonnable, de moins de 10 000 F.

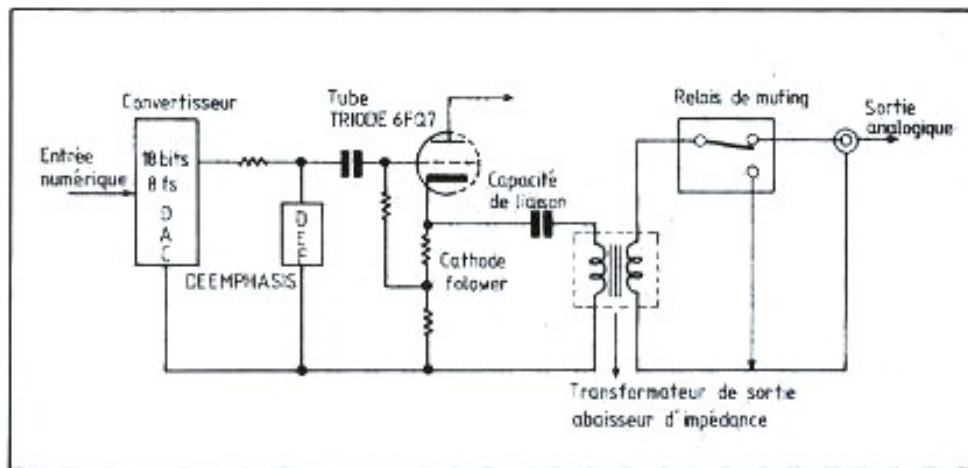
Les critères concernant l'attribution de nos Muses d'Or sont parfaitement remplis sur tous les points par ce lecteur CD D 107u qui sort vraiment de l'ordinaire.

Convertisseur N/A 18 bits 8 fois suréchantillonné

Le convertisseur numérique/analogique utilisé sur le D 107u est de type 18 bits à filtre numérique à 8 fois la fréquence de suréchantillonnage. Luxman est resté fidèle à ce principe de conversion que l'on trouvait déjà sur les précédents modèles hybrides D 105u et D 103u en utilisant un convertisseur indépendant pour chaque canal. Ce type de configuration assure non seulement une bonne séparation entre les canaux mais aussi un bon maintien de la phase. La distorsion

que l'on pourrait assimiler à une distorsion de croisement en numérique a été supprimée. La capacité dynamique dépasse largement les possibilités de l'enregistrement. D'après nos investigations aux mesures, le taux de distorsion ne remonte pas de manière catastrophique aux bas niveaux prouvant la bonne linéarité des convertisseurs utilisés. Nous n'entrerons pas ici dans la bataille stérile entre les différents systèmes de convertisseur numérique/analogique multibits et les variantes du 1 bit. Nous pouvons avancer que, contrairement à tout ce qui a pu être écrit, les problèmes majeurs à l'écoute ne viennent pas de ces convertis-

seurs qu'ils soient multibits ou 1 bit mais de leur utilisation et de l'influence beaucoup plus importante des circuits en amont et en aval sans oublier la mécanique pour une bonne précision de lecture. Dans le cas du D 107u, on se rend compte aisément que les convertisseurs 18 bits, d'origine Burr Brown, effectuent leur travail avec un maximum de précision grâce aussi à un ajustage parfait des échelles de tension. Le tri au niveau de ce composant est primordial. Il y a en effet pas mal de disparités dans les performances par rapport au cahier des charges initial d'un C.I. décodeur à un autre. Là aussi, de nombreuses différences sont per-



Synoptique de l'étage à tube plus transformateur de sortie abaisseur d'impédance. A noter le relais de muting pour éviter tout bruit.

ceptibles à l'écoute entre des modèles de bas de gamme où le constructeur n'effectue pas ce tri entre circuits décodeurs par souci d'économie et des appareils de haut de gamme tels que le D 107u où l'analyse des performances des convertisseurs est effectuée systématiquement pour chaque appareil.

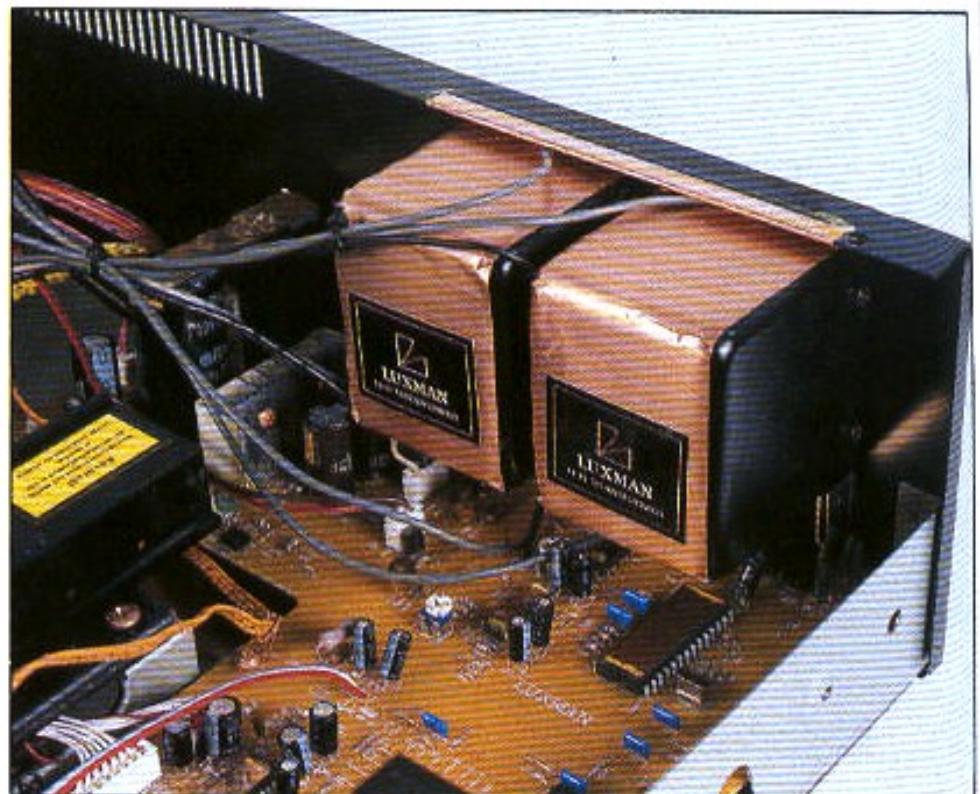
Etage de sortie à lampes

A la sortie du convertisseur numérique/analogique le signal attaque le circuit de deemphasis puis un montage à tube basé sur une double triode (6FQ7/6CG7, USA) dont un élément est utilisé et l'autre est à la masse. Ce tube est monté en cathode follower. A la sortie de cet étage, on trouve une capacité de liaison puis un transformateur de sortie d'assez gros volume servant à la conversion basse impédance et aussi de filtrage passe-bas. Avec ce principe de transformateur de sortie, on a aussi l'avantage d'une séparation totale des masses. Cela est un facteur non négligeable au niveau de la réduction du bruit. Grâce au suréchantillonnage 8 fois, cette section analogique tube + transformateur de sortie ligne assure un filtrage passe-bas suffisamment efficace sans les inconvénients classiques dus à un filtrage trop raide entraînant des rotations de phase prononcées. Ainsi, on ne trouve aucun tran-

sistor après le convertisseur numérique/analogique, aucun circuit intégré. De ces faits, les résultats d'écoute sont beaucoup plus naturel, plus agréables qu'avec un circuit de sortie transistorisé même sophistiqué. Le circuit est nettement simplifié, les nombreux étages analogiques habituels sont réduits ici à un seul plus le transformateur de sortie. Cependant, il ne s'agit pas de mettre un tube en sortie et un transformateur de ligne pour que le tour soit joué et l'écoute

hyper agréable. Il faut aussi s'entourer d'un luxe de précautions au niveau de l'alimentation. Pour reculer très nettement les risques de souffle, quant au bruit thermique, les filaments des lampes sont chauffés en continu à partir d'un circuit spécifique d'alimentation stabilisée à transistors. En sortie, juste avant la prise CINCH, un relais en association avec un circuit de muting, coupe le signal en l'absence de modulation.

En pratique, l'implantation de ces circuits a demandé aussi beaucoup d'attention au niveau du choix des masses et de l'éloignement des sources de radiation (transformateur d'alimentation et circuits annexes). Aussi, on trouve une configuration séparée des lignes d'alimentation et des masses sous le nom générique de STAR (Signal Transit Accurate Response). Avec ce procédé, on évite que plusieurs circuits soient reliés par des lignes d'alimentation et de masse commune. Par un souci esthétique évident, les deux tubes sont placés côte à côte à l'horizontale et les som-



Vue partielle révélant les deux transformateurs de sortie abaisseur d'impédance, assurant aussi une parfaite séparation des masses.

ments de ceux-ci sont visibles derrière une fenêtre en façade à côté du grand indicateur de fonctions et du tiroir de chargement. Un circuit de préchauffage pour les filaments des tubes est prévu afin d'obtenir les performances auditives idéales dès la mise sous tension générale du lecteur. Ce circuit de préchauffage peut être laissé en permanence ou enclenché quelques minutes avant l'écoute proprement dite. Cependant, si ce circuit n'est pas activé, à la mise sous tension générale, une minuterie interne déclenche le relais de muting pendant une période de 30 s environ. Le transformateur d'alimentation, les circuits de régulation, le filtrage ainsi que le potentiomètre de réglage de niveau de sortie variable qui est entraîné par un moteur électrique sont montés sur un circuit indépendant de celui de l'étage à tube. Les deux transformateurs de sortie ligne sont totalement blindés avec en plus un ruban en cuivre qui les entoure. Ils sont placés à l'opposé du transformateur d'alimentation pour des raisons évidentes de rayonnement. Un troisième circuit regroupe tous les composants de commande et d'asservissement de la section mécanique de traitement du flot d'informations numériques lu par la platine laser de filtrage numérique et de conversion. De très nombreuses précautions ont été prises afin que tous ces composants cohabitent sans se perturber les uns les autres.

L'immense panneau de contrôle avec ses touches sensibles est monté directement sur un circuit imprimé supportant aussi l'afficheur fluorescent de couleur ambrée. Toutes les informations sont transmises aux circuits de traitement par des fils nappés assurant une liaison ultra courte.

Mécanique centrale

Il ne saurait y avoir de bons lecteurs CD sans une mécanique de très haute précision qui peut



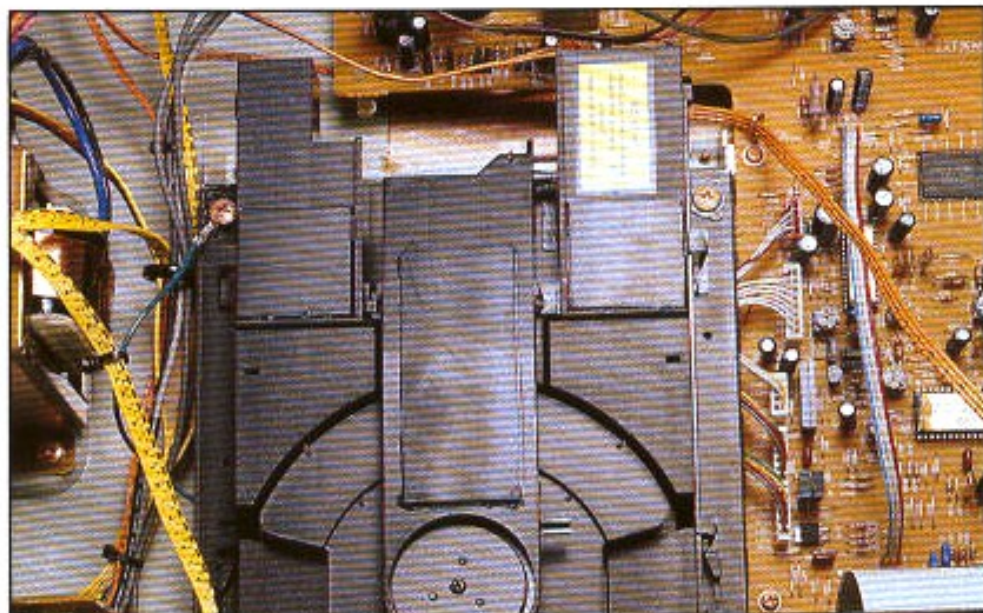
Vue de la carte d'alimentation avec son transformateur à multiples enroulements secondaires et les nombreux circuits de régulation.

assurer une lecture parfaite des micro-cuvettes sans être perturbée par les vibrations extérieures ou certaines résonances qui naissent au sein même de la mécanique. Or, afin d'éliminer certaines résonances fondamentales de l'ensemble de la structure, le placement de la platine lectrice dans le coffret du lecteur CD a son importance. La solution de la mécanique centrale est la meilleure réponse à ces phénomènes. Aussi Luxman a adopté ce principe sur le D 107u, à partir d'un double bâti qui isole la mécanique d'entraînement du disque proprement dite et l'ensemble de translation de la diode laser. Idée excellente qui sépare bien les deux sections mécaniques. En effet, le disque maintenu parfaitement collé par un palet à attraction magnétique sur le petit plateau rotatif entraîne quoi que l'on fasse quelques vibrations au niveau de l'axe moteur et de la cage de celui-ci. Aussi sur les lecteurs classiques, les vibrations du moteur d'entraînement se propagent dans la structure support du chariot porte-diode laser et peut

perturber, dans une certaine proportion, la lecture correcte des micro-cuvettes. Sur le D 107u, l'ensemble rail de guidage système d'entraînement à crémaillère chariot support diode laser et système de focalisation avec lentille finement polie en verre véritable et non en plastique est désolidarisé du moteur. Les deux bâtis sont en acier de forte épaisseur et contribuent par leur inertie à opposer une certaine résistance aux vibrations extérieures. De plus, les pieds supports sont munis d'un système d'amortissement.

De très nombreuses possibilités d'exploitation

Le tiroir de chargement est muni d'un double plateau support acceptant les disques CD de 8 et 12 cm. Le déplacement du tiroir s'effectue silencieusement et rapidement. Une fois la petite période de préchauffage que nous avons signalée plus haut établie, la lecture peut commen-



La mécanique centrale adoptée par Luxman est très robuste. L'entraînement du disque et du chariot porte-diode ne sont pas sur les mêmes bases.

cer avec un accès direct à la plage que l'on désire écouter à partir du clavier numérique disposé en façade ou de la télécommande. Cette lecture peut aussi s'effectuer en mode aléatoire. Un petit circuit ordonne les plages dans n'importe quel ordre. L'appareil s'arrête automatiquement dès qu'elles ont été toutes reproduites. En combinaison avec la fonction de répétition, cette lecture aléatoire peut se réaliser automatiquement en continu et à chaque fois dans un ordre différent. Le mode de recherche automatique effectue la lecture des 10 premières secondes de chaque plage qui sont reproduites dans l'ordre numérique du disque. En plus de la fonction pause habituelle, un deuxième mode de fonction pause fait passer automatiquement le lecteur dans ce mode à la fin de n'importe quelle plage au cours de la lecture.

La programmation des plages dans l'ordre que l'on souhaite est possible avec un total de 32 plages à mettre en mémoire au maximum. On peut vérifier cette programmation avec les numéros des plages programmées ainsi que leur ordre de passage.

Les amateurs d'enregistrement n'ont pas été oubliés avec la fonction Edit qui permet d'utiliser au maximum le temps dispo-

nible d'une cassette. La fonction de fondu est aussi possible. Celle-ci s'effectue en douceur grâce au réglage de niveau par entraînement à moteur géré par ordinateur. La montée et la descente de niveau, au début et à la fin de chaque plage, s'effectue en douceur. L'accès à toutes ces fonctions est possible à partir de la télécommande de grande souplesse d'utilisation.

Parmi les autres possibilités, il est bon de signaler pour les puristes que l'afficheur fluorescent peut être mis hors service et que l'on peut aussi régler son intensité lumineuse en fonction de l'éclairage de la pièce.

L'écoute au casque est possible et le signal analogique est disponible en sorties fixes et variables. Nous avons particulièrement apprécié la souplesse d'utilisation, l'extrême douceur des commandes, le silence de la mécanique, de déplacement du tiroir, l'accès ultra rapide aux plages et l'absence de tous bruits parasites à l'écoute au cours des changements de fonctions.

L'écoute

Patrick Vercher

Nous connaissons parfaitement les amplificateurs hybrides Luxman D 105u que nous utili-

sons comme l'un de nos points de référence dans cette catégorie de prix pour comparer d'autres modèles. On retrouve avec le lecteur CD D 107u un équilibre sonore assez proche de celui des amplis hybrides de la marque, c'est-à-dire linéaire, sans aucune agressivité dans l'aigu avec une très grande beauté des timbres du haut-grave à l'extrême-aigu. Ce lecteur n'a pas les défauts classiques de sonorités tendues et agressives dans le haut-médium aigu, de confusion générale sur les grandes formations. Le D 107u possède un sens du suivi mélodique extraordinaire. Les rythmes s'enchaînent avec facilité sans que l'on ait l'impression d'une transcription anoncée. Le délié, le pouvoir d'expression dans le médium, l'exactitude dans le temps d'extinction des notes sont magnifiques. On pourrait peut-être trouver cela plus beau que nature mais en fait il n'en est rien car, selon les prises de son, on saute d'une esthétique sonore à une autre de manière très prononcée sans effets « romantiques » répétitifs. La restitution gagne beaucoup en vérité grâce au relief que prennent les sonorités dans l'espace, avec un caractère chantant sublime. Les instruments ont ainsi une taille plausible, non « ratatinés sur eux-mêmes », prenant un positionnement précis dans l'espace. De l'air circule autour des interprètes sans avoir l'impression de les étouffer.

Sur les instruments à cordes, le D 107u est peut-être le meilleur lecteur CD que nous ayons écouté grâce à une structure harmonique très riche, bien respectée et un filé dans l'aigu qui déjoue tous les pièges de distorsions subjectives classiques se traduisant par un dérapage vers une trop grande acidité dans l'aigu et des phénomènes de compression dynamique qui empêchent tout lyrisme dans les envolées. Contrairement à toute attente, le registre grave est ultra rapide, très net, sans fausse cha-

leur et sans fausse rondeur, avec une propension à pousser très fort quand il le faut, c'est-à-dire quand la source contient beaucoup d'énergie en dessous de 120 Hz. Il faut rendre hommage aux ingénieurs de Luxman qui ont su éviter le piège d'un grave un peu trop gonflé, mou et manquant de séparations entre chaque note. Au contraire, le D 107u s'avère très tonique avec un excellent respect des différences de niveaux. Nous avons passé quelques disques pièges de grandes formations où cela tourne assez souvent à la confusion générale sur les fortissimi. Or, le D 107u s'est très bien tiré de ces guet-apens sonores en respectant les groupes instrumentaux et sans s'étrangler sur les pointes de modulation. Là aussi, l'étage final à tube a certainement sa part de responsabilité dans ce respect de la plage dynamique, le maintien correct du dégradé harmonique et aussi la parfaite interface avec le préampli grâce à une impédance de sortie bien respectée due à l'utilisation des transfos de sortie ligne. Même au casque, aucun souffle propre au lecteur CD n'apparaît sur les pianissimi. Cela prouve aussi une maîtrise parfaite des alimentations (merci au chauffage en continu des filaments) et que le réseau séparé des muses et des alimentations n'est pas qu'un « argument publicitaire ». A l'heure des comptes, pour moins de 10 000 F, ce lecteur CD propose une esthétique sonore toujours agréable, non stressante, fidèle à la réalité en matière de timbres. La technologie hybride est ici parfaitement maîtrisée qui extrait la quintessence des transistors et des tubes sans leurs défauts. Une réussite qui mérite largement l'attribution des Muses d'Or.

Jean Hiraga

C'est avec enthousiasme que les audiophiles ont accueilli la sortie du D 107u. Il réunit toutes les conditions nécessaires pour

en faire un « best-seller », des années durant. Tout audiophile bricoleur, exigeant mais limité au niveau de la somme à investir dans un lecteur CD, serait tenté d'en transformer un, de prix abordable, mais réputé pour sa qualité sonore, de simplifier sa section analogique en utilisant, s'il est assez compétent, un ou plusieurs étages à tubes et de faire suivre le tout de transformateurs de sortie spécialement adaptés. Les autres modifications à apporter pourraient être une alimentation indépendante pour la section à tubes, un circuit filament redressé, voire même stabilisé, des blindages efficaces des transformateurs de sortie. L'affaire, bien menée, pourrait conduire aux environs de 15 000 F, peut-être un peu plus si l'on sait qu'une paire de transformateurs fabriqués spécialement pour cette utilisation peut coûter plus de 3 500 F.

Pourquoi se donner tant de peine lorsque l'on a sous la main le D 107u ? Mais passons plutôt au plus important : aux résultats d'écoute. Ceux qui ont déjà eu l'occasion de tester des transformateurs de liaison « spécial CD » savent qu'il se produit à l'écoute une sorte d'effet « magique » indescriptible. Il s'y ajoute cependant les caractères bien marqués d'un étage analogique à tube. Le tout pourrait conduire à un son un peu rond, comme suramorti, si la sortie du convertisseur N/A avait été suivie des filtres passe-bas classiques. Les rares lecteurs CD de type 18 bits/octuple suréchantillonnage équipés d'une sortie non filtrée permettent de constater qu'à partir de cette dernière on obtient un son extrêmement défini mais plutôt relevé dans l'aigu avec des tendances dures ou acides. On sait que, dans ce cas, le transformateur de sortie peut arranger énormément les choses, surtout lorsqu'il est de bonne qualité. Grand spécialiste des transformateurs audio, Luxman démontre une fois de plus

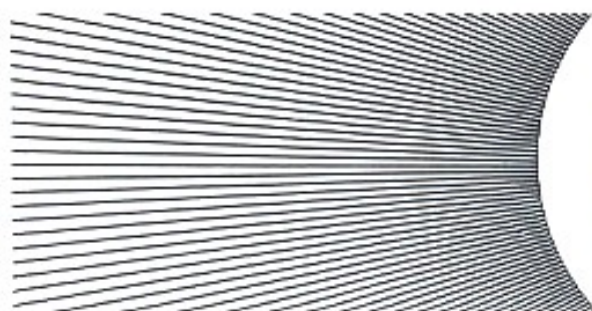
sa compétence en la matière. Le résultat d'ensemble fait principalement ressortir les caractères suivants :

- un effet de profondeur remarquable, stable, sans tendance artificielle ;
- un équilibre subjectif très agréable, légèrement descendant vers l'aigu ;
- des registres parfaitement liés, sans aucune rupture de caractère ;
- de grandes capacités dans l'expression des nuances et des phrases ;
- une tendance générale mélodieuse, avec de l'assise et des sonorités « fruitées » ;
- un pouvoir analytique poussé ne devenant jamais agaçant ni surestimé.

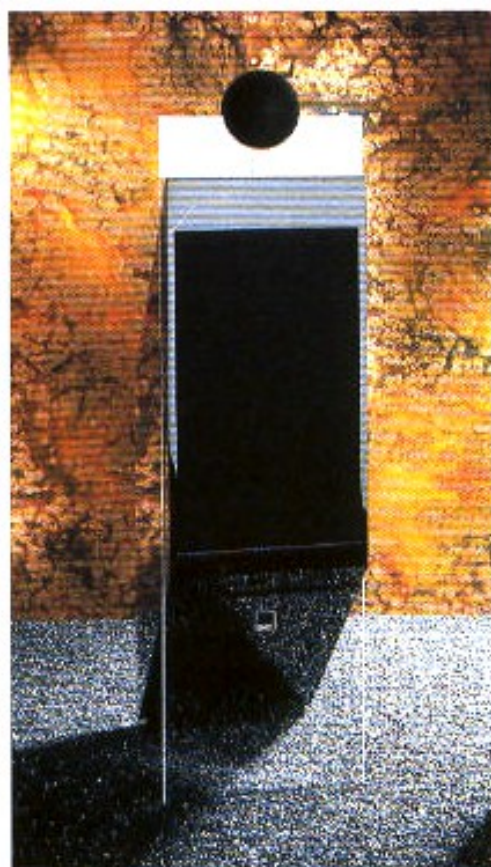
Si, technologiquement, il existe des maillons audio-numérique plus sophistiqués, la réussite du D 107u réside dans le compromis exceptionnel lié aux performances subjectives, au prix, sans qu'il soit fait usage de convertisseurs N/A et de circuits actifs très complexes. De ce point de vue, le D 107u mérite pleinement nos Muses d'Or en prouvant que, même à ce prix très réaliste, on peut accéder aux performances du vrai haut de gamme.

Ci-dessous, on peut apercevoir le rougeoiment du filament des lampes à travers une fenêtre spécialement aménagée en façade. On notera la présence à gauche du bouton de préchauffage (excellente initiative).





Qu



Quart Aera : la magnétostriction

La magnétostriction a été découverte par le physicien Joule il y a un peu plus de cent ans. Il avait constaté, en approchant un aimant d'un barreau métallique ou en alliage, selon la nature du corps soumis au champ magnétique, une contraction ou une dilatation du dit barreau. Ainsi avec une barre de nickel, le champ magnétique à proximité procure une réduction de la longueur de celle-ci. De là à utiliser ce phénomène pour réaliser un transducteur il y a un grand pas à franchir. En effet, si on entoure ce barreau d'un bobinage parcouru par un signal alternatif, sur les alternances positives il va se rétrécir mais il va faire de même sur les alternances négatives. Le phénomène est inexploitable. Aussi, le « génie » de M. Klein, à qui l'on doit le ionophone, a été de s'intéresser à ce phénomène de magnétostriction en stabilisant la longueur de la barre de nickel à une dimension intermédiaire entre sa position de repos et celle au maximum de contraction, par superposition d'une tension continue au signal alternatif. Ainsi il a pu obtenir, selon le passage des alternances positives à négatives, un phénomène de compression et d'extension. En pratique, il a appliqué ce principe à un tweeter de type omnidirectionnel de forme sphérique, composé de deux calottes en cobalt/nickel avec au centre un double circuit magnétique et à leur surface un ruban plissé en cuivre placé en spirale. Ce tweeter équipe la Quart Aera qui propose une toute nouvelle esthétique sonore, une nouvelle perception des fréquences élevées. Superbe !

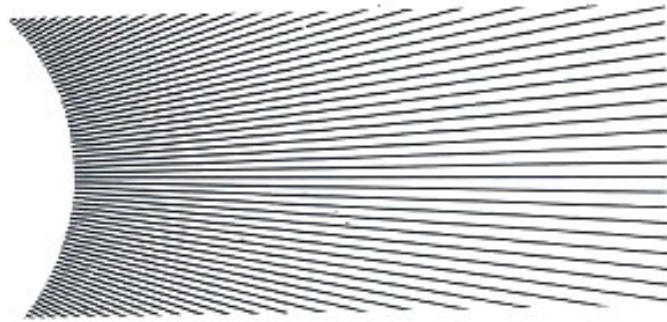
Mod Squad Deluxe Line Drive

Le préamplificateur Mod Squad V : de quoi dérouter tout électronicien qui se respecte. Mais les « techniques audiophiles » nous ont déjà habitués à tant de choses... Songez un peu : aucun circuit actif ou passif et donc encore moins d'alimentation, aucuns câbles coaxiaux remplacés par du fil isolé ou non selon le cas en l'air, après des écoutes attentives et comparatives. Par contre, des liaisons



de masse soignées en étoile, un potentiomètre de volume Penny & Giles et des tas de petites astuces apparemment anodines mais censées apporter un « plus » à l'écoute. Ou un maximum de « moins ». Car le Deluxe Line Drive est passif jusqu'au bout de ses connecteurs et il n'a aucune autre fonction que de faire varier le niveau d'entrée et l'aiguille des différentes sources haut niveau en sortie, dans les meilleures conditions possibles. A l'écoute, cela se traduit par un sentiment de liberté sur les transitoires, qui dépend essentiellement — pour ne pas dire uniquement — des éléments en amont et en aval de ce « préamplificateur ». En fait, le Deluxe Line Drive de Mod Squad est un des seuls préamplificateurs qui ne « s'entend pas ».

IDD



Technics SL-PS 50

Ce tout nouveau lecteur CD Technics réunit une somme de qualités rarement rencontrées sur un appareil de ce prix (moins de 3 000 F !). Pour la section numérique, il fait appel à la technologie

1 bit MASH (« Multi-Stage Noise Shaping ») inventée et développée par Matsushita. Ayant conquis ses lettres de noblesse dans le haut de gamme, ce principe de conversion possède à son actif : un recul perceptible du bruit de fond et une linéarité que pourraient lui envier des systèmes multibits. De fait, le lecteur Technics procure une écoute

très fouillée, très piquée, qui reste fluide. Ce lecteur sait extraire tous les micro-détails qui donnent un caractère vivant à la musique, sans tomber dans une écoute hyper-analytique, fatigante à la longue. En outre, ce modèle,

qui n'est pas fabriqué à l'économie, offre une ergonomie bien pensée, une souplesse d'emploi et de possibilités de programmation qui combleront les « cassetrophiles »...

Au prix où il est proposé, c'est une affaire à ne pas manquer, prix : environ 2 990 F.



Wharfedale Diamond IV

L'enceinte Wharfedale Diamond, voici cinq ans, a créé l'événement en proposant une restitution sonore bien équilibrée avec une image stéréo remarquable. Différentes versions ont été proposées par la suite. La Diamond IV constitue plus qu'une évolution du premier modèle mais une révolution, par l'utilisation de nouveaux transducteurs et d'un baffle-support hyper rigide. Elle ne mesure que 26,7 x 18,4 x 18,5 cm et abrite un haut-parleur grave de 15 cm de diamètre à membrane en copolymère chargé de carbone avec aspect de surface granuleux. Cette nouvelle structure mise au point par Wharfedale apporte une plus grande rigidité ainsi qu'une meilleure transmission des informations de la bobine vers le cône. Le tweeter qui prend le relais au-delà de 2,5 kHz possède un dôme aluminium monté sur suspension périphérique en matériau synthétique. Le filtre de répartition, fort bien étudié, assure une transition idéale et un très bon maintien de la phase. A l'écoute cette enceinte de très faible volume se caractérise par une ampleur peu commune. La souplesse de restitution est superbe, la notion de rythme est omniprésente. La tenue en puissance est remarquable et ne donne jamais l'impression de hurler.



Sony : préampli TA-E 80 ES/ampli TA-N 80 ES

Nos lecteurs connaissent les réussites de la société Sony dans le domaine des intégrés hautement musicaux abordables (TA-F 530 ES par exemple) et dans celui des appareils de très haut de gamme (presque) inaccessibles (bloc mono TA-NR1). Cette fois-ci, ce constructeur passe à l'offensive dans le créneau de blocs ampli-préampli séparés de forte puissance, d'un prix défiant toute concurrence.

Pour moins de 15 000 F, vous pouvez acquérir le préamplificateur TA-E 80 ES et l'amplificateur TA-N 80 ES qui revendique 200 W RMS par canal sous 8 Ω (580 W en mode mono/bridgé !). Ces deux unités, d'une finition irréprochable, sont d'une intégrité mécanique totale grâce à leur châssis à structure renforcée (baptisé

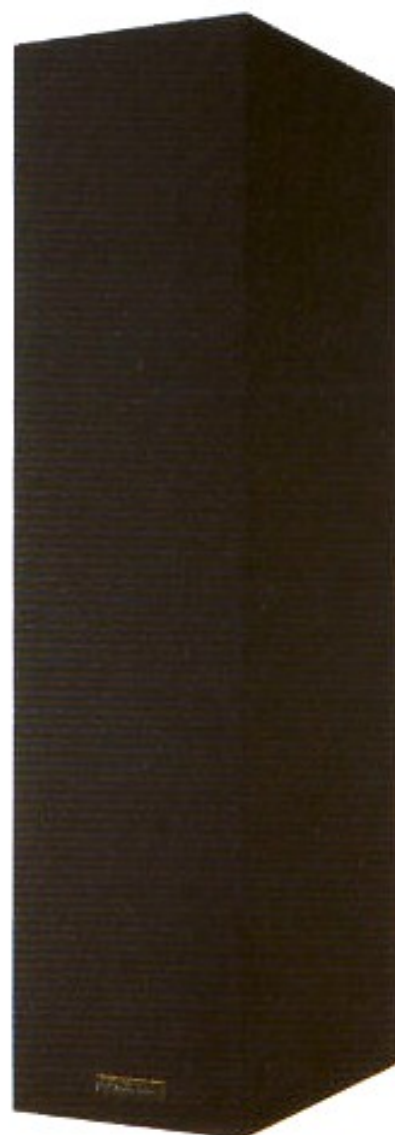
« Gibraltar ») qui élimine toutes les vibrations

susceptibles de brouiller insidieusement les micro-informations. Le bloc de puissance TA-N 80 ES affiche un souci du détail qui séduira les audiophiles : entrées XLR symétriques, permettant d'obtenir un rapport signal/bruit élevé et d'utiliser des câbles de grande longueur ; circuit « Super Legato Linéaire » qui élimine la distorsion de croisement à faible puissance ; double alimentation « Spontaneous Twin Drive » permettant de faire face aux très fortes impulsions transitoires. Le préamplificateur TA-E 80 ES se devait d'être à la hauteur : entrées/sorties XLR symétriques, sélecteur pour cellule à bobines mobiles, entrée source/direct. Une première prise de contact avec ces superbes unités nous permet d'ores et déjà d'affirmer que la musicalité est au rendez-vous. On reconnaît la « patte » des ingénieurs de la société Sony qui vont, à n'en pas douter, bousculer la hiérarchie des électroniques pour mélomanes, ultra-compétitives quant à leur prix (préampli : environ 6 850 F, ampli : environ 7 800 F).

Synonyme EFX-E

Pas de surenchère chez Synonyme, simplement des techniques éprouvées qui ont fait leurs preuves et la joie de nombreuses générations d'Audiophiles. Simples certes, mais efficaces car parfaitement optimisées. Prenons par exemple la Synonyme EFX-E. C'est une simple colonne très élancée mais très discrète réalisée de main de maître avec des parois en médite pour ne pas introduire de « son de boîte ». Le médium en papier a été utilisé dans une configuration large bande, simplement rehaussé dans les extrêmes par des transducteurs plus spécialisés. Voici pour la cohérence sonore. Le filtre a été mis au point en tenant compte des caractéristiques intrinsèques des haut-parleurs. Résultat : ces filtres ont pu être limités au premier ordre avec des pentes d'atténuation de 6 dB par octave souvent favorable à l'écoute. L'atténuation de chaque haut-parleur combine en effet la pente de coupure naturelle à celle imposée par le filtre ce qui, du point de vue écoute, correspond à un filtre d'ordre beaucoup plus élevé.

C'est un choix qui nous tient particulièrement à cœur mais qui n'est possible qu'en associant des haut-parleurs de manière très judicieuse. En fait, tout semble avoir été étudié en vue d'une écoute naturelle, fluide, où la cohésion et l'harmonie des timbres prennent le pas sur tout autre facteur. Les objectifs sont atteints puisque l'on découvre une enceinte très musicale au prix hautement compétitif de 7 200 francs la paire.





Pioneer : chaîne Aquarelle

Avec cette chaîne Aquarelle, Pioneer nous livre une approche très esthétique et particulièrement conviviale de la chaîne domestique. Conçue autour de trois électroniques superbes (CD/tuner/timer, double cassette, ampli intégré) et d'une paire d'enceintes d'encombrement très réduit, l'Aquarelle rassemble les derniers perfectionnements relevés en haute-fidélité. Parmi les particularités intéressantes, nous avons retenu le double convertisseur 18 bits huit fois suréchantillonné pour le lecteur CD, les 24 présélections du tuner, le chronoprogrammateur du timer à la commande de tonalité astucieuse de l'intégré qui donne son ouverture sonore à l'interprétation. Plus audacieuse, la platine cassette est à chargement horizontal et la cassette vient se loger dans un tiroir à la manière d'un disque laser. Cette platine est munie d'un système autoreverse à inversion rapide et des systèmes Dolby B, C et HX Pro. Bien sûr, tous ces éléments sont entièrement télécommandables à distance par un seul et unique boîtier et ils peuvent dialoguer entre eux (opération de synchronisation lors de l'enregistrement et opérations de commutations automatiques) grâce à des réseaux d'interconnexions. Les enceintes,

d'une élégance rare (face avant biseautée et arrondie, finition bois véritable) combinent un tweeter à dôme titane et deux boomers agencés dans une configuration exclusive de façon à éliminer les vibrations du coffret. Le blindage électromagnétique des boomers et la présence des entrées « vidéo » sur l'intégré prédestinent cette chaîne Aquarelle à être insérée dans un système audio-visuel très évolué.

Aiwa Strasser HD-S1

C'est tout simplement à peine 700 grammes de technologie en concentré. Il est portable grâce à son accumulateur lui assurant une autonomie d'une heure. Pratique, totalement universel, vous ne pourrez bientôt plus vous en passer. Question performances, on en est baba d'admiration : son audionumérique de très grande classe, possibilité d'enregistrer directement le signal en numérique en sortie de la prise coaxiale ou optique de votre platine laser. Mais pas trop souvent, car le procédé SCMS (Special Copy Management System) veille au grain. La copie de CD à DAT est possible indéfiniment mais celle de DAT à DAT ne l'est pas en numérique. Il reste alors la solution de l'enregistrement analogique grâce aux convertisseurs analogique/numérique intégrés. Et si votre dada, c'est la prise de son, sortez vos micros des placards pour retransposer chez vous des bribes de nature ou de concert. N'omettons pas la recherche très rapide avant-arrière, les sauts de plages qui ont une vitesse d'exécution à peine pratiquement équivalente à celle d'un lecteur laser. De toutes les manières, c'est l'Aiwa qu'on préfère...



**Page non
disponible**

26

SOMMETS TECHNOLOGIQUES



*L'extrême, thème ô combien actuel,
n'est-il pas le signe d'un rejet de banalisation, de standardisation
vis-à-vis d'une société où consommation rime avec facilité.*

*C'est un aspect bien stimulant
d'une envie irraisonnée de se dépasser,
de tendre vers on ne sait quoi d'inaccessible.*

N'est-ce pas l'un des traits les plus caractéristiques de l'homme...

*Appliqué à l'audio, « l'extrême » trouve sa signification
mais, finalement, pour nous audiophiles, n'est-ce pas le moteur de notre passion ?*

Avec ce panorama, nous avons voulu refléter les grandes tendances.

*Qu'il s'agisse de groupes multinationaux ou de modestes P.M.E.
car, sur ce terrain, il y a égalité des chances !*

*En effet, le pouvoir économique n'a que peu d'emprise
lorsqu'il s'agit d'élaborer des réalisations hors pair.*

L'intelligence, la compétence, le tour-de-main priment.

La créativité et l'intuition ne sont pas directement liées à la capacité financière.

Élément intéressant qui se dégage de ce panorama,

*il n'y a pas de technologie dominante
qui impose sa suprématie dans notre quête d'absolu,
mais plutôt des technologies qui se côtoient,
qui se trouvent transcendées au travers du savoir-faire,
de l'ingéniosité des concepteurs*

qui s'acharnent à en tirer la pleine potentialité.

Cela, qu'il s'agisse d'amplificateurs, de convertisseurs ou de transducteurs.

ARTEC

ART 100

ARP 100



La firme française Artec, avec le préampli ARP-100 et l'ampli ART-100 s'attaque au très haut de gamme avec de nombreuses solutions novatrices et un résultat d'écoute de grande distinction. Le préampli ARP-100 a été réalisé en tenant compte de tous les problèmes de liaison qu'il pourrait y avoir avec l'amplificateur et afin d'obtenir un gain maximal sans détérioration du rapport signal/bruit. Ainsi, l'étage ligne fait appel à des transistors FET en entrée pour obtenir une impédance très élevée suivis d'un étage à transistors bipolaires. Enfin l'étage de sortie est composé d'un transistor V-MOS qui combine une excellente linéarité et une très grande rapidité sur les transitoires. Cet étage est pour ainsi dire assimilable à un semi-circuit de puissance, l'impédance en sortie n'étant que de 25 Ω . Ce schéma combine une contre-réaction locale sur le premier étage puis une autre globale d'environ 15 dB. La plage dynamique est ainsi très large, ce préampli est capable d'atteindre 20 V en sortie. Pour l'étage phono, avec correction RIAA, il utilise le même type de configuration que le circuit ligne mais avec une correction active dans la boucle de contre-réaction.

Les commandes de ce préampli sont de type optique. Ce fonctionnement est basé sur des capteurs photo-

électriques qui détectent la baisse de luminosité soudaine quand on approche le doigt de l'une des touches. Des circuits logiques sont en relation avec ces capteurs pour commuter automatiquement les sources sans aucun bruit.

L'amplificateur ART-100 est tout aussi original dans ses circuits. De construction véritablement double mono avec alimentation à partir de deux transformateurs toroïdaux de 500 VA chacun, il se distingue par un troisième transformateur qui est consacré à l'alimentation des étages d'entrée. Mais l'une des originalités de cet amplificateur réside dans des alimentations stabilisées qui peuvent s'apparenter à des amplificateurs de puissance pour les étages de puissance. Ainsi, c'est l'une des rares fois que l'on rencontre sur un amplificateur des alimentations stabilisées aussi bien pour les étages d'entrée que pour les étages de puissance.

A l'écoute, ces deux électroniques se caractérisent par un sens rare du suivi méthodique, une beauté de timbres sur tous les types d'instruments, un sens du relief sonore sans outrance. Elles font découvrir de très nombreuses subtilités qui sont trop souvent estompées et qui, pourtant, changent tout dans l'interprétation musicale, la beauté des accompagnements, la richesse des contrastes.

Prix indicatifs :

ARP-100 : 32 000 F ART-100 : 39 850 F

ARTEC FRANCE 38, rue Montaudry, 81000 ALBI. Tél. 63.47.20.21

AUDIOLABOR

L'ENSEMBLE FLINK

AMPLIFI/PREAMPLI



Audiolabor a su innover intelligemment en matière de présentation esthétique d'électroniques à transistors en assurant entre chacun des modules qui composent le « Flink » un découplage mécanique bien conçu. En effet, l'ensemble se présente entre des plaques de verre très épaisse découplée par des petits cônes en silicone et maintenues par des « U » en métal qui exercent une pression suffisamment élevée pour assurer toute la rigidité nécessaire à l'assemblage. Ainsi, on peut empiler le préamplificateur et les blocs mono amplificateurs de puissance sans risquer d'interactions magnétiques ni de couplages mécaniques. Parfaitement isolés, les circuits de chacun de ces modules ne sont pas sujets aux vibrations extérieures et peuvent s'exprimer avec toute la liberté sur les fortissimi et toute la précision nécessaires sur les pianissimi. Le préamplificateur Flink est de conception modulaire. Ainsi, le choix est laissé pour la carte d'entrée phono avec correction RIAA, les entrées ligne, etc. On peut donc débiter avec les seules entrées ligne en se passant de l'entrée phono. Le nombre de composants intervenant sur le trajet de la modulation a été extrêmement limité. Tout a été fait dans le sens d'un minimum de longueur pour le trajet de modulation. L'alimentation est logée dans un coffret indépendant pour éloigner cette source de rayonnement.

Les blocs mono de puissance suivent exactement les mêmes critères techniques que pour le préampli, com-

pacité, minimum de rayonnement, composants triés et choisis en fonction d'écoutes comparatives avec, en plus, par rapport à la puissance nominale de 35 W annoncée, des possibilités très élevées en courant. Ainsi ces blocs peuvent-ils attaquer sans problème des haut-parleurs dont l'impédance peut descendre jusqu'à 2 Ω . Naturellement, l'alimentation est surdimensionnée afin que ses caractéristiques soient tenues en toutes circonstances. Le câblage est de grande rigueur avec un montage dit « en surface ». Là aussi la conception modulaire facilitera la maintenance. On remarque qu'il est fait appel à un circuit électronique d'écrêtage en douceur qui agit sur le niveau du signal d'entrée dès qu'une forme d'écrêtage apparaît en sortie.

Tous ceux qui ont eu la chance de pouvoir écouter le système Audiolabor Flink sont unanimes pour louer ses envolées sur les crêtes de modulation, son hyper transparence et son extraordinaire capacité dynamique par rapport à la puissance mesurée, somme toute modeste, de 30 W. L'énergie est répartie de manière linéaire d'un bout à l'autre du spectre et dans le grave nous n'avons pas rencontré cette rondeur artificielle des petites électroniques dont l'alimentation se met à genoux. La fluidité dans l'enchaînement des notes, la modulation permanente des niveaux, le temps d'établissement ultra rapide des notes procurent une restitution jamais ennuyeuse, hyper vivante.

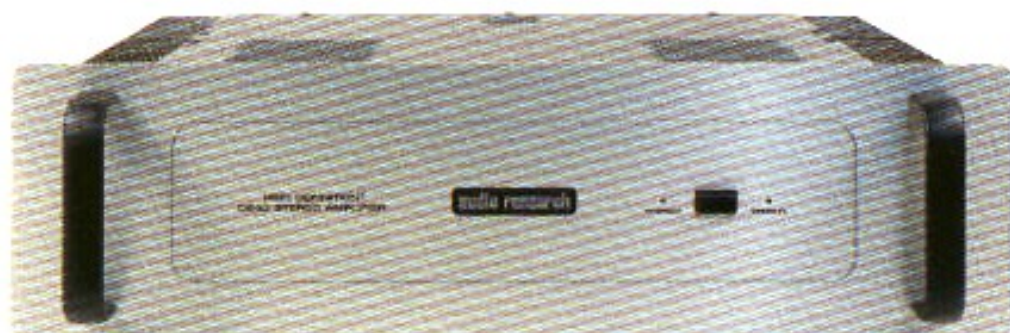
Prix indicatifs :

Préampli : 8 700 F Blocs mono : 10 700 F la paire

LTC INTERNATIONAL Z.I. de Ther, 28., allée Monge, 60000 BEAUVAIS. Tél. 44.05.21.10

AUDIO RESEARCH

D-240



Il peut paraître paradoxal de parler d'un Audio Research totalement à transistors dans ce panorama de l'extrême. Cependant, le D 240 « Solid State » renferme une somme de technologies qui prouve toute l'attention portée par les ingénieurs d'A.R.C. à l'étude de circuits à transistors qui ne souffrent pas de pauvreté dans la reproduction des timbres, de manque d'effet spatial, de limitation de dynamique sur les pointes de niveau. Aussi, pour arriver à ce résultat, ils sont partis tout d'abord d'une énorme alimentation par rapport à la puissance ($2 \times 120 \text{ W} / 8 \Omega$) qui fournit indépendamment des tensions différentes aux étages de puissance et aux étages d'entrée. Diverses régulations faisant intervenir des transistors MOSFET et des amplificateurs opérationnels sont utilisées pour alimenter ces étages d'entrée afin qu'ils fonctionnent dans des conditions idéales. Ainsi on a un minimum de bruit et des conditions de fonctionnement très stables. Il n'y a pas de régulation pour les étages de puissance mais l'énergie stockée est considérable avec 180 joules par l'intermédiaire de capacités de très forte valeur.

À l'entrée on trouve un montage cascade différentiel à partir de huit transistors à effet de champ. Ce type de circuit procure un gain élevé, une très faible distorsion, une bande passante très étendue. On peut aussi attaquer, grâce à ce circuit, les deux entrées simultanément en symétrique sans avoir besoin de circuits de conver-

sion ou de transformateurs de symétrisation. Ce premier étage est en liaison directe avec l'association de plusieurs transistors MOSFET utilisés en prédrivers. En sortie, on trouve un Darlington driver qui attaque 12 transistors bipolaires de puissance montés en push-pull. Chacun de ces transistors est capable de fournir 150 W. Aucune capacité de liaison n'est employée, tous les circuits travaillent en couplage direct.

Un « servo-contrôle » assure en permanence la correction d'offset. Il faut noter que tous les circuits audio ont un très faible taux de contre-réaction global. Ils peuvent parfaitement fonctionner en boucle ouverte sans risque d'instabilité et avec un taux de distorsion très faible. La construction est naturellement hyper soignée et l'on retrouve le châssis très rigide des modèles hybrides et à tubes.

La restitution sonore s'avère d'une netteté qui peut faire référence. Il propose un extrême-grave et un grave remarquablement déliés avec une capacité dynamique très proche de ce que l'on peut trouver avec des amplis à tubes. Sa faculté à suivre le jeu mélodique, à décortiquer les orchestrations complexes n'a d'égale que sa neutralité de timbres et la rigueur de son extrême-grave qui vous prend littéralement physiquement. Tous ceux qui vont au concert apprécieront cette électronique dont la palette très large de subtilités les enchantera.

Prix indicatif : N.C.

EUROPE AUDIO DIFFUSION 89200 MARRAULT. Tél. 86.33.01.09

CABASSE

ALBATROS VI



L'Albatros est un impressionnant système quadriamplifié, asservi dans le grave et le bas médium qui répond aux plus hautes exigences de musicalité à niveau réaliste et cela dans n'importe quel type d'acoustique. Cabasse a mis tout son savoir-faire dans l'étude et la réalisation de cette enceinte quatre voies qui se présente sous la forme d'une colonne de 1,44 m de haut pour une base de 45 x 47 cm et qui pèse près de 100 kg !

A la base du système, on trouve quatre amplificateurs indépendants, un filtre actif répartissant les fréquences respectivement autour de 180, 1 000, 5 500 Hz. L'amplificateur de grave de 200 W est en relation avec un module d'asservissement lié à des capteurs qui mesurent l'accélération et la vitesse de la membrane du haut-parleur grave de 36 cm. Ces informations captées sont ensuite envoyées au module électronique qui asservit rigoureusement les déplacements de la membrane aux signaux d'entrée.

Ce système réduit considérablement les formes de distorsions par harmonique et intermodulation ainsi que le trainage. La réponse transitoire est considérablement améliorée à tel point que l'on a l'impression que ce haut-parleur grave n'a aucune inertie.

Il faut signaler aussi que son gigantesque circuit magnétique de 16 kg n'est pas là pour faire de la figuration, mais concourt lui aussi à obtenir le formidable rendement ainsi que la parfaite tenue de la membrane en forme de dôme inversé en matériau composite à structure nid d'abeilles. Cette technique de nid d'abeilles a permis d'obtenir une membrane très légère (ce qui favorise le rendement), une raideur à la flexion qui assure un bon fonctionnement en piston sans déformations et avec une excellente transmission de l'énergie.

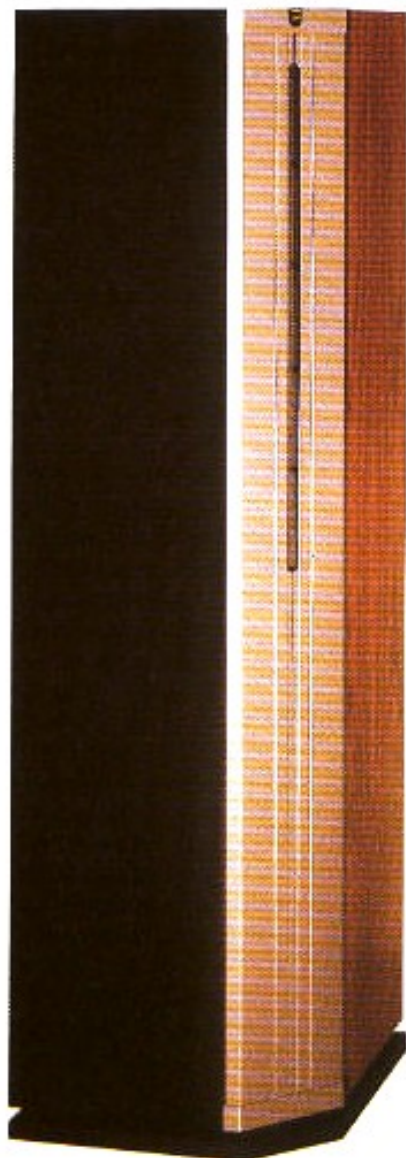
Au-delà de 180 Hz, ce magnifique haut-parleur est relayé par un bas-médium à dôme, inversé lui aussi, de 17 cm de diamètre possédant sa propre charge close, son propre circuit d'asservissement, identique quant au fonctionnement à celui du haut-parleur grave et attaqué par un ampli lui aussi de 200 W. Ainsi, toute la zone de fréquence entre 180 et 1 000 Hz où statistiquement se trouve le maximum d'informations musicales est reproduite avec précision et le maximum de définition et de clarté. Au-delà de 1 000 Hz, le célèbre médium Dom 13 de 5,5 cm de diamètre est attaqué par l'amplificateur de 100 W. Sa membrane en matériau synthétique formé à chaud a une surface de rayonnement idéale pour obtenir la directivité la plus large possible. Ultra-défini, il détaille sans colorations une partie des harmoniques supérieurs. L'aigu et l'extrême-aigu sont confiés au Dom 4, tweeter de 2,5 cm à membrane hémisphérique de même structure que le médium. Son très puissant circuit magnétique de 1,5 kg et l'amplificateur de 100 W qui l'attaque procure une énergie acoustique extraordinaire. En écoutant les Albatros VI, on ne peut être que stupéfaits par la capacité dynamique extraordinaire du système. Sur des percussions de jazz par exemple, on peut enfin entendre le pied de batterie avec toute son énergie, tout son impact, toute sa puissance acoustique, sans avoir l'impression que le message distord atrocement. Quant aux percussions, elles ressortent avec netteté, sans aucun trainage et une focalisation dans l'espace stéréo qui laisse pantois. Les bienfaits de la multi-amplification se retrouvent naturellement par l'absence de distorsions d'intermodulation sur les grandes formations symphoniques. Un très grand système qui prouve qu'en France aussi, on est capable de l'extrême, sans concession aux modes passagères.

Prix indicatif : 90 550 F pièce

CABASSE Kergonan, 29287 BREST Cedex. Tél. 98.41.56.56

CELESTION

7000



Le système hybride Celestion 7000 électrodynamique et à ruban renferme un très grand nombre de solutions originales pour obtenir le meilleur des deux technologies sans leurs défauts et avec une liaison entre eux imperceptible.

La forme particulière du modèle 7000 a été dictée afin d'obtenir une parfaite homogénéité de dispersion entre le ruban placé au sommet d'un angle de 45° avec de part et d'autre les deux haut-parleurs de grave-médium de 21 cm avec membrane en matériau synthétique polyoléfine. Ces haut-parleurs sont chargés par un système particulier dit « Transfer Bass Loading » où chaque haut-parleur a en fait sa propre enceinte pour prévenir de toute interaction indésirable entre eux deux.

Le premier haut-parleur de basse couvre les fréquences entre 38 Hz et 300 Hz, le second travaille sur une plus large de gamme de fréquences entre 38 et 900 Hz. La puissance est augmentée de manière considérable ainsi que la capacité dynamique.

Tout a été prévu pour éviter ou tout du moins limiter tout rayonnement parasite du coffret. De nombreux renforts internes ont été placés aux endroits révélés par des études holographiques signalant les déformations de structure. Contrairement aux rubans qui fonctionnent en bipôle, rayonnant donc vers l'avant et à l'arrière et entraînant des difficultés de positionnement dans la pièce, celui de Celestion rayonne exclusivement par l'avant. Il est en effet monté dans un coffret indépendant par rapport à l'enceinte principale. Ce coffret est hermétiquement clos aux parois non parallèles. Il agit comme une ligne d'absorption acoustique pour éviter que l'énergie reparte vers le ruban. L'onde arrière est absorbée progressivement avec un minimum de réflexions internes.

Ce transducteur à ruban est capable de monter jusqu'à 23 kHz sans affaiblissement avec un rendement correct de l'ordre de 86 dB/1 W/1 m. Celestion a breveté une nouvelle suspension pour le ruban qui réduit dans de grandes proportions le stress mécanique et les risques de rupture. Cette suspension absorbe aussi les petites variations de longueur de ruban sous l'effet de la dilatation provoquée par la montée en température. Ce ruban est parfaitement maintenu dans le champ magnétique par quatre petits fils transversaux isolés qui servent aussi à placer le diaphragme dans la bonne position au sein du champ magnétique.

L'un des points les plus litigieux des transducteurs à ruban réside dans leur interface avec l'amplificateur. Cette difficulté provient de la très faible résistance du diaphragme. Aussi, Celestion, pour éviter ce problème, a couplé son ruban d'impédance 0,14 Ω à un transformateur d'adaptation qui a été modélisé sur ordinateur afin d'obtenir une impédance très stable de 4 Ω, un minimum réactif et pouvant donc être attaqué par n'importe quel bon amplificateur du commerce.

Le filtre a été pensé dans ce sens pour éviter toute perte d'insertion et avec des masses séparées pour utiliser le système en bicâblage ou biamplication.

Le 7000 se caractérise par un très grand sentiment de naturel dans le médium-aigu, un grave qui descend très bas et une très grande ouverture dans le plan horizontal. La restitution est toujours d'une grande beauté avec une distinction toute naturelle.

Prix indicatif : 10 740 F pièce

CELESTION FRANCE 37, boulevard Bourdon, 75004 PARIS. Tél. 42.77.76.80

EINSTEIN

EINSTEIN



Ce tout nouvel intégré d'origine allemande a été réalisé à partir d'une équipe composée de personnes de grande compétence en électronique et électroacoustique. Ainsi, sous une apparente simplicité avec seulement ces deux gros boutons en façade de réglage de volume et de sélection des entrées, l'intégré Einstein dissimule des circuits extrêmement bien pensés pour raccourcir au maximum le trajet de modulation entre les entrées et les étages de puissance. Ainsi le sélecteur des sources excite toute une série de relais qui commutent à proximité immédiate des prises cinch l'entrée correspondante. De même, le réglage de volume ne s'effectue pas par un potentiomètre mais par un rotacteur à plots qui commande de nombreux relais qui, suivant la technique de multiplexage, commutent tout un réseau de résistances calibrées correspondant chacune à un niveau précis. De ce fait, ce réseau d'atténuation est placé directement sur le trajet de la modulation qui attaque en liaison directe les premiers étages d'amplification. On ne peut faire plus court, moins de 20 cm entre l'entrée et la sortie. Parmi les entrées que l'Einstein peut traiter, celle phono est très sophistiquée, puisqu'elle couvre aussi bien les cellules à bobines mobiles qu'à aimant mobile à partir de circuits à composants discrets (des transistors par canal montés en parallèle) avec réseau de correction RIAA de type passif. L'entrée CD est directe, avec un circuit spécifique à haute admissibilité

et impédance de charge optimisée.

La section préampli possède sa propre alimentation régulée avec filtrage indépendant. Les étages de puissance avec triple push-pull en parallèle à transistors à haute vitesse de commutation sont capables de fournir un courant important. L'alimentation participe, grâce à sa configuration de filtrage très particulier, à la rapidité de la réponse transistoraire et à la vitesse de montée (slew rate). Ainsi, après le transformateur toroïdal capable de fournir de très forts courants et le redressement, il est fait appel à pas moins de 48 capacités (!) de 1 000 μ F chacune par canal avec six autres capacités pour la section préampli. Cela est peu courant, mais contribue à la transparence du message sonore reproduit. Le résultat est là, splendide à l'écoute, à la fois très lumineux, neutre, avec beaucoup de délié et de naturel. La transcription se caractérise par une extraordinaire harmonie qui met en valeur la beauté des sons, le respect des ambiances, le filé vers l'aigu et surtout une image stéréophonique très précise avec des sources fictives très stables, bien positionnées.

Nous sommes tombés en admiration devant la rapidité des transitoires, les envolées sur les fortissimi, sans effet d'intermodulation, sans sonorités fêlées. Délicatesse, rapidité d'exécution, subtilités sur le jeu des interprétations, cet intégré Einstein montre la voie d'une nouvelle transcription extrêmement limpide.

Prix : 13 950 F

S.I.E.A. 1, boulevard Ney, 75018 PARIS. Tél. 40.38.10.29

JBL

250 Ti



La firme californienne J.B.L. vient d'améliorer sensiblement les performances de son système haut de gamme 250 TI qui prend l'appellation « Limited Edition » et qui constitue, à notre avis, l'un des meilleurs systèmes quatre voies que l'on puisse acquérir actuellement. Cette enceinte laquée noire d'une finition exceptionnelle (18 couches de laque) possède une géométrie particulière afin que les parois ne soient pas parallèles afin de minimiser les effets de bord, pour obtenir des lobes de directivité très réguliers. Malgré ses dimensions imposantes 1,32 m de hauteur pour une base de 57,2 x 32,6 cm, le coffret ne vibre absolument pas grâce à des renforts internes par tasseaux de 5 cm de côté et des parois en médite de 2,5 cm d'épaisseur.

Les faces opposées sont maintenues sous tension mécanique afin que l'ensemble de l'enceinte ne rayonne pas de manière secondaire.

En effet, le haut-parleur de grave de 36 cm de diamètre dans la pure tradition des transducteurs professionnels de la firme procure une pression acoustique interne impressionnante.

La bobine mobile de 10 cm de diamètre bobinée sur champ avec du fil de section carrée (remplissage optimal), le gigantesque circuit magnétique de 22 cm de diamètre et les pièces polaires au profil particulier, pour concentrer de manière symétrique les lignes de force, contribuent à une réponse impulsionnelle proche de la perfection, sans traînage. La charge de type bass-reflex avec évent débouchant à l'arrière de l'enceinte procure un accord autour de 40 Hz avec un rendement élevé de l'ordre de 92 dB/1 W/1 m. Les taux de distorsion dans le grave sont les plus bas que nous ayons jamais mesurés, cinq fois inférieurs à ceux des meilleurs résultats que nous ayons obtenus sur d'autres systèmes à haut-parleurs électrodynamiques.

Le bas-médium entre 400 Hz et 1,5 kHz est reproduit par un 21 cm possédant sa propre charge. Son circuit magnétique de 3 kg lui assure un champ très intense, favorable à une très grande précision dans l'analyse des informations musicales. Le haut-médium entre 1,5 et 5 kHz est transcrit par un 13 cm à membrane polypropylène chargée en carbone, très neutre et ultra-rapide. Au-delà de 5 kHz, un tweeter à dôme titane prend le relais. Le dôme en titane de 25 µm seulement d'épaisseur ainsi que les nervures de rigidification, sont formés par un procédé unique de compression par gaz nitrogène. Ainsi, par rapport à un dôme en aluminium à rigidité égale, la masse de celui en titane est trois fois moindre. Le résultat : une bande passante jusqu'à 40 kHz sans affaiblissement et une énergie extraordinaire même hors de l'axe.

Le filtre, très complexe, avec sept selfs insaturables bobinées sur air,

dix capacités et trente résistances, assure non seulement la transition entre les haut-parleurs, mais aussi un temps de propagation de groupe constant et une mise en phase correcte. L'écoute de la 250 TI Limited Edition ne peut laisser personne indifférent. Elle explore avec une précision hallucinante tout le registre grave et sous-grave, avec une liberté d'expression encore inconnue à ce jour. La capacité de tenue en puissance est phénoménale, sans distorsion et avec une linéarité enviable. Les 250 TI Limited Edition savent traduire aussi bien l'émotion et l'ambiance qui se dégagent de l'interprétation d'une petite formation classique que l'explosion débridée d'un orchestre rock enregistrée en live.

Prix indicatif : 24 200 F pièce

HARMAN FRANCE Péripole 243, 33, avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny
94127 FONTENAY-SOUS-BOIS Cedex. Tél. (1) 48.76.11.44

JM LAB

UTOPIA



L'enceinte J.M. Lab Focal Utopia a été développée dans un esprit résolument très haut de gamme. Concepteur de ses propres haut-parleurs, Focal a pu mener l'étude de cette enceinte sans compromis en basant ses recherches sur la mise au point de transducteurs renfermant de nombreuses nouveautés technologiques. Ainsi, le haut-parleur de grave qui équipe cette enceinte adopte le système exclusif M.V.F. (Mechanical Vibration Free) afin d'éliminer à la source les vibrations parasites du boomer responsable d'émissions sonores secondaires via le coffret. Ensuite, l'application des structures de membranes en polykevlar pour les cônes de boomer et médium et carbone diamant pour le tweeter apporte elle aussi sa contribution à une vérité de restitution hors pair. L'application du système « D'Appolitto » sur les registres médium-aigu afin de créer une source émissive ponctuelle assure une réponse polaire parfaitement maîtrisée toujours favorable à la restitution de l'image stéréophonique précise sans les altérations dues aux premières réflexions sur le coffret ou les parois proches du local d'écoute. Naturellement le filtrage a été conçu en accord avec les impératifs de réponse polaire pour offrir un diagramme de rayonnement parfaitement homogène même au niveau des recouvrements entre les voies, ainsi on a l'illusion d'avoir affaire à un seul et unique transducteur sans ressentir le passage d'un haut-parleur à l'autre.

Le haut-parleur de grave équipant cet ensemble colonne de 1,20 m de hauteur et d'un poids de 60 kg est très particulier quant à sa constitution de par le système exclusif incorporé M.V.F. Rappelons que le rôle d'un haut-parleur est de mettre en mouvement les couches d'air par déplacement de la membrane. Le déplacement de la dite membrane doit être le reflet mécanique de la modulation musicale appliquée à la bobine mobile. Pour que la transduction soit la plus fidèle possible, il est impératif que le châssis du haut-parleur, son saladier, reste parfaitement immobile car il constitue une « terre » mécanique, le bâti. Il est à noter que la théorie des analogies électriques permettant de modéliser un système mécanique par un circuit électrique équivalent, beaucoup plus aisé à calculer, est à la base même des haut-parleurs dans sa théorie. Tous les systèmes de calcul modernes sur ordinateur, tels que la C.A.O., s'appuient sur ces principes. Or, l'application de la méthode des analogies, telle l'analogie de Maxwell, où l'on fait correspondre une force à une tension, nécessite un véritable sens physique (!) qui est le plus souvent négligé. Or, l'analogie électrique du bâti fixe mécanique n'a pas de signification. Cela peut entraîner des erreurs d'interprétation. Aussi, si l'importance de l'ébénisterie et de sa rigidité est bien connue, il est également reconnu que le rapport de masse entre haut-parleurs d'une part et enceinte d'autre part a une grande importance sur la qualité de restitution du grave, principalement où les énergies mises en

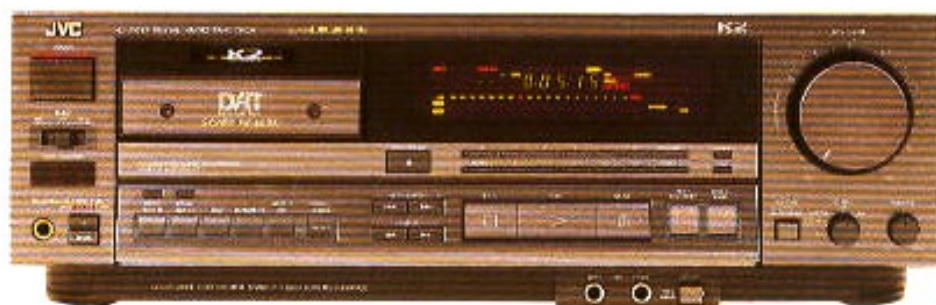
œuvre sont les plus importantes. Pour cette raison, beaucoup de constructions ont augmenté la masse du coffret mais cela n'est pas la solution radicale pour régler le problème définitivement. Aussi le haut-parleur de grave est équipé d'un second circuit magnétique couplé au moteur du haut-parleur qui excite une bobine associée à une masse se déplaçant en sens inverse de la membrane. Cet ensemble est l'équivalent de l'équipage mobile principal. Il y a un équilibre dynamique pratiquement parfait et les contraintes appliquées au saladier et au coffret se trouvent ainsi supprimées. Avec principe M.V.F., la masse du coffret n'est plus un élément décisif, les caractéristiques mécaniques du saladier n'ont plus une incidence majeure.

Prix indicatif : 20 000 F pièce.

FOCAL 15, rue J.-C. Verpillieux, BP 201, 42013 SAINT-ETIENNE Cedex 2. Tél. 77.43.16.16

JVC

SERIE 1010



Avec cet amplificateur intégré et ce lecteur audio-numérique de la série Super Digifine, JVC fait une entrée remarquable, et remarquée, dans le monde des appareils haut de gamme abordables.

Ces deux unités à la finition irréprochable associent une souplesse d'emploi peu commune et des prestations musicales au-dessus de tout éloge.

Les ingénieurs de JVC ont méthodiquement éliminé toutes sources d'interférences tant mécaniques qu'électriques. Ils ont notamment mis au point un circuit « maison » sophistiqué baptisé « Interface K2 » placé en amont du convertisseur N/A ; ce circuit analyse les codes binaires qui lui sont soumis pour les débarrasser de tout signal d'errance (« jitter ») et contribue ainsi à une restitution plus pure et plus piquée du message sonore.

La section mécanique dispose d'une tête de lecture trois faisceaux de haute précision, spécialement étudiée par JVC, en association avec un système stabilisateur de disque qui prend celui-ci sur pratiquement toute sa sur-

face. Ce dispositif unique égale aussi les différences de moment d'inertie entre des disques de 12 et 8 cm. Cette mécanique est montée sur une contre-platine flottante, indépendamment du châssis. D'utilisation aisée, avec sa télécommande à contrôle de volume et clavier numérique pour accéder directement aux pistes ou les programmer, le XL-21010 TN répond parfaitement aux plus hautes exigences.

Leur savoir-faire trouve son éclatante confirmation dans l'écoute de ces deux appareils qui se révèlent hautement musicaux. L'amplificateur offre une restitution vivante et dynamique allant de pair avec une distribution des plans sonores qui gardent une stabilité inconditionnelle même à des niveaux d'écoute élevés. Le lecteur audionumérique possède un rare pouvoir d'analyse des micro-détails qui lui permet de concurrencer les appareils de haut de gamme sur leur propre terrain.

Ces deux unités renouent avec une tradition de haute fidélité qui séduira les mélomanes les plus difficiles.

Prix indicatifs :

Amplificateur : 7 990 F Lecteur : 3 790 F

JVC AUDIO FRANCE Z.I. de Gonesse, 2, rue Ampère, Z.I. de Gonesse, 95500 GONESSE.
Tél. 39.87.36.00

KENWOOD

DA 7000

DD 7200



Si le Compact Disc est devenu, en l'espace de quelques années, le support enregistré le plus utilisé en haute-fidélité, si son prix public est devenu très abordable, la machine à graver les disques CD reste, quant à elle, d'un prix totalement inaccessible. Ne parlons pas non plus de la fabrication en série des disques CD qui nécessite un énorme investissement et dont la rentabilité n'a rien d'évident. C'est pourquoi la solution proposée par Kenwood tient du miracle. Grâce à un disque CD spécial, enregistrable une seule fois et totalement compatible avec la norme Compact Disc (il semble important de le souligner car les rares procédés concurrents ne sont pas toujours totalement compatibles), l'ensemble enregistreur-codeur de CD Kenwood DA-7000/DD-7200 (l'encombrement est de l'ordre de deux gros amplis intégrés) permet de réaliser un disque CD dont la qualité, la fiabilité, la durée de vie seront en tous points identiques à celles du Compact Disc courant. La durée maximum d'enregistrement est identique à celle permise par le Compact Disc soit 74 minutes.

L'ensemble, dont le prix ne vaut que 150 000 F environ (des prototypes concurrents, non compatibles CD ont été proposés à plus de 1 million de francs) est com-

posé de l'indispensable convertisseur analogique-numérique suivi d'un formateur à la norme Compact Disc. De nouveaux circuits intégrés, conçus spécialement pour cette application ont permis de réduire considérablement l'encombrement et le coût de revient du processeur codeur de CD DA-7000. Les principaux marchés ciblés sont l'équipement des petits studios pour la réalisation rapide de maquettes, de tirages en série limitée, pour les stations de radiodiffusion (génériques, etc.). Ce support fiable et inusable devrait trouver une place de choix dans le marché du CD-ROM. L'interface GP-IB intégré au DA-7000 permet d'y relier jusqu'à 10 enregistreurs DD-7200. En option, Kenwood a prévu un formateur de CD-ROM/I U-71), un convertisseur N/A U-720, une carte graphique pour CD. Précisons que l'ensemble se gère à partir d'un ordinateur PC courant sans aucune difficulté. La compatibilité à 100 % avec les normes Compact Disc (Livre orange, partie II), sa fiabilité (identique au CD), la simplicité d'emploi comparée à celle de la gravure d'un « master » en CD mettent désormais à la portée des professionnels, des semi-professionnels et des audiophiles un objet de rêve unique au monde.

Prix indicatif : 150 000 F

KENWOOD 13, boulevard Ney, 75018 PARIS. Tél. : 40.35.70.20

LECTRON

JH 80



Avec les blocs mono JH 80, Lectron a repris la philosophie qui a présidé à l'élaboration du JH 50 mais avec des évolutions importantes dans le but d'une musicalité exceptionnelle sur n'importe quel type d'enceinte. D'une puissance de 80 watts, ces unités mono ont une capacité dynamique extraordinaire ainsi qu'une parfaite stabilité de fonctionnement. Ainsi, la majorité des enceintes acoustiques, même celles ayant des modules d'impédance complexes, capacitives, inductives ou très basses, peuvent être drivées sans modification de l'équilibre tonal ou de compression de dynamique. Pour ce faire, en sortie un transformateur a été spécialement étudié sur cahier des charges par la firme anglaise Partridge. Ce transformateur est équipé d'enroulements secondaires multiples, lesquels sont en association avec des circuits de contre-réaction indépendants pour procurer des performances optimales aussi bien sur des charges de 8 Ω que sur des impédances de 1, 4 et 16 Ω . L'étage d'entrée fait appel à un montage transistorisé de configuration cascode à gain élevé et très large bande passante avec un très faible taux de distorsion en boucle ouverte. Suite à de nombreuses écoutes comparatives, ces circuits à transistors ont été retenus à la place d'étages d'entrée à tubes. Les performances objectives et subjectives du montage à transistors étaient nettement

supérieures à celles des tubes. L'étage de sortie fait appel à un double push-pull d'EL 34, tube bien connu pour son extrême musicalité et sa très grande richesse harmonique. Les alimentations sont régulées pour les étages d'entrée et les écrans des tubes de puissance. L'alimentation haute tension, très importante, est filtrée par des capacités polypropylène non polarisées.

Dans les moindres détails, le JH 80 est admirablement fini avec châssis non magnétique pour s'affranchir de toute distorsion d'origine magnétique, prises d'entrée et de sortie d'origine WBT, transformateur d'alimentation de très haute qualité qui ne procure aucune vibration mécanique ou ronflement.

A l'écoute, ces deux blocs mono sont réellement fantastiques par l'impression de plénitude sonore qu'ils dégagent, par la fermeté du grave, la beauté lumineuse du médium et l'extrême raffinement de l'aigu. Aucune enceinte ne leur fait peur, même sur des électrostatiques ou des haut-parleurs à ruban, les JH 80 ne modifient pas leurs caractéristiques de musicalité par un haut-médium un peu dur et agressif ou un grave manquant de tenue. Tout reste en place avec une stabilité étonnante, une ouverture, une profondeur qui colle exactement à la prise de son. De quoi satisfaire les plus exigeants en matière de musicalité absolue.

Prix indicatif : 80 000 F la paire.

LECTRON 1, boulevard Ney, 75018 PARIS. Tél. (1) 42.38.84.53

LUXMAN

D 1070U



Le lecteur CD hybride D 1070U de Luxman marque la volonté de ce constructeur de tirer le meilleur parti des deux types de technologies transistors et tubes pour une approche encore plus serrée de la restitution musicale. On a souvent reproché au lecteur CD d'avoir des sonorités dures et agressives dans le haut-médium-aigu et de manquer de profondeur dans les plans sonores. Avec sa série hybride, Luxman prouve magistralement que l'on peut atteindre des sommets de satisfaction sonore sans pour autant dépenser des fortunes. C'est l'extrême encore accessible, qui bénéficie de ce fait d'un rapport plaisir d'écoute/prix tout à fait exceptionnel.

Ce lecteur CD se distingue tout d'abord par une construction hyper soignée afin de lutter contre toutes les formes de vibrations qui pourraient entraver la lecture correcte des micro-cuvelles inscrites sur les disques CD. Ainsi, l'ensemble de la mécanique avec la diode laser et son système de focalisation est monté sur une contre-platine suspendue extrêmement efficace. Chaque canal possède son propre convertisseur numérique-analogique de type 18 bits. Un filtrage numérique à 8 fois la fréquence de suréchantillonnage a été spécialement étudié pour éliminer tous les problèmes de bruit de quantification. On sait que le réseau des masses joue un rôle capital dans la qualité d'écoute. Aussi on trouve le fameux circuit en étoile Star qui fournit à chaque composant sa propre ligne de masse et d'alimentation.

Les étages de sortie font appel à deux tubes triodes plus un transformateur de sortie servant de conversion basse impédance et de filtrage passe-bas moins sensible à l'oreille qu'un circuit actif en lieu et place des circuits intégrés ou montages à composants discrets. Naturellement, cette section analogique bénéficie de sa propre alimentation avec d'ailleurs un circuit de préchauffage afin que le lecteur soit instantanément utilisable dans les meilleures conditions d'écoute.

L'esthétique, très réussie, avec un large afficheur de toutes les données et de toutes les fonctions en cours donne envie d'exploiter toutes les possibilités de ce très beau lecteur. Celles-ci ne manquent pas, puisqu'on peut programmer jusqu'à 32 plages dans l'ordre que l'on désire, écouter les 5 secondes d'introduction de chaque plages musicales, effectuer une lecture aléatoire selon un ordre que choisit le lecteur. Ce lecteur CD extrêmement complet est très pratique d'utilisation. Il concentre pour ainsi dire toutes les qualités d'un lecteur CD de haute précision avec la douceur et la richesse harmonique des meilleures électroniques à tubes.

N'oublions pas que la gamme Luxman hybride se compose aussi d'amplis-préamplis intégrés avec les tubes comme drivers d'étages de puissance MOSFET. Luxman est aussi à la pointe de la recherche en matière de convertisseurs avec l'extraordinaire lecteur DP-07/DA-07 travaillant suivant le système « Fluency ».

Prix indicatif : 9 750 F

ALPINE ELECTRONICS FRANCE 98, rue de la Belle Etoile, Z.I. Paris Nord II, BP 50016
95945 ROISSY CHARLES-DE-GAULLE Cedex - Tél. 48.63.89.89

MARTIN LOGAN

STATEMENT



Dans ce panorama de l'extrême, les Statement de Martin Logan ne pouvaient pas ne pas figurer. Étudié et réalisé sans aucune considération économique, simplement pour obtenir le maximum de performances musicales à niveau réaliste, ce système hybride se compose par canal d'une colonne subwoofer de 2,10 m de haut pour une base de 38 cm x 60 cm et d'un panneau électrostatique de 2,10 m de haut pour 97,5 cm et 60 cm de profondeur. La colonne subwoofer est équipée de quatre haut-parleurs électrodynamiques 24 T.M. de 31 cm, capables de descendre jusqu'à 16 Hz à -2 dB. Le système se complète par un double filtre électronique avec coupure à 120 Hz et pente de 12 dB par octave. Ce filtre est complété par des réglages de niveau respectivement de -1,5 dB et -2,5 dB entre 2 et 10 kHz. Chaque haut-parleur de grave équipant les colonnes subwoofer dispose d'une membrane ultra-légère pour un maximum d'accélération, combiné avec un circuit magnétique surpuissant pour une réponse transitoire ultra-rapide et non en retard par rapport à celle de l'immense panneau électrostatique. Grâce à ce puissant circuit magné-

que, les taux de distorsion sont très faibles, d'autant plus que chaque transducteur ne reçoit qu'une fraction de la puissance totale. Celle-ci pour le système en entier peut atteindre 800 W ! Le panneau électrostatique de forme légèrement curviligne pour une dispersion horizontale optimale sur 30° possède une membrane en mylar dont la masse totale est inférieure à celle de 2,5 cm³ d'air. Les électrodes perforées ont fait l'objet d'une étude très poussée (voir nos Muses d'Or dans le n° 10) afin d'obtenir une répartition des charges et d'un contrôle de la membrane en tout point de sa surface. Ainsi la réponse en phase est ultra précise avec moins de 45° de variation entre 500 et 24 000 Hz. Les gigantesques transformateurs de tension de polarisation sont bobinés avec du fil en cuivre pur sans oxygène. Les moindres détails ont été vus avec la plus grande attention pour éviter toutes pertes d'informations. L'écoute d'un tel système avec un groupe d'électroniques à la hauteur est une expérience inoubliable. La transparence de la restitution, la grandeur de l'image stéréo, l'incroyable étendue de la bande passante reproduite vous transposent sur les lieux de l'enregistrement. Système « extrême » qui demande naturellement que tous les autres maillons soient à la hauteur y compris la pièce d'écoute, il recule les frontières du possible dans la transcription sonore sans compromis. L'illusion de la réalité n'a jamais été aussi « grande ». On baigne au cœur de la musique. Des systèmes de ce type bien qu'inabornables pour la plupart d'entre nous sont à prendre avec la plus haute considération car ils peuvent servir de point de référence, ne serait-ce que pour juger ou élaborer des systèmes moins ambitieux.

Prix indicatif : 390 000 F la paire

AUDIO QUARTET SA, 2, rue de Penthièvre, 75008 PARIS. Tél. 47.42.04.05

Mc INTOSH

MC 2600



C'est l'amplificateur à transistors de l'extrême : 63 kg, 2×650 W mesurés, plus de 1 300 W en mono et une délicatesse sonore à vous retourner les sens auditifs. En effet, au-delà des performances brutes, il faut au moins avoir écouté une fois dans sa vie un MC 2600 pour se rendre compte de tout le pouvoir émotionnel de la musique, de tout son contenu artistique grâce à une liberté d'expression sur les pointes de modulation et une aisance à déchiffrer les orchestrations les plus complexes qui dépassent l'entendement. Le 2600 sait procurer une dimension géométrique exacte aux instruments tout en sachant conserver un parfait rapport de niveau entre les sons directs et ceux qui sont réfléchis par l'acoustique du lieu d'enregistrement. Il n'y a pas de dissociation entre ces données et ainsi, comme dans la réalité, on baigne dans l'ambiance sonore sans effort d'imagination. Contrairement aux amplis surpuissants à transistors, l'aigu ne paraît détaché du reste du spectre mais apparaît cohérent et en parfaite continuation avec le haut-médium. Que ce soit sur des enceintes à haut rendement ou à bas rendement, la qualité des timbres, la présentation spatiale ne se modifient pas.

Pour arriver à un tel résultat, Mac Intosh n'a pas lésiné sur les moyens : l'alimentation est gigantesque à partir d'un transformateur qui doit bien peser à lui tout seul plus de 30 kg et un filtrage dont l'énergie stockée atteint les 390 joules. Les circuits de régulation sont prévus pour les étages d'entrée afin qu'ils fonctionnent avec un minimum de bruit de fond. Ces étages d'entrée peuvent être attaqués soit en asymétrique pour fiche

cinch soit en symétrique à partir de fiches XLR professionnelles. La sensibilité d'entrée peut être ajustée par l'intermédiaire d'un petit inverseur entre 2,5 et 1,4 V. Le réglage de gain est aussi possible en façade sous les deux grands indicateurs de niveau.

On trouve ensuite deux étages d'amplification en tension suivis par trois circuits d'amplification en courant. Tous fonctionnent en symétrique et sont purement complémentaires, de ce fait, de nombreux harmoniques indésirables sont supprimés par cette configuration. Aussi, les étages d'amplification ont beaucoup moins de distorsions par harmonique global en boucle ouverte et le taux de contre-réaction à appliquer est beaucoup moins élevé.

En sortie, on trouve une configuration de 18 transistors complémentaires capables de dissiper chacun 250 W. Bien entendu, on retrouve les circuits Power Guard et Sentry Monitor qui contrôlent en permanence la forme du signal de sortie par rapport à celui d'entrée et limitent le niveau au cas où la distorsion serait trop élevée. Naturellement, le 2600 est capable de fournir un niveau de courant très important, près de 102 A en pointe ! Rien d'étonnant puisque chaque transistor de puissance est capable de fournir 250 W et qu'au total ils sont 18 par canal ! On retrouve ensuite en sortie ce qui fait toute la différence entre un amplificateur à transistors conventionnel et un Mac Intosh : les fameux auto-transformateurs adaptateurs d'impédance qui permettent de conserver la puissance maximale aussi bien sur des impédances de 2, 4 Ω que 8 Ω .

Prix indicatif : 69 500 F

ATL 171-173, avenue André Maginot, 94400 VITRY-SUR-SEINE. Tél. 45.73.00.57

MARANTZ

MA 24



Les ingénieurs de la société Marantz, conduits par M. Ken Ishiwata, cascudent de réussites en réussites en proposant aux mélomanes des électroniques aux prestations musicales du plus haut niveau pour un prix abordable.

Avec l'ensemble préamplificateur SC-22, égaliseur phono PH-22, amplificateurs de puissance monophoniques MA-24, Marantz place encore plus haut la barre de la musicalité, avec une universalité d'emploi que pourraient lui envier bien des concurrents.

D'une esthétique digne des bijouteries du Faubourg Saint-Honoré, ces unités révèlent une fabrication hors pair au service d'une intelligence des circuits voués à la musicalité.

Aucun détail n'a été sacrifié pour atteindre cet objectif : les châssis sont en métal cuivré pour annihiler la distorsion d'origine électromagnétique, les composants sont de qualité exceptionnelle.

Le préamplificateur SC-22 est de type « ligne directe » avec des circuits actifs utilisant des transistors discrets à faible bruit en place des habituels circuits intégrés.

L'égaliseur phono permet de connecter au choix un phonolecteur à aimant mobile ou à bobines mobiles.

En façade, un commutateur à quatre positions permet d'ajuster la sensibilité et les charges pour ces deux types de cellules ; mais Marantz se démarque ici de la

concurrence en offrant la possibilité de modifier les courbes d'égalisation phono : les anciennes gravures, antérieures à la normalisation RIAA, vont retrouver une nouvelle jeunesse. Il convient de saluer cette initiative en des temps où la galette noire est délaissée par des nombreux constructeurs.

Les blocs monophoniques de puissance MA-24 sont donnés pour 30 W sous 8 Ω en pure classe A. Les étages de puissance sont confiés à des transistors MOS-FET réputés pour leur linéarité et leur taux de distorsion extrêmement bas.

Les unités de puissance sont capables de délivrer un courant élevé sur faible impédance et peuvent, en conservant leur musicalité, alimenter des enceintes qui présentent une charge délicate.

L'écoute est somptueuse et rappelle, par son côté chaleureux, certaines électroniques à tubes très prisées des audiophiles.

Le Marantz MA-24 conserve son pouvoir expressif sur toute l'étendue du spectre et ne semble pas être limité en puissance.

L'étage phono est en tout point remarquable de finesse, de pureté ; il transcende l'écoute des microsillons... mêmes anciens...

Cet ensemble de grande classe est assurément l'événement de cette nouvelle année.

Prix indicatifs : PH-22 : 7 990 F
SC-22 : 6 900 F MA-24 : 9 990 F pièce

MARANTZ FRANCE SA, 4, rue Bernard Palissy, 92600 ASNIERES. Tél. (1) 47.90.65.92

NAIM

NAC 52



Le préamplificateur NAC 52 a été conçu et réalisé sans aucune considération économique avec pour seul but fabriquer la meilleure source possible en tenant compte non seulement de toute l'expérience acquise sur les modèles 42, 45 et 72 mais aussi avec pour témoins toutes les informations supplémentaires que révélaient leur système « extrême », le haut-parleur SBL. Les ingénieurs voulaient ainsi que les sources soient le mieux traitées possible et pour cela les recherches se sont étalées sur cinq années avec élaboration de plusieurs prototypes. Rien que pour l'implantation des composants, huit mois ont été nécessaires. Cela ne fut pas en vain, le 52 peut être considéré comme une référence en matière de préampli à transistors. Il peut traiter six sources indépendamment aussi bien à l'écoute qu'à l'enregistrement. Trois de ses entrées, grâce à la technologie des cartes enfichables, peuvent parfaitement s'adapter aux caractéristiques des sources. Ainsi pour l'entrée phono, MM et MC, la sensibilité et l'impédance peuvent être choisies. Ces circuits couvrent aussi bien les sensibilités de 2 mV/47 k Ω pour les cellules à aimant mobile avec la carte 522 M que les cellules à bobine mobile à faible niveau de sortie avec la carte 523 S et même certaines cellules spécifiques avec la carte 523 K pour les cellules Linn Karma ou Troika. Les entrées ligne pour les trois premières ont une sensibilité de 75 mV/100 k Ω et pour les entrées 5 et 6, selon le module on peut passer jusqu'à 25-350 mV/600 Ω .

Une télécommande intégrale permet de piloter à distance toutes les fonctions. Cette souplesse d'utilisation peu commune pour un préampli sans compromis facilite grandement la vie en sa compagnie.

Ce préampli se présente en deux blocs distincts, l'un renfermant l'alimentation et l'autre les circuits de traitement des signaux. Le circuit d'alimentation comprend un transformateur toroïdal de 530 VA avec un filtrage conséquent puis douze alimentations régulées ! Chaque section de traitement du signal audio possède sa propre alimentation régulée pour éviter toutes interférences. Une autre alimentation indépendante à partir d'un petit transformateur toroïdal fournit la tension nécessaire aux circuits de commutation numérique et au récepteur infra-rouge de la télécommande. Ainsi, le signal audio ne peut pas être polluer par des bruits de commutation numérique. De même les micro-moteurs électriques commandant le volume et la balance par l'intermédiaire de micro-moteurs électriques sont associés à des octocoupleurs pour éviter toutes transmissions de parasites en cours de rotation.

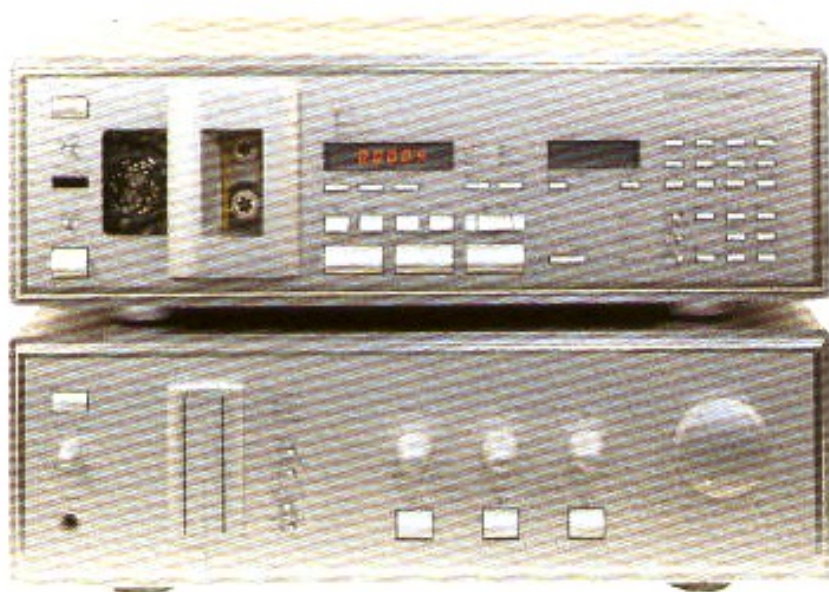
Le résultat à l'écoute est tout simplement fabuleux. Le 52 extrait le maximum d'informations de l'extrême-grave à l'extrême-aigu avec, de surcroît, une vivacité de transcription, une transparence, une dynamique fulgurantes. Il donne de la consistance et de la matière aux sons, il est toujours juste sur la hauteur des timbres, une référence dans l'extrême.

Prix indicatif : 60 700 F

L'AUDIODISTRIBUTION 22, avenue Beau-Plan, 13013 MARSEILLE. Tél. 91.06.00.23

NAKAMICHI

1000 + 1000 P



L'histoire de l'enregistrement sonore est jalonnée de produits phares qui marquent leur époque. L'ensemble DAT Nakamichi 1000 peut, sans contestation possible, occuper l'une des toutes premières places au sommet de cette hiérarchie.

L'enregistreur 1000 DAR constitue une somme de savoir-faire en micro-mécanique dans la lignée des légendaires platines analogiques de la marque. L'enregistrement numérique, de par sa nature, est particulièrement exigeant quant à la précision de lecture de la bande magnétique. Sur le Nakamichi, le mécanisme de positionnement et de transport de la bande est le fruit d'une approche originale, sans équivalent sur le marché.

Le mécanisme, d'une précision toute horlogère, met en œuvre des blocs de guidage fixes, solidaires de la platine porte-tambour et non pas, comme c'est la coutume, du système de chargement. Cette solution onéreuse assure un défilement d'une précision incomparable qui permet de « tuer dans l'œuf » les déformations du signal dans les hautes fréquences. Les circuits numériques de correction sont ainsi bien moins sollicités pour le plus grand bien de la restitution sonore qui gagne en fluidité et en transparence :

L'unité de conversion 1000 DAP est à la hauteur des performances mécaniques de l'enregistreur.

Le convertisseur N/A est de type 20 bits calibré, qui en fait, met en œuvre deux convertisseurs à faible « glitch ». Le premier traite les 14 bits de poids fort,

tandis que le second traite les 6 bits dits de poids faible. Le convertisseur MSB 14 bits est étalonné individuellement avec un convertisseur scientifique 22 bits et cela 10 fois pour moyenniser les erreurs. Cette opération de calibration, une première dans le domaine de l'audio-fréquence procure un gain de 6 dB au niveau de la distorsion.

Le convertisseur A/N d'entrée, d'une importance toute particulière pour un enregistreur DAT, est digne d'un équipement professionnel de studio. Nakamichi utilise un 16 bits à approximations successives à système de comparaison de charge avec auto-étalonnage.

Dès lors, il ne faut pas s'étonner de l'excellence des mesures qui ne laisse planer aucun doute sur la validité des solutions retenues.

Ajoutons pour conclure que les fréquences d'échantillonnage traitées sont 48 kHz, 44,1 kHz et 32 kHz permettant de faire face à toutes les sources numériques présentes... Ou futures...

L'écoute ne trahit pas les ambitions de cet ensemble : on atteint ici une transparence sonore, une fluidité de la restitution qui touchent au sublime. Il est impossible de différencier l'enregistrement de la source : les timbres, la dynamique, l'étagement des plans sonores, tant en largeur qu'en profondeur, ne subissent strictement aucune altération audible...

L'ensemble Nakamichi montre la voie à une génération de produits sans compromis susceptibles de satisfaire les audiophiles épris de perfection sonore.

Prix indicatifs :

Enregistreur 1000 DAR : 61 500 F Convertisseur 1000 DAP : 51 000 F

ONKYO

GS 1



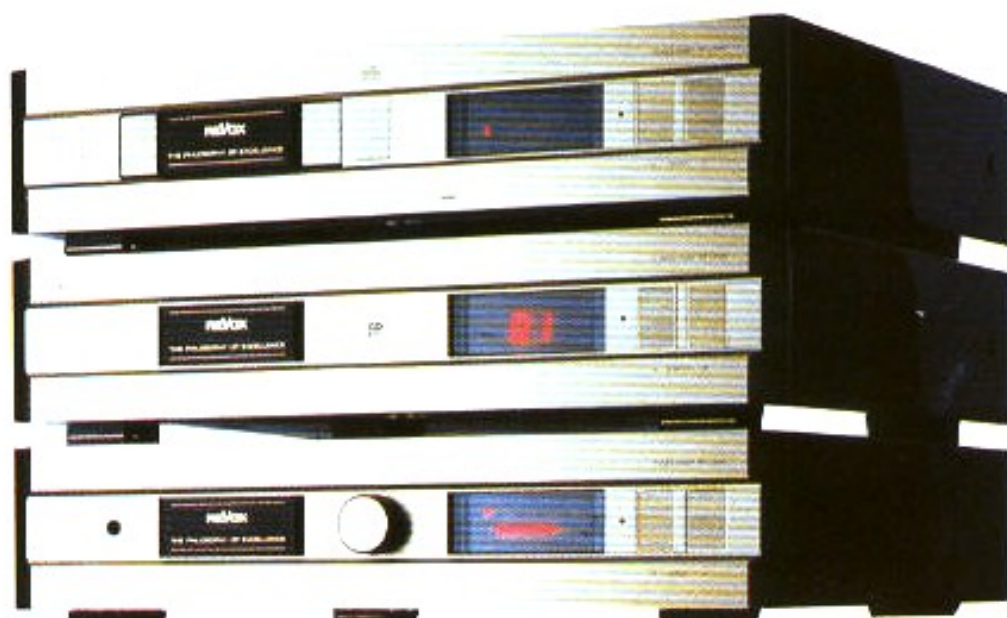
Onkyo a voulu, avec l'enceinte GS-1, réaliser un système à haut rendement sans aucun compromis. Aussi, les laboratoires de cette firme ont eu carte blanche pour étudier et mettre au point un système aussi proche que possible de la perfection sans limite de prix et en prenant tout le temps nécessaire à sa construction. La seule restriction était tout de même l'encombrement qui devait rester raisonnable pour l'utilisation dans une salle de séjour domestique. Point de départ du cahier des charges, la GS-1 devait répondre à trois grands principes : tout d'abord le respect de la réponse temporelle afin que le signal musical soit reproduit en tenant compte de l'amplitude, de la fréquence et du temps. On s'est aperçu depuis longtemps qu'une courbe de réponse linéaire ne peut être dissociée du respect de la réponse temporelle et ceci, quelle que soit la fréquence et la forme de l'enveloppe spectrale du signal à reproduire. Cette notion fondamentale que beaucoup de constructeurs ont tendance à oublier est à la base des meilleurs systèmes. Ensuite, élimination des phénomènes de résonances et de sonorités de pavillon. On sait depuis longtemps que les haut-parleurs chargés par pavillon ont une capacité dynamique exceptionnelle, un haut pouvoir de définition et sont capables de puissances acoustiques très nettement supérieures. Mais à l'inverse, ils ont souvent des défauts de colorations d'autant plus sensibles que la coupure basse est rapide et brutale. Ceci produit un phénomène de retour des ondes émises à l'intérieur même du pavillon interférant avec le signal principal. Enfin, suppression totale des vibrations parasites de parois qui entraînent elles aussi des modifications de la structure des timbres brouillant la définition du message principal. Aussi les ingénieurs d'Onkyo ont réussi à mettre au point un système à plusieurs pavillons relativement peu encombrants, 1,06 m de hauteur pour une base de 63 x 61,5 cm extrêmement lourd (117 kg !). La forme d'expansion des pavillons est de type parabolique pour éliminer les phénomènes de coloration. Le système est en fait réalisé en deux sections : une voie grave avec deux haut-parleurs spéciaux de 28 cm de diamètre chargés par un double pavillon et un médium-aigu à chambre de compression avec pavillon de grande section. Les membranes des haut-parleurs graves sont en polypropylène avec un traitement spécifique, la bobine mobile est bobinée sur champ et mesure 10 cm de diamètre ! Le circuit magnétique ultra-puissant associé à des plaques de champ de profil particulier concentre l'énergie vers la bobine. Les deux haut-parleurs sont chargés à l'arrière par un petit volume clos de 40 litres. A l'avant, on trouve deux pièces de mise en phase en forme d'obus maintenues par quatre ailettes au centre des pavillons respectifs. La voie médium-aigu possède un moteur de chambre de compression avec un énorme circuit magnétique de 24 cm, un diaphragme titane et une pièce de mise en phase à canaux concentriques. Le pavillon est dans une structure très particulière composée de six couches de matériaux différents pour obtenir la meilleure neutralité possible. Le filtre, très complexe, assure une mise en phase rigoureuse. A l'écoute, ces systèmes sont grandioses, on atteint une rapidité d'exécution extraordinaire, sans compression dynamique avec un maximum de définition et surtout une image stéréo superbe. On ne perd aucune information de détail et la vérité sonore est saisissante.

Prix indicatif : 75 000 F pièce

ONKYO FRANCE Immeuble Le Diamant, Domaine Technologique de Saclay, 4, rue René Razel
91892 SACLAY. Tél. 69.41.35.10

REVOX

SERIE H



La chaîne H de Revox est un système de l'extrême en matière de performances mesurées mais aussi d'écoute qui a été pensé dans le sens d'une très grande facilité d'utilisation. H comme « Human Live ». Jamais un système n'a porté aussi bien son nom. En effet, les trois éléments de base qui constitue ce système, l'intégré H 5, le lecteur CD H 2 et le tuner H 6 peuvent être télécommandés à distance à partir de trois télécommandes répondant chacune au degré de complexité que l'on désire. La première télécommande H 8 est la plus simple, elle permet d'accéder aux plages du lecteur CD, d'ajuster le volume de l'ampli et le balayer les stations du tuner FM. La deuxième télécommande H 208 plus complexe permet de régler le volume, la balance, d'effectuer les corrections de grave et d'aigu, de choisir directement les plages des disques CD, d'effectuer le balayage des stations mises en mémoire dans le tuner. Pour la troisième, on ne peut plus parler de télécommande au sens habituel du terme mais plutôt de pupitre de contrôle muni d'un immense afficheur à cristaux liquides qui révèle toutes les fonctions utilisées et indique aussi en clair le nom de la station FM via le système RDS. Il suffit donc de choisir en fonction de la souplesse d'utilisation désirée et du degré de sophistication des commandes parmi ces trois télécommandes. L'amplificateur H 205 est capable de fournir une puis-

sance de 130 W par canal avec des taux de distorsion totalement négligeables et surtout un spectre qui privilégie l'harmonique 2. En face avant, le réglage de volume s'effectue par un gros bouton central qui entraîne une roue codeuse, système de grande souplesse qui évite tout bruit de commutation. Le lecteur CD fait appel au convertisseur numérique/analogique 1 bit Bitstream monté en mode différentiel avec suréchantillonnage 256 fois. Ce principe, en comparaison avec les systèmes multibits, améliore la linéarité et la précision surtout sur les signaux de faible amplitude.

Le tuner, extrêmement sophistiqué dans ses circuits, permet de présélectionner 35 stations. Il est équipé d'origine du système RDS de décodage qui, en conjonction avec la grosse télécommande, permet d'avoir en clair le nom de la station ainsi que des informations complémentaires que l'émetteur envoie. La sélectivité de ce tuner peut être choisie afin d'éliminer en milieu urbain très encombré les stations adjacentes qui gêneraient l'écoute.

L'ensemble de cette chaîne se caractérise par une extrême limpidité de restitution, beaucoup de finesse sur les micro-détails et un registre aigu remarquable. Superbement présentée, elle offre beaucoup d'intérêt pour tous ceux qui apprécient la haute technologie mais qui ne veulent pas être asservis par elle.

Prix indicatifs : Lecteur H 2 : 8 980 F
Intégré H 5 : 10 980 F Tuner H 6 : 8 979 F

REVOX FRANCE 14 bis, rue Marbeuf, 75008 PARIS. Tél. 47.23.55.88

SONY

TR-NR1



Les blocs mono TA-NR1 de Sony travaillent en pure classe A, ils sont capables de délivrer une puissance de 100 W sur 8 Ω , de 20 Hz à 20 kHz. C'est la première fois que nous rencontrons un amplificateur travaillant véritablement en classe A capable de fournir une telle puissance depuis le Stax DA 300. Trois années d'efforts ont été nécessaires à l'équipe de chercheurs de Sony pour mettre au point cet amplificateur. Tout a été prévu pour obtenir une pureté de signal en sortie inégalable et par voie de conséquence une musicalité qui ne soit pas aliéner en fonction de la charge à driver. Magnifiquement présentés, ces blocs mono qui pèsent près de 50 kg chacun bénéficient d'entrées asymétriques/symétrique, commutables afin d'obtenir les meilleures liaisons possibles avec le préampli. Les entrées symétriques s'effectuent par l'intermédiaire de transformateurs, ce qui s'avère la meilleure solution pour éviter les accrochages avec une liaison longue. L'étage d'entrée est de type cascode-bootstrap avec FET d'entrée, miroir de courant et transistor bipolaire NPN monté en régulateur de courant sur l'alimentation négative. Suit en liaison directe un autre étage de même configuration cascode-bootstrap puis un étage Darlington suivi de quatre paires différentielles (driver) à sortie basse impédance. Ensuite l'étage de puissance travaille en pure classe A et se compose de 20 transistors de grande puissance montés en push-pull avec des semiconducteurs bipolaires ayant chacun une dissipation collecteur maximale de

200 W, soit un total 40 fois supérieur à la puissance nominale requise. Cette énorme marge de sécurité, toujours nécessaire en classe A, contribue à un excellent comportement sur des charges de faible valeur. On obtient en effet en régime permanent la puissance nominale de 100 W sur 8 Ω indiqué plus haut mais sur 1 Ω cette puissance peut atteindre 550 W ! L'alimentation fait appel à un énorme transformateur de 750 VA pesant à lui tout seul 14 kg avec un noyau à tôles silicium à faible perte. De même pour les condensateurs de filtrage, un traitement spécial anti-vibrations a été étudié. Le châssis est lui aussi ultra-rigide et acoustiquement neutre. Il est usiné dans la masse et pèse à lui tout seul 12 kg.

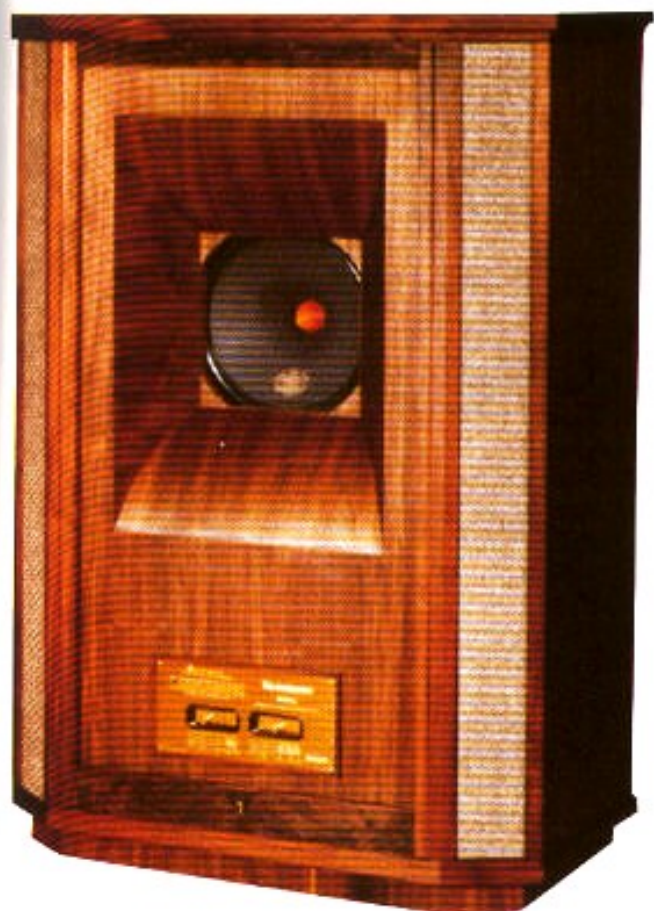
A l'écoute de ces blocs mono, une fois atteint leurs températures optimales révélées par un indicateur en façade, on découvre un monde sonore d'une richesse d'informations insoupçonnée. Le respect des temps d'attaque, la décroissance des sonorités dans le temps, la stabilité de l'image stéréo sont plus qu'impressionnants. La puissance paraît illimitée avec une tenue dans le grave et l'extrême-grave remarquable. On a toutes les qualités de la véritable classe A aussi bien à bas qu'à fort niveau avec cette impression d'extrême rapidité des attaques et cette sensation permanente d'ouverture et d'espace tridimensionnel qui apportent un relief saisissant de vérité.

Prix indicatif : 80 000 F la paire

SONY FRANCE 15, rue Floréal, 75017 PARIS. Tél. 40.87.30.00

TANNOY

WESTMINSTER ROYAL



La Tannoy Westminster Royal est dérivée directement de la célèbre Westminster avec son double pavillon, l'un pour charger par l'avant le 38 cm coaxial et l'autre replié à l'arrière débouchant de part et d'autre du transducteur. Cette charge à double pavillon assure un rendement exceptionnel et une réponse dans l'extrême grave qu'aucun haut-parleur à radiation directe ne peut procurer.

Ainsi la radiation du pavillon arrière de la Westminster est deux fois et demi supérieure à celle d'un haut-parleur de 38 cm en rayonnement en direct. La charge avant de type exponentiel a été calculée pour accroître le rendement dans le haut grave médium jusque dans l'aigu.

Naturellement, il ne s'agit pas d'une enceinte miniature. Son volume interne est de 130 litres, elle mesure 1,40 m de haut, pour 98 cm de large et 56 cm de profondeur, pour un poids de 138 kg. Tous les éléments du pavillon interne sont réalisés avec de très nombreuses cloisons de 25 mm d'épaisseur pour conférer la rigidité nécessaire et éviter toutes sonorités cavernes.

Le modèle Royal est équipé d'un filtre qui peut être bicâblé et d'une nouvelle version du célèbre haut-parleur coaxial de 38 cm avec un circuit magnétique formé par trois aimants en Alcomax. Le câblage est réalisé en « Van den Hul ». Les capacités sont de type polypropylène pour le circuit de filtrage grave. Ce filtre possède tout un réseau de compensation pour obtenir une mise en phase précise entre le haut-parleur médium aigu à chambre de compression situé coaxialement à la section grave dont la membrane fait office de prolongement de l'amorce de pavillon. L'ensemble des deux transducteurs est ajusté avec une très haute précision. Le rendement est impressionnant avec 99 dB/1 W/ 1 m. La puissance admissible peut atteindre 200 W, ce qui laisse augurer d'une plage dynamique plutôt impressionnante. L'impédance moyenne de

8 Ω ne posera pas de problèmes aux électroniques pour en tirer pleinement parti.

La bande passante s'étend de 18 Hz à 20 kHz dans un canal de ± 3 dB. Le filtre de répartition dont la fréquence relais se situe à 1 kHz dispose d'une série d'atténuateurs agissant sur l'énergie de l'aigu ± 3 dB sur la plage 1 kHz à 20 kHz et sur la coupure +3 et -6 dB de 5 kHz à 20 kHz.

Ecouter une paire de Westminster Gold, c'est entrer dans un autre univers sonore où la capacité dynamique foudroyante, la densité et la richesse d'informations de l'extrême-grave au bas-médium sont sans commune mesure avec les enceintes traditionnelles. Le taux de distorsion subjectif est beaucoup plus bas pour un même niveau qu'avec des haut-parleurs à rayonnement direct. La puissance acoustique réelle devient beaucoup plus proche de la réalité. Il suffit d'écouter un piano de concert sur une paire de Westminster pour s'en rendre compte immédiatement. L'instrument prend forme naturellement avec une dimension réaliste et une énergie peu commune dans le grave. Sur les grandes formations orchestrales, les Westminster sont incomparables de transparence et d'intelligibilité, on se croirait réellement au concert : toutes les ambiances sont bien restituées et le suivi mélodique aisé.

Ces grands systèmes « extrêmes » démontrent que la maîtrise parfaite des développements de pavillon apporte une énergie, une puissance acoustique, une ampleur, un minimum de distorsions qui sont incomparables par rapport à des haut-parleurs à rayonnement direct.

Prix : 77 500 F pièce.

HAMY SOUND 28, rue Edith Cavell, 92400 COURBEVOIE. Tél. 47.88.47.02

TECHNICS

SU-MA 10



L'ampli-préampli intégré Technics SU-MA 10 bénéficie d'une interface numérique avec un convertisseur numérique/analogique de type MASH. Ce convertisseur possède une linéarité et une précision d'analyse remarquable avec une excellente stabilité des performances dans le temps. Il dispose aussi d'un circuit de suppression de phénomènes de jitter qui permet ainsi au convertisseur de travailler de manière optimale sans les problèmes de décalage dans le temps et de phénomènes de sautilllements. Pour ce faire, dans le bloc de conversion numérique, juste après les fiches d'entrée optiques et coaxiales, deux groupes de circuits à boucle de phase asservie contrôlent en permanence la « propreté des signaux de source numérique » avant d'attaquer le circuit de conversion numérique/analogique 1 bit MASH. On peut ainsi traiter à partir de cet intégré les sources numériques en provenance d'une platine lectrice CD ou d'un enregistreur DAT dans les meilleures conditions possibles. On peut aussi commuter l'enregistrement directement en numérique à partir d'une source numérique sans passer par le réseau de conversion. Afin d'éliminer tout phénomène de vibration parasite qui apporte toujours son lot de distorsions, cet intégré bénéficie d'un châssis séparé extrêmement rigide. La propagation

interne des vibrations est parfaitement limitée. La construction est de type double mono avec des composants de tout premier choix. Ainsi, le transformateur d'alimentation est bobiné à partir de fils en cuivre pur sans oxygène (OFC) et les capacités de filtrage de type PXC ont une faculté de récupération beaucoup plus rapide. Il peut fournir une puissance continue les deux canaux en service de 20 Hz à 20 kHz de 2×125 W avec des taux de distorsion inférieurs à 0,005 %. La section préampli peut traiter aussi bien les cellules à aimant mobile qu'à bobine mobile que de nombreuses sources haut niveau avec un rapport signal/bruit très élevé. La section numérique se caractérise elle aussi par des taux de distorsion très bas et une réponse en fréquence pratiquement linéaire de 2 Hz (!) à 20 kHz.

La présentation luxueuse avec priorité à la grosse commande de volume centrale et les sélecteurs distincts pour les sources à écouter et celles à enregistrer sont clairement disposés en face avant.

La capacité dynamique d'un tel intégré, ses multiples possibilités de traitement des sources en font un appareil pratiquement universel, hyper agréable à utiliser et à écouter. En effet, il possède des qualités de silence et de suivi mélodique remarquables.

Prix indicatif : 14 990 F

PANASONIC FRANCE 270, avenue de Président Wilson, 93218 LA PLAINE-ST-DENIS Cedex.
Tél. 49.46.43.00

TRIANGLE

LATITUDE



Le panneau Latitude sort vraiment de l'ordinaire par sa conception, l'esthétique sonore qu'il procure et son audace en matière de présentation spatiale. Le naturel de la transcription qu'il produit est tout simplement sublime. C'est à la fois un mélange de capacité dynamique hors du commun avec une réponse transitoire ultra rapide sans trainage, sans les colorations typiques de certains grands panneaux. La définition, même sur les messages sonores très complexes, est remarquable grâce à un recul très net des formes de distorsion par intermodulation et à un sens de l'aération qui ouvre en grand une baie sur la musique. L'image stéréo est grandiose tout en conservant des sources ponctuelles parfaitement stables et dont le champ géométrique est bien maîtrisé. De plus, on n'a pas la limitation classique des panneaux dans le grave grâce à une énergie correctement restituée jusqu'à 40 Hz sans aucun problème de trainage.

Ces panneaux mesurent 1,88 m de hauteur pour 56 cm de large et 16 cm de profondeur. Ils sont chacun équipés de quatre haut-parleurs graves de 17 cm, un grave-médium de même diamètre, tous montés en baffle-plan et un tweeter muni d'un pavillon pour détailler les fréquences élevées. Ce grand panneau électrodynamique fonctionne en doublet acoustique. Ce système à trois voies a été optimisé en réponse impulsionnelle. Le laboratoire électroacoustique de Triangle est équipé d'un système de mesures ultra sophistiquée travaillant en temps réel avec un programme mis au point par l'équipe d'ingénieurs maison. Ainsi, la linéarité en fréquence est remarquable puisque la bande passante va de 40 Hz à 20 kHz dans un canal de $\pm 2,5$ dB. Le temps de propagation de groupe est, lui aussi, parfaitement maintenu et la réponse impulsionnelle est un modèle d'école.

Le filtre, extrêmement complexe, possède dix réglages différents de niveau qui peuvent être commutés afin d'obtenir le meilleur couplage possible des enceintes Latitude avec la pièce d'écoute. Sage précaution qui autorise une interface parfaite entre enceinte et pièce, ce que beaucoup de constructeurs négligent encore trop.

Les cellules du filtre n'ont pas de masse commune, ce qui autorise le bi-câblage avec tout ce que cela apporte en ouverture, clarté supplémentaire. Un panneau électrodynamique de l'extrême prouvant qu'en partant de l'idée du baffle-plan, on peut l'exploiter de manière optimale à partir de haut-parleurs parfaitement optimisés pour ce type de charge qui évite nombre de colorations de boîte ou de pavillon.

Prix indicatif : 42 000 F la paire

TRIANGLE 6, boulevard Jules Ferry, 02200 SOISSONS, Tél. 23.73.05.02

WADIA

X 32 + WT 3200



Le système de lecture Wadia WT-3200 est le compagnon idéal du convertisseur Digimaster X32. Afin que la conversion débute avec le maximum de précision, le WT-3200 est équipé d'un circuit à très large intégration qui intervient immédiatement après la lecture par le faisceau laser du signal codé numérique. Le circuit incorporé au WT-3200 assure une fréquence d'échantillonnage extrêmement précise afin d'éviter tout phénomène de sautellement. Ces systèmes d'horloge fonctionnant à des vitesses incroyables permettent de se débarrasser de ce type de distorsion numérique et d'obtenir un signal d'une grande pureté. Afin de transmettre ce signal sans perte d'informations, les ingénieurs de chez Wadia ont réalisé un tout nouveau circuit de transmission optique pour l'utilisation d'une fibre optique de qualité entre le lecteur et le convertisseur. Ce principe de transmission par fibre optique, selon les caractéristiques de Wadia, offre une bande passante huit fois supérieure par rapport aux procédés classiques et quarante

fois moins d'atténuation. Ainsi, la liaison par fibre optique vers le convertisseur X32 peut-elle s'effectuer dans les meilleures conditions sans perte d'informations par diffusion de lumière ou opacités parasites.

Sur le plan mécanique, tout a été prévu pour limiter les vibrations à la périphérie du disque en rotation et maintenir ainsi une hauteur beaucoup plus constante par rapport à la diode laser et à son système de focalisation. Le but étant, rappelons-le, de faire travailler le moins possible les circuits de correction d'erreurs en extrayant le maximum d'informations numériques. Ce lecteur CD bénéficie naturellement de toute l'expérience acquise à partir des fabuleux convertisseurs à algorithme spécifique qui ont bouleversé toutes les notions de définition, de maintien de la phase et de linéarité attribuées aux sources numériques. Tout a été prévu aussi pour isoler l'alimentation et éviter les interférences entre plusieurs appareils.

Prix indicatif : 21 000 F

TETRA DISTRIBUTION Le « Cima Bella », 4, avenue Comte Edwin Garin, 06000 NICE. Tél. 93.62.20.97

YAMAHA

DSPA700-AVS700



La technologie numérique a donné une nouvelle jeunesse aux processeurs d'espace sonore. Yamaha reste à l'avant-garde de ce renouveau avec le DSP-A 700 associé au sélecteur audio-vidéo AVS-700.

Ce processeur numérique développe, aussi loin que le permet l'état actuel de la technologie, le concept de création d'un champ sonore personnalisé, le rêve devient réalité ! Le nombre de possibilités qu'il offre avec une souplesse d'emploi peu commune en font un appareil sans équivalent sur le marché.

On recense dans le DSP-A 700 : un amplificateur stéréophonique de 2 fois 60 W sur 8 Ω pour les voies avant, un amplificateur à cinq canaux de 15 W sur 6 Ω chacun pour les effets d'ambiance, une section processeur proprement dite avec convertisseurs N/A et A/N linéaires de 16 bits. Le sélecteur AVS-700 est équipé quant à lui d'une impressionnante batterie de bornes d'entrées et de sorties permettant de commuter un grand nombre de sources audio et vidéo. La télécommande extrêmement complète est pourvue d'une fonction « apprentissage » sophistiquée qui dédie pas moins de 35 touches programmables à la commande d'autres appareils pourvus d'un capteur infra-rouge.

L'utilisateur peut modifier à sa guise trois paramètres tout en cumulant leurs effets :

- dimension apparente de la salle ;
- retard initial qui fait varier la distance à laquelle se trouve la source sonore ;
- durée de la réverbération.

Mais il peut également s'en remettre à la demi-douzaine de programmes présélectionnés, à l'intérieur desquels il faut, dans une certaine limite, faire varier ces trois données.

Enfin, le DSP-A 700 permet de transformer votre salon en salle cinéma, grâce au procédé Dolby Pro Logic : les films sur CDV codés avec ce procédé prennent alors une dimension à nulle autre pareille qui vous plonge au cœur de l'action.

Ce descriptif, forcément réducteur, ne peut remplacer les résultats d'écoute « en situation ». Correcieusement mis en œuvre, bien exploité, et ce point est essentiel, ce système vous transporte dans une autre dimension et il est bien difficile, une fois que l'on y a goûté de revenir à la stéréophonie traditionnelle qui semble bien étriquée.

L'ensemble DSP-A 700 et AVS-700 réconcilie les mélomanes les plus sceptiques et les vidéophiles à la recherche de nouvelles sensations.

Le prix auquel il est proposé rend accessible une certaine esthétique sonore appelée à se développer dans les prochaines années.

Prix indicatifs :

DSP A-700 : 8 290 F AVS-700 : 2 440 F

YAMAHA ELECTRONIQUE FRANCE SA 17, rue des Campanules, Lognes,
77321 MARNE-LA-VALLEE Cedex 2. Tél. 60.17.39.27

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

...LA RENCONTRE

Didier Flacon
Jean Hiraga

Nous savons que la radio, le son, l'électroacoustique ont toujours été pour vous une grande passion. Pourriez-vous retracer brièvement votre itinéraire ?

Cela est tout à fait inexplicable mais il est absolument certain que j'ai un goût marqué — une passion — pour ces techniques. Si j'ai fait des études de radio-électricité dans les années 50, ce n'est pas par le caprice d'un orientateur scolaire mais uniquement parce que je le souhaitais profondément. Pendant mes études, j'employais tout mon temps à bricoler de nouveaux matériels — surtout des amplificateurs à lampes — à cette époque, j'avais une telle frénésie que j'expérimentais tous les nouveaux schémas publiés par les revues techniques — et ils étaient fort nombreux — additionnés de mes idées personnelles. J'ai sûrement fait plus de 100 montages différents à cette époque. Malheureusement, un nouveau montage exigeait de sacrifier l'ancien tout juste mis au point et je n'écoutais pratiquement jamais rien. Les trois disques de ma discothèque restaient désespérément neufs. On est souvent comme cela à quinze ans.

Plus tard, grâce à un apport de fonds consenti par mon grand-père, j'ai réussi à « figer » un montage cohérent comprenant un tourne-disque Thorens, un ampli de mon cru très inspiré du schéma de M. Loyez et un monumental ensemble de haut-



Jean-Constant Verdier.

parleurs Cabasse. Je possède toujours ces derniers. Vient enfin le début de ma période active où je commençais par un passage de deux ans chez Thomson.

Par la suite — de retour du service militaire — j'eus la chance de rencontrer M. Boucharlat — brillant organisateur et chef d'entreprise — avec qui fut fondée la société ERA, très connue pour ses tourne-disques, que j'ai conçus et fabriqués. Dans le cadre de cette entreprise, j'ai également fabriqué les der-

niers amplificateurs à lampes H300 de la marque Hitone que nous avons rachetée.

Diverses circonstances m'ont amené à fonder ma propre entreprise qui aura bientôt vingt ans. A ses débuts, j'ai choisi de travailler dans l'ombre des géants et j'ai fait des études ou des mises en place de fabrication pour des sociétés comme Pioneer ou King Musique, pour ne citer que les plus marquantes.

Il y a près de dix ans, vous vous êtes fait connaître par tous les audiophiles grâce à une table de lecture réputée qui porte votre nom. Nous aimerions connaître le pourquoi de cette démarche.

Dans ces diverses entreprises, je n'étais que très partiellement maître de mes travaux. L'impératif commercial était totalement tyrannique et c'est par réaction contre cela que j'ai construit la platine.

J'avais une connaissance approfondie du fonctionnement des platines tourne-disques — mais une connaissance négative en quelque sorte — la pratique du produit commercial m'avait appris ce qu'il ne fallait surtout pas faire (cependant je ne renie pas la première platine ERA qui était excellente en son temps, mais dont j'ai dû arrêter la production car elle était beaucoup trop cher à fabriquer).

Nanti de ce bagage accumulé pendant dix ans de pratique, j'ai dessiné et fabriqué un prototype de platine d'un concept complè-

tement nouveau et qui intégrait tous les vrais perfectionnements possibles : masse très importante de l'ensemble, contre-platine suspendue, axe du plateau de très gros diamètre, suspension magnétique du plateau pour éviter les bruits de roulement. A partir de ces idées simples, je suis arrivé, après de légères mises au point, à un appareil donnant des résultats d'une qualité telle que toutes les personnes qui ont pu l'écouter dans d'excellentes conditions sont convaincues du bien fondé de ma démarche. La platine conçue il y a dix ans est produite aujourd'hui presque sans changement. Reste un obstacle au plaisir de posséder une Verdier : il faut déboursier 35 000 F et cela en décourage quelques-uns.

Quel est votre avis sur le Compact Disc, en termes de qualité subjective ?

Je suis extrêmement embarrassé par cette question. Je pourrais dire carrément que je n'aime pas — vous penseriez que je prêchais pour ma paroisse et vous auriez raison de penser cela. En fait, je cohabite et j'utilise de nombreux compact-discs que j'écoute fréquemment pendant les heures de travail par suite de l'indéniable commodité d'exploitation offerte par ce procédé. Toutefois, lorsque je fais une vraie écoute chez moi — dans une ambiance silencieuse et confortablement assis — je préfère passer les vieux disques vinyl que j'aime depuis longtemps. Je confesse — mais vos lecteurs l'auront déjà deviné — que je ne connais pratiquement rien aux techniques numériques et je m'abstiendrai donc de répéter comme un perroquet les dithyrambes pseudo techniques que l'on peut lire partout sur le sujet. Mon ignorance me permet par conséquent de jouer les candides. Comment se fait-il qu'un procédé figé par des lois mathématiques connues depuis sa création donne lieu dans la pratique

à tant de variantes, de nouveaux modèles, de nouveaux dispositifs « démodant définitivement » le dispositif génial mis sur le marché six mois plus tôt ?

Avez-vous de grands projets du côté des réalisations à tubes ?

Comme tous les chercheurs, j'ai toujours de nombreux projets. Actuellement je travaille sur un préamplificateur à lampes de très haute qualité. Je soigne particulièrement l'étage d'entrée pour cellule à bobine mobile qui comportera un nombre important de lampes triode en parallèle pour obtenir un bon rapport signal/bruit.

Par ailleurs, j'ai entrepris l'étude d'un amplificateur de puissance capable de délivrer 500 watts. Ces appareils sont en train de s'élaborer dans le même esprit que la platine, ils constituent un challenge en faisant appel à des techniques réellement originales mais découlant des observations faites sur les amplificateurs que j'ai actuellement en production.

Un challenge, je le répète, il n'est pas évident que mes essais soient concluants et puissent déboucher sur une fabrication, même en toute petite quantité ; j'aime bien réussir et un échec me rendrait très triste, c'est pourquoi ces prototypes un peu fous comme était la platine il y a dix années sont actuellement l'objet de mes meilleurs soins.

Afin de bien démontrer à quel point je suis capable de réaliser des projets insensés, je vous prie de considérer l'amplificateur à lampes équipé de 211 que j'ai construit il y a quelques années et qui demeurera assurément unique tant il est hors de son époque. Pesant plus de 100 kg, monté sur un rack à roulettes, il délivre 2x7 watts !!

Pensez-vous à une fusion progressive des marchés de l'audio et de la vidéo ? Pour quelles raisons ?

Ces deux marchés sont déjà largement imbriqués et sont

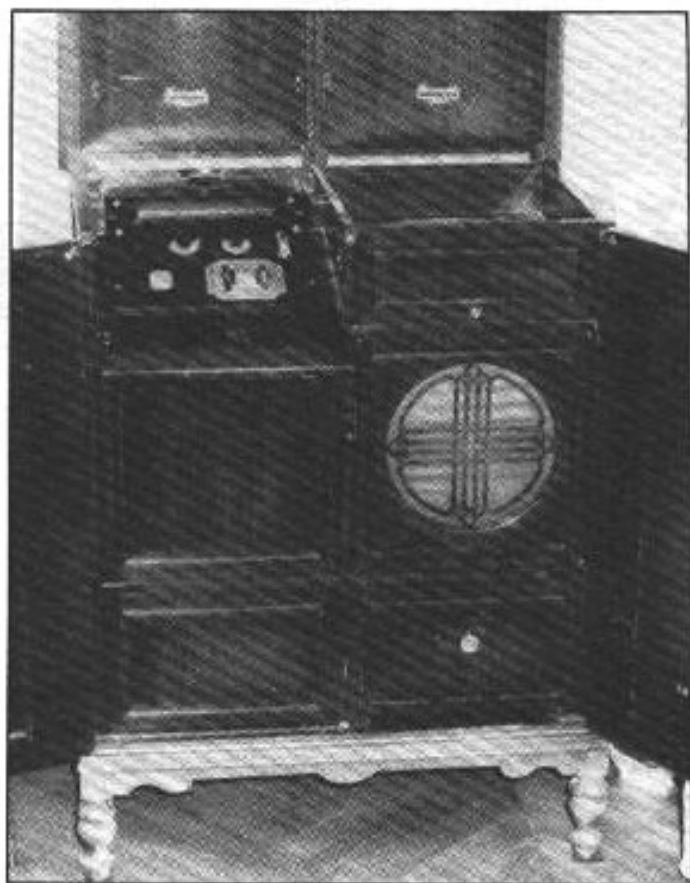


Le haut-parleur Rice Kellogg à excitation des années 25.

devenus pratiquement impossibles à dissocier.

Les fabricants sont les mêmes, les médias publicitaires sont les mêmes, les distributeurs sont les mêmes et bien sûr les consommateurs sont encore et toujours les mêmes.

Cependant, je ne pense pas que le marché extrêmement étroit de la Haute-Fidélité Audiophile tel que nous le comprenons entre nous soit à considérer dans cette affaire. A mon avis, il n'est peut-être pas aussi facile de tomber amoureux de son caméscope. En revanche, les cas de « platinophilie, d'ampliphilie ou d'enceintophilie » sont si fréquents qu'ils constituent le ressort de notre démarche. Le vrai amateur de haute-fidélité de qualité est toujours complètement amoureux de son matériel qu'il aime au sens propre. Il y a tout d'abord la démarche du choix, longue quête du maillon idéal qui s'opère comme un rite de séduction. Lecture des comptes rendus dans la presse spécialisée, visite dans les auditoriums où a lieu la première rencontre, les premiers émois platoniques ; à ce stade, on ne peut pas encore toucher. Puis survient l'achat, acte irréversible comme le mariage, et l'apothéose de l'hyménée quand, chez lui, à l'abri des regards ou de la con-



Chaîne Panairope de 1927.

voitise des autres amateurs, l'objet bien aimé est branché et émet les premières notes de musique qui décideront de tout son avenir... car il y a aussi les scènes de ménage (pannes), les ruptures passagères avec retrouvailles embellies ou les divorces définitifs qui nourrissent les rubriques de petites annonces des magazines spécialisées.

Pourriez-vous nous donner quelques détails sur votre amplificateur hybride transistors-tubes à spectre de distorsion harmonique ajustable ?

Quand j'ai entrepris l'étude de cet amplificateur, je n'avais pas pour but de créer un nouveau produit. Il s'agissait seulement d'une distraction de laboratoire, entre deux études « sérieuses ». Je connaissais les excellents résultats musicaux obtenus avec les amplificateurs à étage de sortie « simple triode » comme le 300B. J'ai voulu essayer d'obtenir un son comparable en configuration push-pull. Cela n'est pas du tout évident à faire car, par nature, le montage symétri-

que élimine les harmoniques pairs par soustraction et additionne les harmoniques impairs. Le résultat est un spectre de distorsion avec un très mauvais dégradé et le son de l'amplificateur est agressif. Il est bien connu que l'on peut remédier à cela en déséquilibrant les courants de repos dans l'étage de sortie mais on se heurte à un autre problème, celui du ronflement résiduel.

Après bien des tâtonnements dont je vous fais grâce du détail, je suis parvenu à réaliser un circuit extrêmement simple, composé de six transistors bipolaires dont deux darlington, qui permet de modifier l'équilibre du spectre de distorsion harmonique de l'amplificateur sans modifier celui de l'étage de sortie. Comme pour tous les circuits simples auxquels on parvient après une longue étude le concepteur se traite d'imbécile pour n'avoir pas su établir du premier coup un schéma aussi évident. Dans le cas qui nous occupe, l'astuce réside dans l'utilisation

de deux étages amplificateurs de tension soumis à une contre réaction locale et fonctionnant en parfaite indépendance l'un de l'autre. Ces étages modulent les grilles des lampes de puissance au travers des transistors darlington abaisseurs d'impédance. En faisant varier le taux de contre réaction de l'un de ces étages, on peut régler à volonté la forme du spectre de distorsion harmonique.

Finalement, j'ai pensé qu'il était intéressant de commercialiser ce dispositif et j'ai créé un modèle utilisant intégralement ce principe.

Il constitue actuellement mon haut de gamme sous le nom d'amplificateur 250. C'est un modèle cher et de diffusion forcément restreinte mais je me félicite d'avoir réalisé des ventes significatives avec un produit très typé et particulièrement exotique.

Avez-vous des projets dans d'autres domaines que ceux de l'amplificateur ou de la table de lecture ?

Comme je vous le disais à l'instant, ma profession n'a de sens qu'à travers une recherche incessante. Alors, bien sûr, j'ai des projets dans d'autres domaines. J'aimerais bien réaliser des enceintes acoustiques de grande qualité mais à quoi bon refaire ce qui existe déjà et avec quelle maîtrise chez nos grands constructeurs français. Jean-Marie Reynaud, Pierre-Etienne Léon, Jacques Mahul et bien d'autres que je m'excuse de ne pas citer concevaient avec un savoir-faire qui fait autorité dans le monde entier des matériels génialement étonnants. Peut-être un jour serai-je touché par la grâce qui leur a montré la voie... et alors, un système de haut-parleur peut-être... Je vais vous étonner, le domaine de recherche qui m'attirerait le plus en dehors de la Haute-Fidélité serait la conception d'une automobile ! Surprenant, n'est-ce pas ?

Pensez-vous qu'il existe une certaine forme de snobisme à propos des produits de haut de gamme ?

Il serait bien de commencer par définir le mot « snobisme » dont la signification est un peu floue et difficilement séparable du contexte où il est employé.

Je vous propose de circonscrire le « snobisme » à l'attitude d'une personne qui n'agit qu'en fonction de l'effet de ses actes sur son entourage dans le but de se créer une position de domination dans le dit entourage.

Bien que ce phénomène soit aujourd'hui en régression, il est certain que ce snobisme contribue pour beaucoup à la vente du matériel de bazar. Untel acquiert la considération parmi la bande de zoulous de son quartier en achetant ou en volant une « sound machine » avec double cassette, laser-disc et subwoofer alignant sur un mètre de long des matières plastiques diversement colorées et des clignotants LED.

Tel autre sera au comble de la jubilation en exhibant à sa concierge la superbe chaîne en promotion à 2 950 F (somme fatidique au dessous de laquelle il n'y a pas de vraie Haute-Fidélité selon notre homme) achetée au super-marché.

En ce qui concerne un produit de vrai haut de gamme, je ne pense pas que le mot de snobisme, tel que défini ici, soit convenable. Je suis sûr que la possession d'un bel appareil est un acte d'amour avant tout et si le matériel est si beau qu'il provoque considération, désir ou envie autour de la personne de son propriétaire, il ne s'agit là que d'un effet secondaire non souhaité mais finalement inévitable.

Fallait-il acheter des cochonneries pour ne pas risquer d'être traité de snob par des ignorants ?

Pourriez-vous nous donner un bref aperçu de votre « collection ». Quels sont les modèles les plus marquants selon vous ?

J'ai commencé à collectionner il y a environ 20 ans. Je l'ai fait car j'ai pris soudain conscience de la valeur d'exemple constituée par le fruit du travail de nos aînés. Sans que cela soit clairement déclaré, j'avais un peu de mépris pour l'ancien que j'estimais dépassé et obsolète. Ce sentiment s'est progressivement transformé en respect et j'ai commencé à acheter des électroniques anciennes. Au début, ce n'était pas très facile car il n'y avait pas comme aujourd'hui de marché pour cela. Les brocanteurs, passage obligé, détruisaient les matériels pour récupérer et vendre le cuivre. J'ai réussi à convaincre deux marchands du marché aux puces de la Porte de Montreuil de me rabattre tout le matériel qu'ils pouvaient trouver. Par ce moyen, ma collection grossit rapidement et remplit complètement les cinq pièces du dernier étage de ma maison.

Je n'ai pas de thème, tout m'intéresse et le poste à galène fait bon ménage avec l'oscilloscope Tektronix à échantillonnage.

L'une des pièces est aménagée en musée, les autres constituent

des réserves. Mon fils a maintenant qualité de conservateur et nous essayons ensemble de maintenir la pièce du musée dans un état de propreté suffisant pour ne pas trop effrayer les quelques visiteurs qui se risquent chez nous.

Parmi les nombreux appareils qui figurent dans ma collection, je dispose d'un meuble radio-phono américain. Cet ensemble, né en 1927, est le point de rencontre des technologies qui se sont développées parallèlement pour aboutir et se stabiliser au cours des trente années suivantes. Tout fonctionne sur secteur alternatif. Cela peut paraître banal si l'on ne sait pas qu'en France à la même époque les postes nécessitaient piles et accumulateurs et que les rares tentatives de postes fonctionnant sur le secteur étaient si mal pensés et réalisés que les auditions étaient couvertes de ronflements et de parasites. Cela donnait raison aux partisans des piles et la situation s'est prolongée jusqu'au début des années 30 lorsque Philips introduisit des modèles secteur enfin correctement conçus.

La partie radio comprend un



Projet d'amplificateur à lampes de 2x7 watts. Son poids atteint 100 kg.



Un bref aperçu de la collection Verdier : des phonographes à pavillon côtoient des postes à galène, des téléviseurs de la première heure et beaucoup d'autres objets précieux.

récepteur superhétérodyne à sept lampes triodes dont l'accord se fait en commande unique, c'est à dire qu'il suffit de manœuvrer un seul bouton pour faire défiler les stations de la gamme de broadcasting (PO, ce poste ne reçoit pas les grandes ondes qui n'étaient pas exploitées au USA). A la même époque en France, ce réglage nécessitait la manœuvre de deux, voire trois boutons pour obtenir la réception d'un nouvel émetteur, de plus des ouvrages techniques sérieux, mathématiques à l'appui, démontraient que la commande unique était une chimère qui ne serait jamais réalisée. L'amplification basse fréquence est obtenue par une seule triode de puissance à chauffage direct de référence 10. Après bien des avatars, l'amplification de puissance est revenue pour le bonheur de quelques amateurs éclairés à ce procédé des débuts qui surpasse en qualité subjective nombre de montages sophistiqués. La puissance électrique obtenue est de l'ordre de 1 watt.

Le haut-parleur est le très fameux électrodynamique de 20 cm de Rice Kellogg. Il com-

porte un énorme circuit magnétique à excitation dans le champ duquel baigne la bobine mobile selon le principe établi par Oliver Lodge. La membrane conique est guidée à sa base et son sommet par des corrugations circulaires élastiques selon le brevet de Rice et Kellogg. Dans son principe, ce haut-parleur ne diffère pas de ceux qui équipent nos modernes enceintes haute-fidélité. Il est vraisemblable de penser que l'omniprésence de ce procédé n'est pas près de s'estomper, maintenant dans la marginalité (ce qui n'exclut pas l'excellence) les autres procédés tels les électrostatiques ou les isodynamiques.

Pour continuer le parallèle avec la situation française de la même époque, il faut évoquer le nasillard diffuseur avec sa membrane bloquée par les bords et son moteur à palette mobile, comme un écouteur de téléphone, placée au dessus d'un aimant rachitique. Les diffuseurs étaient tous extrêmement mauvais en distorsion, en bande passante et en rendement même pour les modèles les plus chers.

Les rares personnes qui avaient eu le privilège d'écouter un Rice Kellogg n'en revenaient pas d'une telle différence et souvent croyaient à une supercherie.

Le tourne-disques (lui aussi de 1927) est à entraînement direct par un moteur à induction. L'entraînement direct n'est sûrement pas ce qui se fait de mieux pour faire tourner un disque, cependant il est plaisant de constater que dès cette époque il existait des réalisations commerciales de ce procédé présenté comme une grande nouveauté par les firmes japonaises dans les années 70.

Le plus étonnant de tout est que cela fonctionne.

Toutes les pièces sont d'origine sauf les deux valves mono-plaques de type 81.

Cette merveille est un Panatropé dont la musicalité est surprenante, surtout quand on a la chance de capter un bon « radio-concert » (terminologie de l'époque). La partie radio est de Radiola (RCA) et le tourne-disques de General Electric. Je suis d'ailleurs toujours à la recherche de sa tête de pick-up.

**Page non
disponible**

LE MUSEE IMAGINAIRE

LE HAUT-PARLEUR GOODMAN'S AXIOM 80

Jean Hiraga

C

hez Goodmans, l'un des plus anciens spécialistes du haut-parleur électrodynamique, le modèle Axiom 80, a marqué profondément l'histoire de la haute-fidélité. Créé en 1955, soit presque cinq ans avant la vulgarisation de la stéréophonie, ce haut-parleur a été pour ainsi dire le premier du genre méritant vraiment l'appellation « large bande ». Son succès continua longtemps après sa disparition, au point que Goodmans se trouva contraint de lancer en 1985 une série spéciale pour les audiophiles japonais.

Cette fantastique popularité fut à l'origine d'une plus-value sensible puisque son prix unitaire de base, de l'ordre de 160 F en 1955, passa à quelque 4 500 F en 1985 (version « Renaissance » en série limitée livrée au Japon).

Goodmans fut l'un des premiers constructeurs britanniques à se lancer dans le haut-parleur électrodynamique de qualité. Les concurrents n'étaient pas inexistant non plus et pour mieux s'en rendre compte, il suffit de consulter les revues de l'époque (*Wireless World* en particulier). Bien avant l'ère de la stéréophonie, de la haute-fidélité, Goodmans ne cessa d'améliorer les

performances de ses haut-parleurs en laissant plus ou moins de côté les problèmes liés au coût de revient. Un superbe exemple pourrait être illustré par le modèle « The Invincible ». Ce modèle du début des années 30 est représenté sur la figure 1. Il fait partie de tous ceux qui sont à la base des haut-parleurs électrodynamiques de qualité : suspension périphérique rapportée et acoustiquement inerte (peau de chamois), partie dorsale du saladier très dégagée, évitant la formation de cavités, d'ombres acoustiques, de résonances parasites, circuit magnétique puissant avec entrefer étroit à valeur

d'induction élevée, châssis en fonte d'aluminium injecté sous pression, membrane légère, fréquence de résonance principale abaissée (par rapport aux modèles concurrents de l'époque). Il poussait même le luxe jusqu'à l'équipement de borniers (deux paires, pour la bobine d'excitation et la bobine mobile) d'excellente facture à serrage manuel, selon une mode qui a revu le jour à partir des années 70. Citons parmi les haut-parleurs anglais concurrents les plus imposants les Ferranti (M1 + AC, Marconiphone PM, Celestion PPM, GEC MC) ainsi que beaucoup d'autres d'origine américaine ou

allemande (Jensen, Western Electric, Siemens, etc.).

Chez Goodmans, la série Axiom a été créée au début des années 50. Bien avant cette date, d'autres constructeurs, principalement anglais, américains et allemands ont réalisé des haut-parleurs large bande, coaxiaux et même tri-axiaux, Parmi les plus célèbres figurent le Tannoy, le Jensen G 610, le Celestion 1212, le Siemens Coaxial, le Lorenz LP-312-2, les Stentorian Duplex Concentric, les Altec 604, le Dyad R.A., sans oublier les étonnants PM3 et PM4 de Lowther qui ont atteint les plus hauts sommets en matière de densité de flux dans l'entrefer, soit des valeurs comprises entre 22 000 et 25 000 gauss !

De nos jours, la fonction de haut-parleur « large bande » est plus facilement confiée à des modèles dont le diamètre se situe aux environs de 17 cm plutôt qu'à des diamètres supérieurs. Si l'on se tient à une bande « utile » comprise entre 150 Hz et 8 kHz environ, le haut-parleur le mieux adapté devient un modèle réservé à la reproduction du médium, mais avec une bande passante quelque peu « élargie ». Le modèle méritant vraiment la fonction « large bande » doit répondre à des exigences qui sont contradictoires, d'où la recherche d'un compromis. Les plus connues sont celles liées à la reproduction sans atténuation, sans distorsion des fréquences graves, des fréquences élevées et à la puissance acoustique maximale permise. Pour l'aigu, un équipage mobile léger, une membrane et une bobine mobile de petite taille sont souhaitables. Pour restituer correctement les fréquences graves, on a au contraire, besoin d'une grande membrane, d'une bobine mobile de plus grand diamètre capable de dissiper sans déformation mécanique une puissance plus élevée. On a résolu ces problèmes dans de nombreux cas en montant sur le châssis d'un haut-



THE INVINCIBLE

All British

The last word in Moving Coil Loudspeakers.

Low consumption, high sensitivity—the outcome of years of research. Can be used with 2-Valve Loudspeaker set. Write for full details and send us particulars of your set. We will give you candid expert advice.

GOODMANS
27 FARRINGTON ST. LONDON. E.C.4
Telephone: City 4472.

Fig. 1 : Publicité Goodmans (1933) du modèle « The Invincible » qui était, d'après l'annonceur, « le dernier mot en matière de haut-parleur à bobine mobile ». Il fait partie de ceux qui sont à la base des haut-parleurs électrodynamiques de qualité.

parleur de grave-médium, juste au-dessus du cache-noyau, un tweeter. Cette configuration coaxiale à circuits magnétiques indépendants est toujours d'actualité et s'utilise en autoradio et dans d'autres secteurs de l'électroacoustique. Les circuits magnétiques coaxiaux (genre Tannoy Dual Concentric, Jensen, Whiteley Stentorian Duplex Concentric, Altec 604, etc.) sont des versions qui sont toujours présentes sur le marché sous leur forme classique ou plus évoluée (structure nid d'abeilles, membrane plane par exemple).

Les véritables haut-parleurs large bande, assez nombreux vers les années 60 sont devenus

plus rares de nos jours. Un compromis trop juste conduit en effet à des registres de grave et d'aigu écourtés, à une puissance acoustique maximale admissible limitée. Il en a résulté qu'à prix pratiquement égal la clientèle a préféré s'orienter vers un système deux ou trois voies. Les best-sellers, encore sur le marché dix ou vingt ans après leur parution sont notamment les JBL LE 8T, Mitsubishi P 610 DA, Altec 405 8H, Fostex FE 103, FE 163 et dérivés, Richard Allen New Golden 8, Lowther (plusieurs modèles auxquels viennent s'ajouter des modèles plus récents comme les Triangle T 17 FL, le Roiné DX 200 (Japon). Le

Lowther PM 4, cité plus haut doit faire figure de produit d'exception : diamètre 21 cm, fréquence de résonance 10 Hz (!) (avec charge à pavillon de type Lowther-Voigt), fréquence de coupure haute 22 kHz (d'après le constructeur), rendement très élevé. De quoi étonner si l'on pense que ce haut-parleur exceptionnel a été conçu avant la vulgarisation de la stéréophonie.

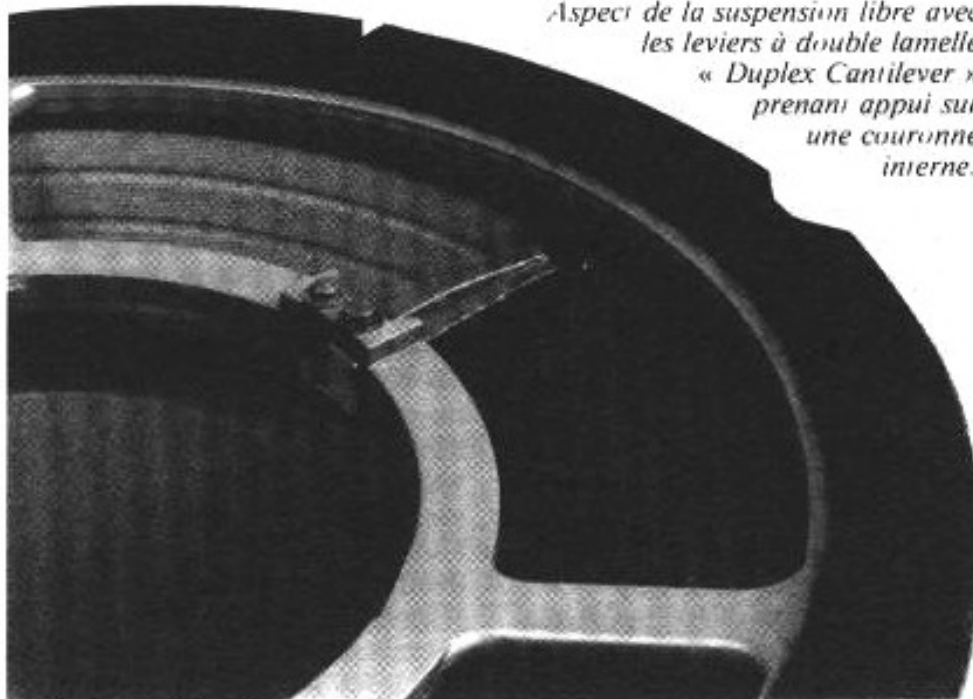
L'Axiom 80

L'Axiom 80 est, quant à lui, tout à fait unique en son genre. Pour couvrir avec efficacité tout le registre audible, soit 20 Hz à 20 kHz, son diamètre n'est ni de 16 ni de 21 cm mais de 24 cm. Le diamètre utile de la membrane est de 196 mm. De profil légèrement curviligne, cette membrane ultra-légère est réalisée en pulpe de papier non pressé à fibres fines et longues. Abandonné peu à peu à partir des années 70 au profit des membranes en matière synthétique, ce type de membrane, capable d'étonnants résultats, a revu récemment le jour sur quelques haut-parleurs de haut de gamme américains, japonais, anglais et même français. La membrane, munie de huit corrugations (effet de

découplage mécanique contrôlant le fractionnement diminue le diamètre émissif efficace lorsque la fréquence à reproduire augmente). La bobine mobile, de diamètre 25,4 mm sur support papier imprégné est réalisée en fil d'aluminium. Elle est relativement longue avec une bobine débordant de part et d'autre de la plaque de champ de 3,5 mm. Au niveau du collage de la bobine sur la membrane est rapportée une seconde membrane, plus petite, à profil exponentiel dont le diamètre à la périphérie est de 90 mm. L'ensemble formerait le classique haut-parleur bicône s'il n'existait pas sur l'Axiom 80 une grande originalité : la suspension baptisée « Cantilever Duplex ». Plusieurs raisons ont incité M. Newland, directeur de Goodmans à cette époque à adopter ce type de suspension. Sur les haut-parleurs courants, il est facile de mettre en évidence la linéarité de la suspension (spider + suspension externe). Cette non linéarité produit une courbe d'hystérésis que l'on peut établir en utilisant un courant continu variable, négatif ou positif. Les haut-parleurs électrodynamiques sont dans presque tous les cas sujets à ce genre de défaut. La courbe

(d'hystérésis) prend une allure de S et même sur des modèles à forte élongation, la plage de déplacement linéaire ne dépasse guère ± 5 mm. Les choses se compliquent en raison d'une variation sensible du champ magnétique en fonction de la position de la bobine mobile. La force motrice venant du centre, un déplacement sous grande amplitude entraîne par ailleurs un phénomène de roulis qui génère de la distorsion par harmonique impairs et rend nécessaire un élargissement de l'entrefer.

La « suspension libre » de l'Axiom 80 revient à se rapprocher au mieux d'un équipage mobile « suspendu », sans lien matériel avec le châssis autres que des forces de rappel vers un point de repos mécanique ultra-précis. Les suspensions périphériques et les spiders conventionnels introduisent des phénomènes tels que les frictions internes, le balancement (roulis), le décentrage. Pour des fréquences de résonance très basses, ces phénomènes s'aggravent. Si la texture, les caractéristiques mécaniques et acoustiques de la membrane sont d'une importance capitale vis-à-vis de la qualité de restitution sonore, Goodmans et ce modèle montrent l'importance qu'il faut attacher à la précision du centrage, à la linéarité des forces de rappel, ce, surtout lors de déplacements micrométriques, là où justement les suspensions conventionnelles travaillent de façon très imprécise, là où les forces de frottement internes sont importantes lorsque le haut-parleur n'a pas encore subi l'épreuve du vieillissement. Sur l'Axiom 80, six pièces en tissu bakéliné remplacent la suspension et le spider traditionnels et suppriment la majorité des inconvénients cités. Chaque levier est constitué de deux lamelles incurvées en opposition l'une par rapport à l'autre sous contrainte mécanique. En raison de leur longueur, soit 40 mm

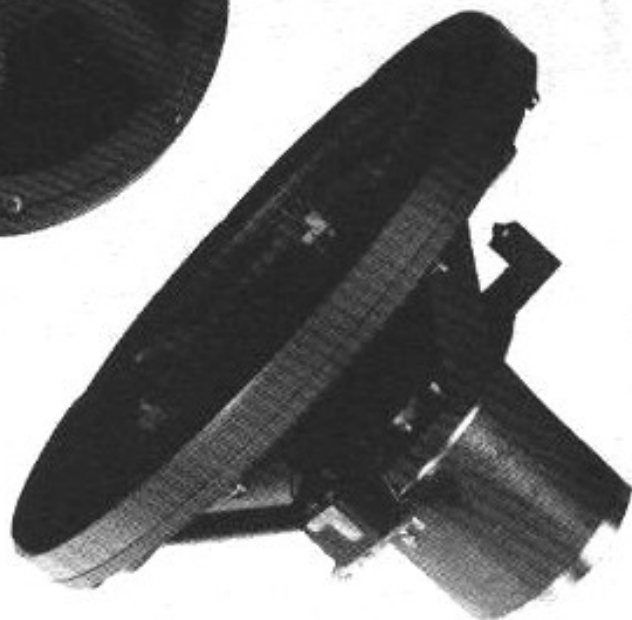
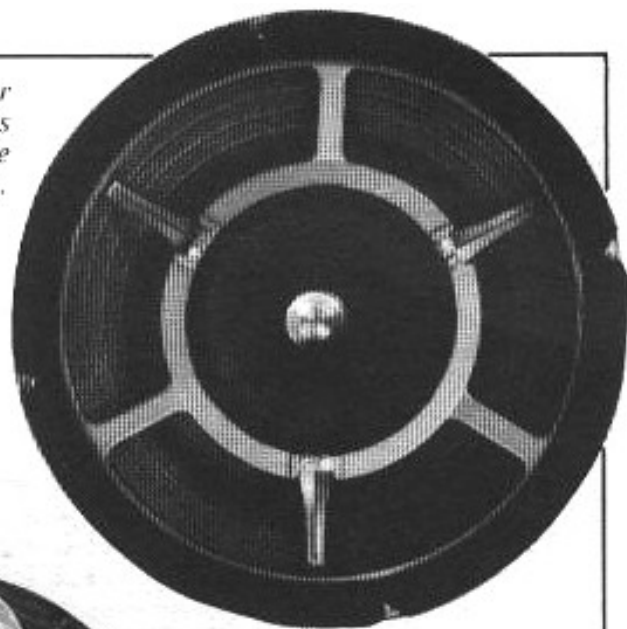


Aspect de la suspension libre avec les leviers à double lamelle « Duplex Cantilever » prenant appui sur une couronne interne.

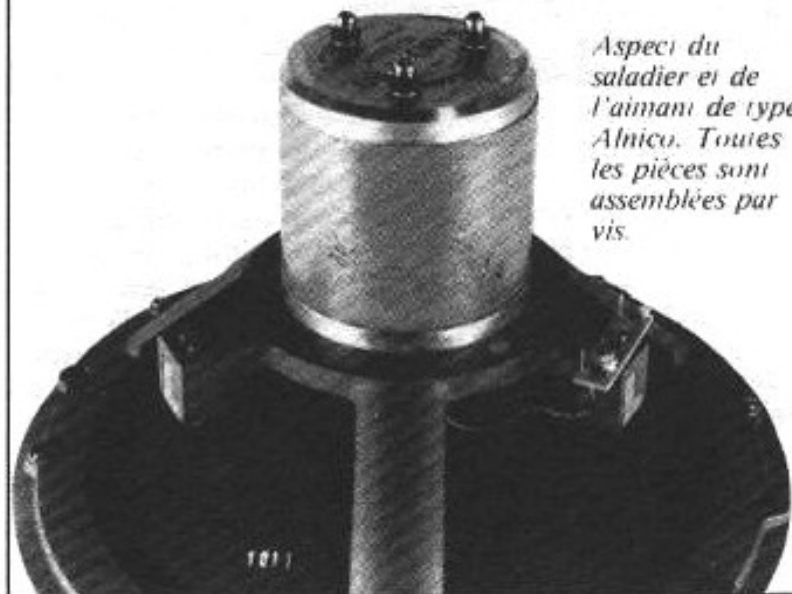
environ, leur placement sur la périphérie de la membrane aurait conduit à un diamètre total de l'ordre de 35 cm. Ici, Goodmans a préféré placer les leviers vers l'intérieur avec pour point d'appui une couronne intérieure de diamètre 115 mm. Cette couronne fait partie d'une superbe pièce en fonte d'aluminium injectée sous pression et usinée avec soin au niveau de la fixation des leviers. A préciser que du côté de la couronne interne, les lamelles des leviers doubles sont disposées à des hauteurs différentes (5 mm). En périphérie, le support en forme de double couronne est maintenu par six vis sur le saladier, lui aussi en fonte d'aluminium injecté et rectifié.

A la base de la membrane, le spider fait place à trois autres leviers doubles, de même type que ceux utilisés en périphérie mais plus longs (50 mm environ). Les trois leviers sont découpés dans une seule pièce, avec une couronne centrale commune qui facilite le collage et assure un bon maintien mécanique de la base de la membrane. Les six leviers assurent un centrage rigoureux et une absence totale d'effet de roulis que l'on peut mettre facilement en évidence : en appuyant légèrement sur un des leviers externes, la membrane descend en piston, sans porte-à-faux ni décentrage (malgré la présence d'un entrefer très étroit). On obtient de la sorte un centrage aussi précis que celui qui serait obtenu à l'aide de fils d'acier, mais avec des forces de rappel vives n'excluant pas la possibilité d'obtenir une fréquence de résonance principale basse. Elle est en effet de 20 Hz seulement. En contrepartie, ce système introduit deux inconvénients, celui de l'absence d'étanchéité au niveau du pourtour de la membrane et l'absence de protection contre les poussières. Contre ces dernières, Goodmans a prévu un cache en tissu enveloppant complètement le haut-parleur.

*Haut-parleur
Goodmans
Axiom 80 vu de
face.*



*Aspect du
saladier et de
l'aimant de type
Alnico. Toutes
les pièces sont
assemblées par
vis.*



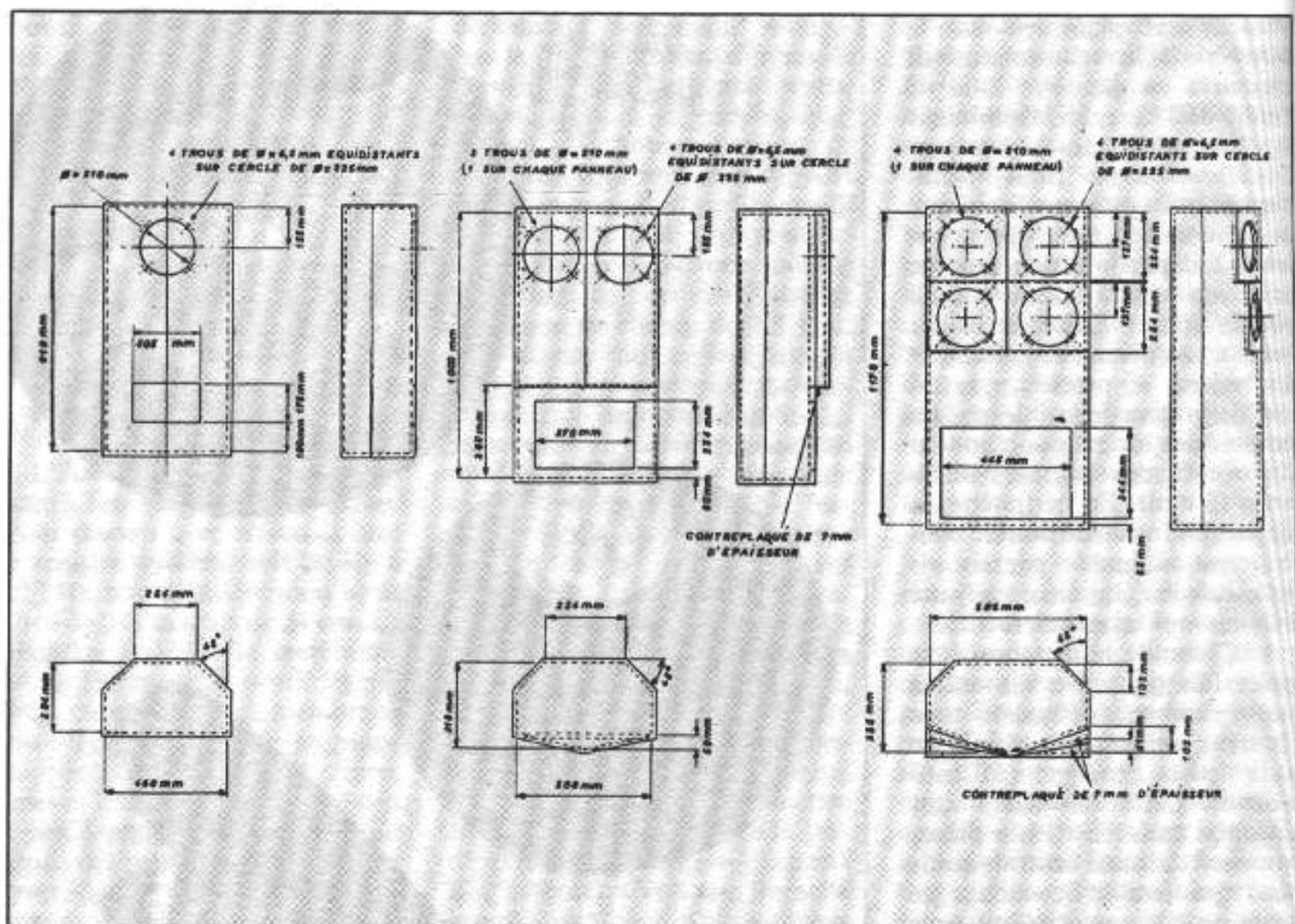


Fig. 2 : Cotes de trois types d'enceintes recommandées par Goodmans pour un ou plusieurs haut-parleurs Axiom 80.

Le circuit magnétique utilise une plaque de champ de 75 mm de diamètre et un aimant de type Alnico de 59 mm de hauteur. La qualité de finition de l'ensemble est tout à fait remarquable.

Les caractéristiques de l'Axiom 80 sont les suivantes :

— membrane à suspension libre « Duplex Cantilever »

— diamètre total : 24 cm

— profondeur : 19 cm

— diamètre de perçage : 19,7 cm

— réponse en fréquence : 20 Hz à 20 kHz

— fréquence de résonance : 20 Hz

— induction dans l'entrefer : 1,7 tesla (17 000 gauss)

— diamètre de la bobine mobile : 2,54 cm

— champ magnétique total : 62 600 maxwell

— puissance admissible : 6 W

— efficacité : 98 dB/m/W

— impédance : 15 Ω

— poids net : 4,5 kg.

Compte tenu du rendement élevé, la puissance maximale admissible peut rester faible, permettant ainsi d'alléger au mieux la bobine mobile. Le constructeur indiquait en effet 4 à 6 W. Grâce à un rendement aussi élevé, un test a permis de constater que l'on pouvait obtenir un niveau sonore confortable (équivalent à celui d'un petit récepteur de poche) avec une puissance de l'ordre de 30 mW !

La courbe de réponse niveau/fréquence de ce haut-parleur a été publiée dans le n° 12, page 149 (article de M. Pierre Loyez « Tubes et musicalité »). Dans l'axe, elle apparaît comme étendue, avec un relevé de niveau en forme de plateau entre 1 et

15 kHz qui tend par contre à disparaître dès que l'on passe sous une incidence de 20 à 30°.

Ajoutons que, dans la même gamme, il existait à l'époque chez Goodmans les versions Axiom 22 type 2 (30 cm bicône, large bande) et l'Axiom 150 type II (31 cm, bicône, large bande). Tous ceux qui ont connu ce haut-parleur ont apprécié son pouvoir d'analyse très poussé. Il atteignait, d'après les spécialistes qui ont essayé d'en obtenir la quintessence en cherchant le mode de charge et d'amplification le mieux adapté la définition des meilleurs haut-parleurs électrostatiques.

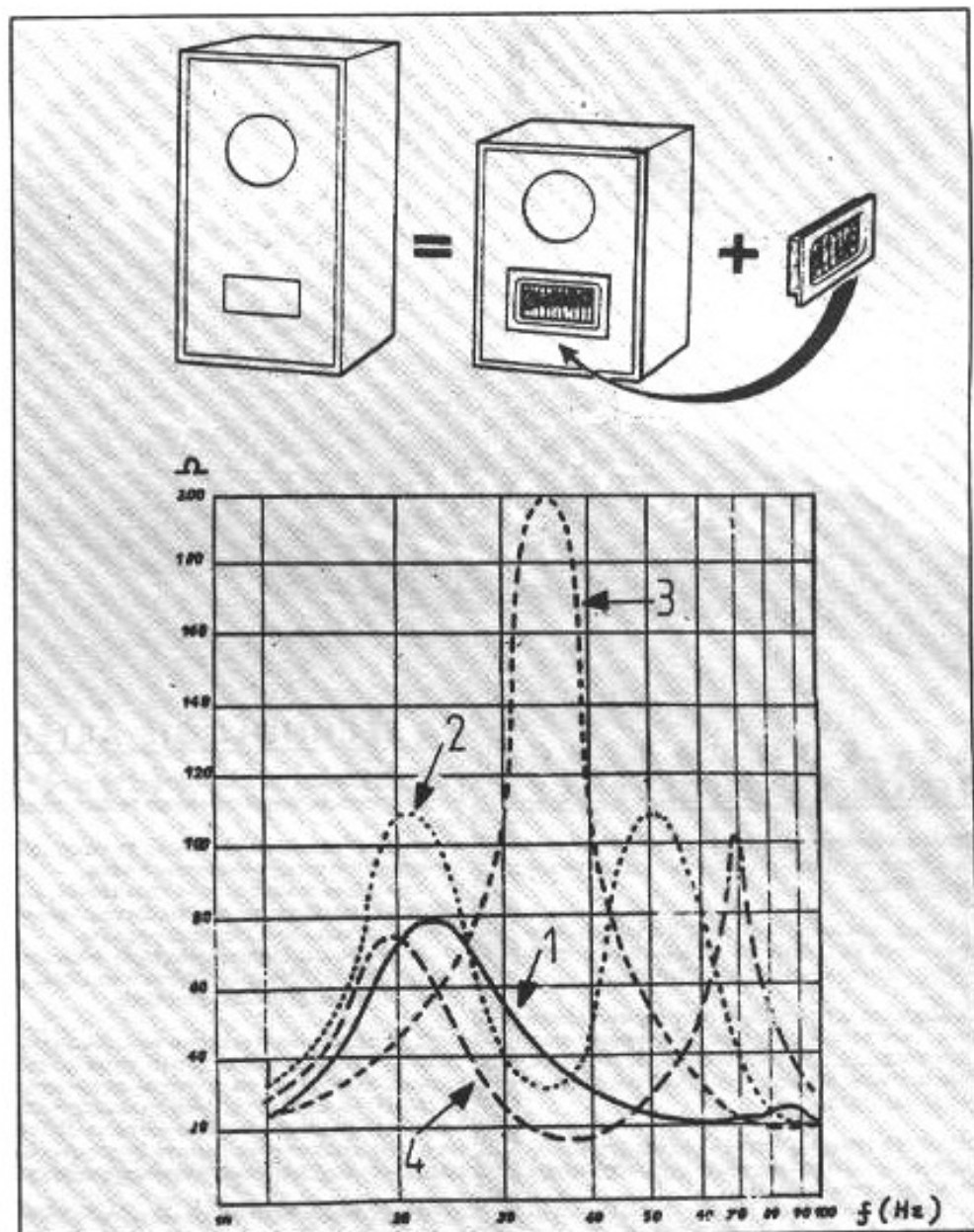
Enceintes pour l'Axiom 80

L'Axiom 80 est une version à

membrane légère avec bords non étanches et à rendement élevé. Une charge de volume assez important est souhaitable. On trouvera sur la figure 2, trois modèles d'enceintes publiés à l'époque conçues pour un, deux ou quatre Axiom 80. Ces enceintes sont de type bass-reflex mais avec évent freiné à l'aide de l'« Acoustic Resistance Unit » ou A.R.U. Cet accessoire que Goodmans vendit avec succès sur les séries d'enceintes Axiom est constitué de deux grilles et d'un textile intermédiaire (sorte de feutre). Sa mise en place au niveau de l'évent a pour effet d'introduire un amortissement mécano-acoustique qui a pour effet :

- de réduire l'amplitude de déplacement de la membrane aux basses fréquences,
- de réduire l'amplitude de la seconde bosse d'impédance. Ces bosses, d'égales amplitude lors d'un accord optimisé bass-reflex font place à une seule bosse, la seconde se trouvant presque totalement éliminée,
- possibilité, en association avec l'Axiom 80 d'étendre la réponse en fréquence à des valeurs très basses (20 à 30 Hz),
- charge de volume relativement restreint en regard de l'étendue de la réponse grave,
- effet de « lissage » de la réponse aux fréquences grave (meilleur linéarité).

Signalons au passage qu'il a existé et qu'il existe toujours beaucoup de principes proches ou aboutissant au même effet de résistance acoustique : rideaux de feutre, plaques perforées ou à fentes (genres Briggs), structure cellulaire (genre nid d'abeilles ou à partir de carton ondulé enroulé sur lui-même), le principal étant de trouver la valeur d'amortissement adaptée à la charge et au haut-parleur. Un bon réglage permet d'obtenir une caractéristique d'impédance proche de celle qui serait obtenue en enceinte close, mais dans un grand volume et avec un très bon



1. Enceinte Axiom avec A.R.U.
2. Bass-reflex accordée classique
3. Enceinte close
4. Même enceinte qu'en 1, mais close.

Fig. 3 : Filtre acoustique Acoustic Resistance Unit. Des principes proches ont été utilisés par différents constructeurs. Remarquer l'amortissement et l'abaissement de la fréquence de résonance.

amortissement de la résonance (voir figure 3). Ce principe de l'A.R.U., nettement plus performant que le bass-reflex simple, mériterait d'être mieux connu, ceci même si quelques constructeurs l'utilisent sous sa forme d'origine ou modifiée.

Autre avantage de l'Axiom 80 : c'est l'un des rares haut-parleurs sur lequel il n'existe pas de problèmes de vieillissement de la suspension périphérique et du spider. En effet, un spider fatigué a pour gros défaut de rendre

le point de repos mécanique de l'équipage mobile instable et flou, de ralentir le temps de montée et d'augmenter le traînage.

L'Axiom 80 se trouve de temps en temps d'occasion dans les petites annonces. C'est l'un des rares du genre dont la membrane soit démontable et remplaçable sans opération de collage. Relativement rare, c'est une affaire qu'il ne faut pas manquer lorsqu'une telle occasion se présente.

**Page non
disponible**

POINT DE VUE

CONNECTIQUE : TOUT CE QUI BRILLE N'EST PAS OR

Didier Flacon

D

epuis le n° 1 de L'Audiophile en 1977, où Jean Hiraga abordait le problème de la qualité des contacts, il ne s'est guère passé grand chose dans ce domaine. L'uniformité des contacts dits « de qualité » ou « pour audiophiles », dorés en surface y est certainement pour quelque chose. Pourtant quatorze ans après cet article qui fit l'effet d'une bombe, il semble de plus en plus évident que tout ce qui brille n'est pas or !

Les problèmes habituels rencontrés au niveau de la connectique sont de deux ordres : salissures (particulièrement corps gras qui déposent un film en surface) et oxydation. Le premier se règle de la manière la plus simple qui soit et un peu d'alcool sur un chiffon constitue une excellente solution pour le résoudre !

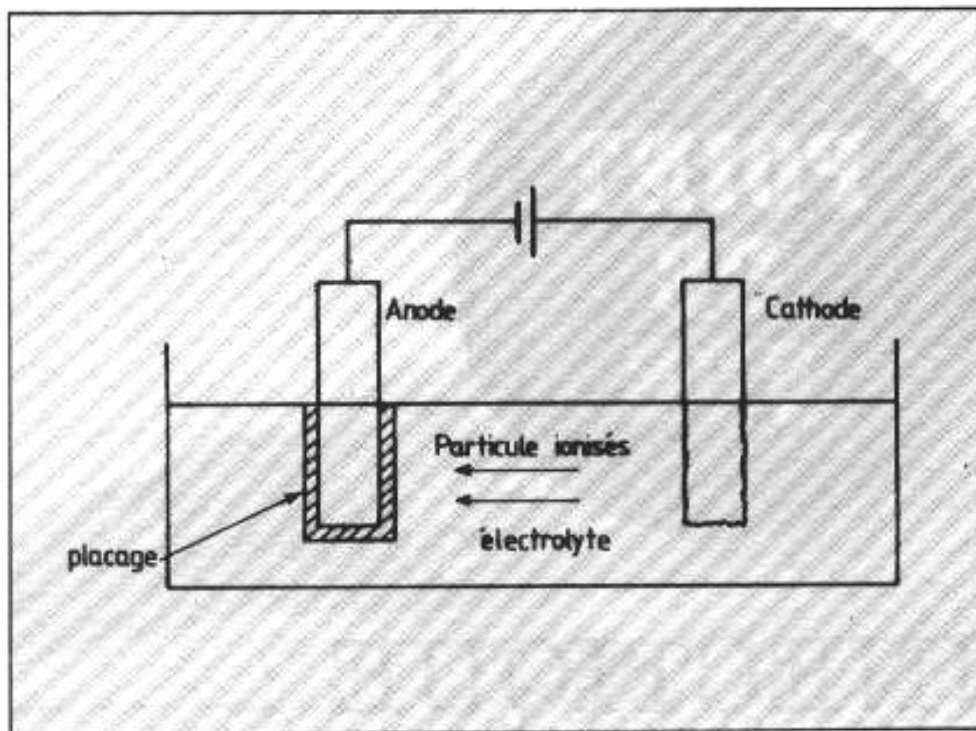
Le second est déjà de nature plus complexe et il fait intervenir des phénomènes d'oxydo-réduction. En effet, il faut savoir que tout corps métallique, lorsqu'il est au contact de l'oxygène de l'air, modifie sa struc-

ture en surface. Des particules de ce métal se combine avec des atomes d'oxygène pour créer un oxyde dont les propriétés, notamment en résistivité, peuvent être tout autres. Le phénomène peut affecter les métaux de différentes manières. Sur l'aluminium par exemple, l'oxyde formé en surface prend la forme d'une pellicule extrêmement fine (quelques fragments de micron), absolument hermétique à l'air. Ainsi, le métal s'autoprotège de lui-même et tant que cette pellicule est préservée, les atomes d'oxygène ne peuvent pas filtrer

pour « attaquer » le métal. En revanche, sur du fer, l'oxydation prend une autre forme et peut aller jusqu'à la disparition totale du métal.

Seuls les métaux dits nobles comme l'or ne sont pas affectés par ce problème d'oxydation.

C'est pourquoi la plupart des contacts sur les appareils ou des cordons de connexion de classe supérieure bénéficient d'un traitement en surface et sont revêtus d'une fine pellicule d'or. Cette couche dorée devient même un argument publicitaire chez la plupart des constructeurs qui



Vue partielle d'un connecteur CINCH.

vantent un meilleur pouvoir d'analyse et une haute définition. Tous font maintenant front commun — mis à part Accuphase entre autres pour ses câbles de liaison — pour contenir un public de plus en plus sensibilisé par la qualité de la connectique.

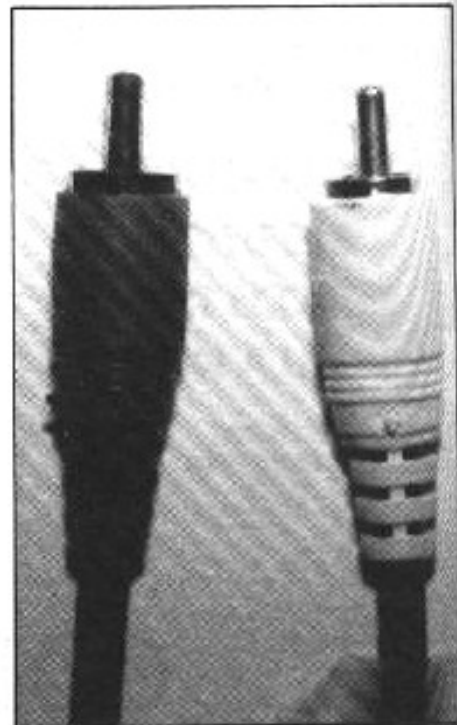
Pourtant, ceci soulève une interrogation. Pourquoi existe-t-il de telles différences de prix d'un connecteur à un autre, alors que la solution de la dorure est censée résoudre de façon définitive les problèmes de contact ? La qualité de l'usinage, des éléments isolants, le type de connexion existant entre le câble et le connecteur ou enfin la précision sont en majeure partie responsables de ces différences. Mais surtout, il y a la qualité du traitement de surface et de la dorure (exprimée en carat) et le moyen de parvenir à cette dorure.

La fabrication de ces connecteurs dorés s'effectue par procédé électrolytique. Le cas de figure le plus simple met en présence deux métaux de nature dif-

férente plongés dans un bain électrolytique. Une source de courant est appliquée à chacun de ces métaux, l'un s'appelant la cathode, électrode négative, l'autre anode ou électrode positive. Il y a alors migration de particules ionisées dans l'électrolyte d'une électrode à l'autre et l'on peut obtenir ainsi un placage.

La qualité de cette dorure peut être très différente. L'or n'est bien entendu pas utilisé pur, mais en association avec du cobalt dont la proportion définit à la fois la teinte (ce n'est guère essentiel en haute-fidélité) mais surtout la dureté. Cette dorure est parfois précédée d'une étape de nickelage. En effet, le laiton, souvent utilisé, présente un état de surface granuleux qu'on lisse avec une très fine couche de nickel. Ce métal, très malléable, assure en même temps un très haut pouvoir de contact avec la couche d'or qui s'ensuit.

La qualité du contact, de sa résistance et de l'intérêt qu'il offre contre l'oxydation dépend



Effets de la corrosion sur une fiche dorée de qualité douteuse. La fiche de gauche a été littéralement décapée.

essentiellement de ces différentes étapes. Ainsi, les prises d'origine WBT unanimement reconnues font appel à plusieurs couches de natures différentes précédant la dorure.

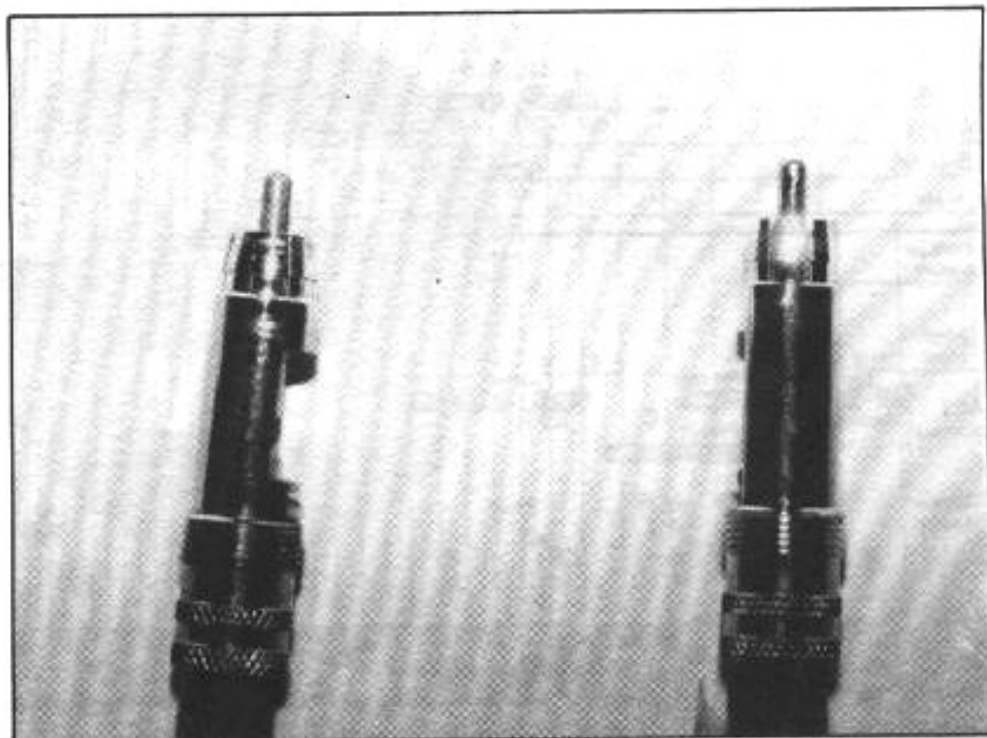
Pour vérifier la qualité de ce placage, nous avons plongé des connecteurs dorés dans un bain acide. En effet, en raison des propriétés anti-oxydation de la dorure, la couche en surface doit logiquement rester en place. L'examen de ces fiches, relevées après quelques heures d'immersion, démontre le contraire. On constate aisément sur la photographie du haut une corrosion très nette du connecteur de gauche littéralement décapé. A ces côtés, le connecteur original avant immersion... Le prolongement de l'expérience aurait sans aucun doute fait disparaître intégralement cette couche. Sur la deuxième prise au contraire, on ne constate aucune dégradation du traitement en surface, mis à part quelques points de rupture dus à de multiples contraintes mécaniques.

A partir de cette constatation, deux hypothèses peuvent être envisagées. Soit la couche dorée n'est qu'une vague « peinture » jaunâtre qui n'a plus grand chose à voir avec l'or, et là il vaut mieux ne pas y songer, soit la dorure n'a pas été faite dans les règles de l'art, ce qui est au moins aussi grave. Cela peut résulter d'une dorure poreuse ou d'une couche intermédiaire entre la dorure et le métal massif. En effet, puisque chaque métal peut être sujet à l'oxydation, il devient évident que celui-ci doit être décapé puis plongé dans l'électrolyte sans être au contact de l'air ambiant afin de ne pas se trouver assujéti à ce phénomène.

Un autre point à envisager est le phénomène de d.d.p. (différence de potentiel) de contact. En effet, chaque métal peut se classer dans la catégorie des métaux électropositifs ou électronégatifs (voir tableau récapitulatif de ces métaux et de leur d.d.p. par rapport à l'ion hydrogène). Il faut savoir que lorsque l'on met en contact des métaux de natures différentes, il se produit une différence de potentiel entre eux. C'est un phénomène bien connu dans l'industrie, où l'on évite certaines associations malencontreuses. Imaginons par exemple une couche d'or sur du nickel respectant une d.d.p. de 1,5 volt et -0,25 volt. La d.d.p. résultante est de :

$$1,5 - (-0,24) = 1,75 \text{ volt.}$$

En présence d'humidité, le métal le plus électronégatif est attaqué par celui le plus électropositif et une électrolyse locale apparaît. Il ne fait aucun doute que ce phénomène est désastreux dans la mesure où il s'accompagne d'un processus électrique (migration de particules ionisées dans un sens) qui viendra interférer avec le signal musical. Ce phénomène de d.d.p. de contact et d'électrolyse n'est pas à négliger. Les signaux musicaux qui



La corrosion n'a eu aucun effet sur cette fiche de très haute qualité. On ne remarque aucune différence entre celle de gauche immergée dans un bain acide et l'autre non.

Données en volt par rapport à une électrode à hydrogène

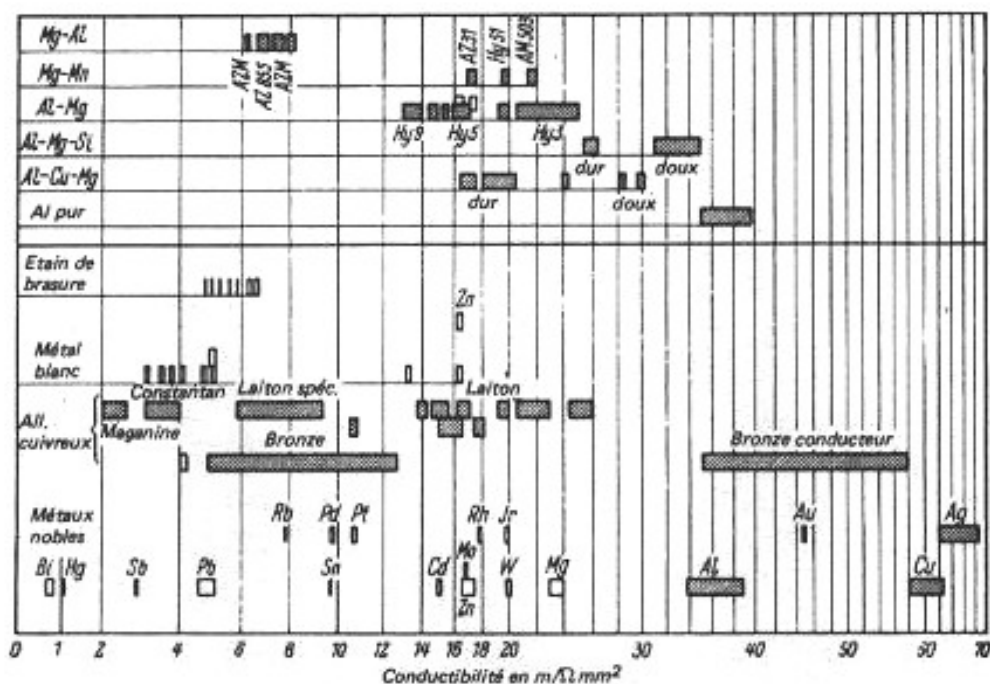
Or	+ 1,5	Cobalt	- 0,26
Chlore	+ 1,36	Cadmium	- 0,42
Brome	+ 1,09	Fer	- 0,43
Platine	+ 0,87	Chrome	- 0,56
Mercure	+ 0,86	Zinc	- 0,76
Argent	+ 0,80	Aluminium oxydé ..	- 0,7 - 0,9
Iode	+ 0,58	Manganèse	- 1,1
Cuivre	+ 0,35	Aluminium poli	- 1,45
Arsenic	+ 0,30	Magnésium	- 1,87
Bismuth	+ 0,20	Calcium	- 2,5
Antimoine	+ 0,20	Sodium	- 2,72
Hydrogène	0,00	Baryum	- 2,8
Plomb	- 0,13	Potassium	- 2,95
Etain	- 0,15	Lithium	- 3,02
Nickel	- 0,25		

D.d.p. de contact de différents éléments par rapport à une électrode à l'hydrogène (d'après le formulaire Krist).

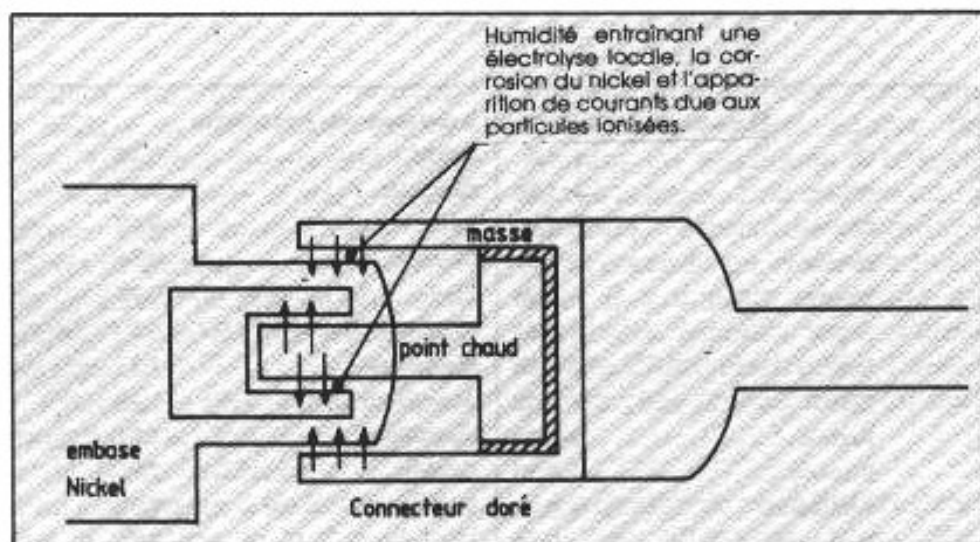
Données en mV pour une différence de température de 100 °C

Chrome-nickel	+ 1,44	Manganine	- 0,04
Fer	+ 1,04	Aluminium	- 0,36
Tungstène	+ 0,05	Platine	- 0,76
Cuivre	0,00	Nickel	- 2,26
Argent	- 0,04	Constantan	- 4,16

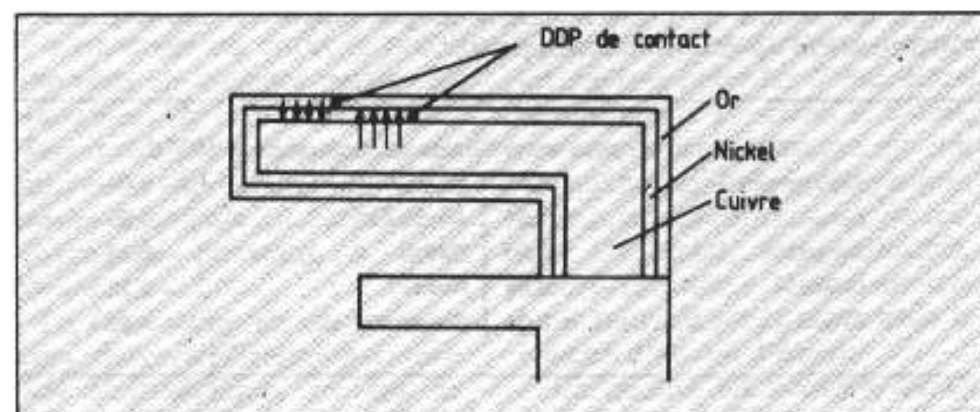
Tensions thermoélectriques exprimées en millivolt pour une différence de température de 100° C. Effet Peltier (d'après le formulaire Krist).



Conductivité de différents métaux et alliages. On remarquera que l'or (Au) possède des propriétés manifestement inférieures au cuivre ou à l'argent sur ce paramètre (d'après le formulaire de Krist).



Vue en coupe d'un contact de type CINCH (prise mâle sur une embase femelle).



Effet de la d.d.p. de contact sur un connecteur en cuivre nickelé puis doré.

traversent ces contacts n'excellent en effet que très rarement quelques micro ou millivolts, et donc peuvent être d'intensité beaucoup plus faible que celle des phénomènes décrits plus haut. On peut minimiser ces problèmes en utilisant une dorure suffisamment épaisse pour ne pas être poreuse. Il se produit le même phénomène sur les circuits imprimés dorés où le cuivre peut être attaqué par l'or.

Cette analyse pourrait rejoindre certaines observations d'Audiophiles qui ont pu constater qu'il valait mieux éviter d'associer des connecteurs CINCH mâles et femelles de nature différente (par exemple embase nickelée et connecteur doré).

Un phénomène auquel on peut ajouter l'effet thermoélectrique ou l'effet Peltier qui est défini par la relation suivante :

$$Q = (\alpha_1 - \alpha_2) T \cdot I$$

(α_1, α_2) : pouvoirs thermoélectriques des deux conducteurs
 T : température de jonction
 I : intensité dans le circuit
 Q : puissance thermoélectrique.
 particulièrement sujet aux variations en fonction du courant et donc au non linéarités.

De par cette analyse, la solution des contacts dorés n'est effectivement pas une panacée en soi et doit faire l'objet d'une attention très soutenue dans sa réalisation et sans son usage. Car le remède peut effectivement devenir bien pire que le mal. La solution : utiliser des contacts en or massif si l'on veut aller jusqu'au bout des choses !

Il est évident que ceci n'est qu'un aperçu très parcellaire des problèmes de contacts, volontairement limités aux connecteurs de modulation. Il peut s'étendre en effet aux soudures, commutateurs et inverseurs en tous genres.

POINT DE VUE

LE LUTHIER-CHERCHEUR TYROLIEN

Jean-Philippe Bondy

N

ous avons fait la connaissance d'un homme étonnant, auteur d'un ouvrage intitulé « Le caractère du son », définissant de façon rationnelle la notion de musicalité, et qui s'oppose à la tendance actuelle à vanter, mesures à l'appui, les qualités acoustiques des matériaux synthétiques et composites. Une théorie pour le moins surprenante et aux résultats inattendus dont nous vous exposons les plus grandes lignes.

Flauring est un petit village situé à 740 m d'altitude dans la vallée de l'Inn, à une demi-heure de route d'Innsbruck, en Autriche. Un village enfoui sous la neige en cette période hivernale dont l'auberge, la chapelle et les quelques vaches insouciantes ne justifieraient pas une halte si l'on n'y rencontrait un bien curieux personnage, un passionné de la plus pure espèce.

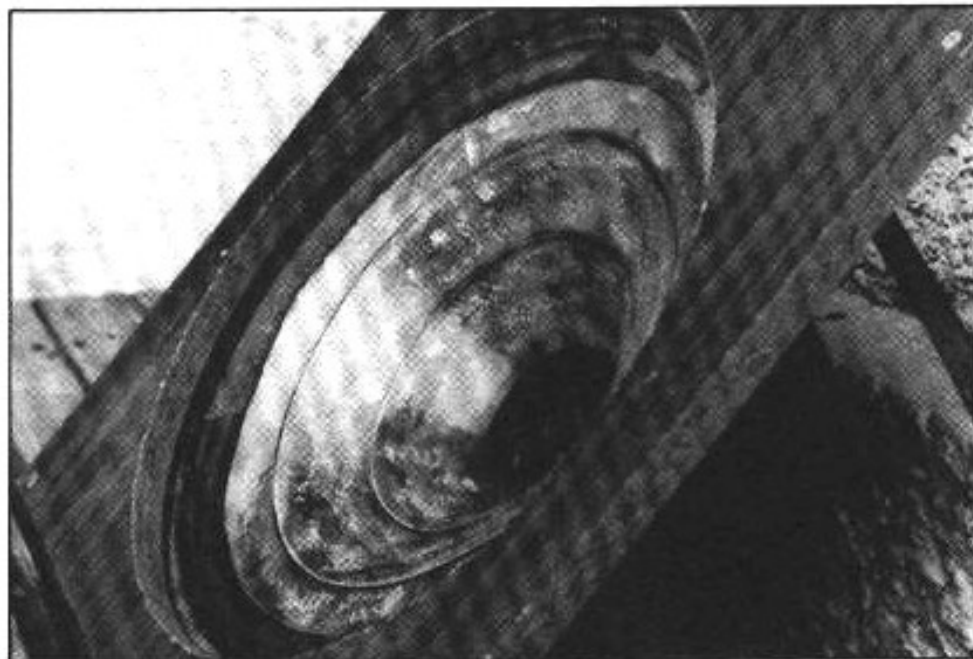
Dieter Ennemoser est de ceux que rien ne semble pouvoir arrêter, dont l'optimisme à toute épreuve et la volonté tenace permettent aux idées avant-gardistes

de voir le jour. D'abord ingénieur du son, puis professeur de violon, il a finalement choisi d'unir ses deux passions en se consacrant à la fabrication d'instruments de musique à cordes et de haut-parleurs. Son objectif : parvenir au son le plus naturel et musical possible avec comme seuls outils un piano et une oreille longuement exercée au fil des années.

Alors que les fabricants de haute-fidélité, dans leur course au 0,00001 %, s'acharnent à éliminer la moindre distorsion, cet artisan adopte l'attitude radica-

lement opposée d'obtenir une coloration bien précise inaudible en tant que telle mais qui serait responsable de la musicalité. Mais définir en termes rationnels une telle sensation nécessite de s'interroger sur la nature du corps humain.

En effet, expliquer l'idée exposée par D. Ennemoser revient à répondre à la question suivante : de quoi sommes-nous constitués, notre corps et notre oreille ? De différents tissus qui composent les organes, les muscles, les os. De même l'oreille interne comporte une chaîne



Haut-parleur grave modifié de 38 cm, d'origine H&H (Angleterre). On distingue la membrane en portions de cône réalisée en carton rigidifiée par du vernis à violon. Ce profil transforme les inévitables distorsions dues aux fractionnements (mauvais fonctionnement en piston) en colorations correspondantes à celles de l'oreille, créant la sensation de musicalité. Les timbres s'expriment avec plus de naturel.

d'osselets qui propage les vibrations sonores jusqu'à la cavité labyrinthique où baignent les cellules ciliées, les récepteurs nerveux auditifs. Cette chaîne d'éléments se comporte comme un filtre à la réponse très accidentée et modifie le son initial. Le cerveau doit alors logiquement se comporter en filtre complémentaire pour rétablir l'information originale en « gommant » les colorations apportées par l'oreille. Or, plus inhabituel ou compliqué, et donc fatigant, sera le traitement du cerveau et plus désagréable sera la sensation auditive ressentie par le sujet qui qualifiera de creux, froid, nasillard, dur, voire d'agressif le son perçu. En revanche, le cerveau comblera son propriétaire d'images positives correspondantes à un bien-être auditif, la sensation de musicalité, si le traitement à accomplir se limite au travail familier de filtrage complémentaire.

A la recherche du matériau idéal...

Il apparaît que pour arriver à une telle sensation, les sons doi-

vent être produits par des matériaux dont le spectre fréquentiel correspond à celui de la chaîne d'osselets de l'oreille interne à la température du corps humain, 37° C (la température du corps influant sur son timbre). Or les os contiennent du carbone, atome présent dans bien des constituants naturels tels que le bois et surtout le charbon. Après de nombreux essais que notre luthier nous a relatés à grand renfort d'illustrations sonores, il a constaté que les caractéristiques des os et du carbone, à 37° C, étaient similaires, d'où l'appellation de « structure C37 », la référence musicale pour l'être humain.

Le gros œuvre accompli par D. Ennemoser a été de déterminer les dix harmoniques du charbon répartis sur une octave et transposables à toute la bande audible. Ces fréquences correspondent aux « pics » de la courbe de réponse de l'oreille et constituent la signature du timbre « idéal » dont il a muni ses instruments de musique en leur donnant une forme particulière,

et en utilisant les matériaux et les vernis proches de la « structure C37 ».

Un cutter, une boîte de pizza et du vernis à violon

L'application de ce procédé à la confection de membranes de haut-parleurs va permettre d'illustrer cette théorie pour le moins surprenante. Les ingrédients : un solide haut-parleur de 45 cm de diamètre, un cutter, une boîte de pizza en carton et du vernis à violon, C37 bien sûr !

La membrane d'origine est remplacée par une autre réalisée dans le carton de la boîte de pizza et rigidifiée par le vernis à violon, vernis préparé à l'aide de substances apportant les colorations sonores du carbone, ou de l'os. Le profil de la nouvelle membrane est volontairement anguleux, et donc discontinu. En effet, la membrane exponentielle classique présente une variation de timbre quand on la frappe avec l'ongle, du centre vers la périphérie. On met ainsi en évidence toute une gamme de sonorités. L'intérêt de construire une membrane constituée de portions de cônes d'angles différents permet de sélectionner à chaque fois une tonalité précise, modelant la réponse impulsionnelle du haut-parleur à l'image de celle de l'oreille. Ainsi, la coloration du haut-parleur est inaudible, de même que celle apportée par l'oreille elle-même, puisque masquées toutes deux par le simple travail de filtrage complémentaire du cerveau. Subsiste simplement la sensation de bien-être auditif causé par l'absence de fatigue nerveuse qui conduit à l'impression de musicalité.

Le transducteur ainsi revu et corrigé est utilisé en large bande sans aucun filtrage. Il est complété par un tweeter à ruban modifié également, attaqué à travers un simple filtre passe-

haut du premier ordre.

Il va sans dire que l'écoute promettait d'être dure, ne connaissant que trop bien le comportement irrégulier des haut-parleurs de fort diamètre dans le haut du spectre.

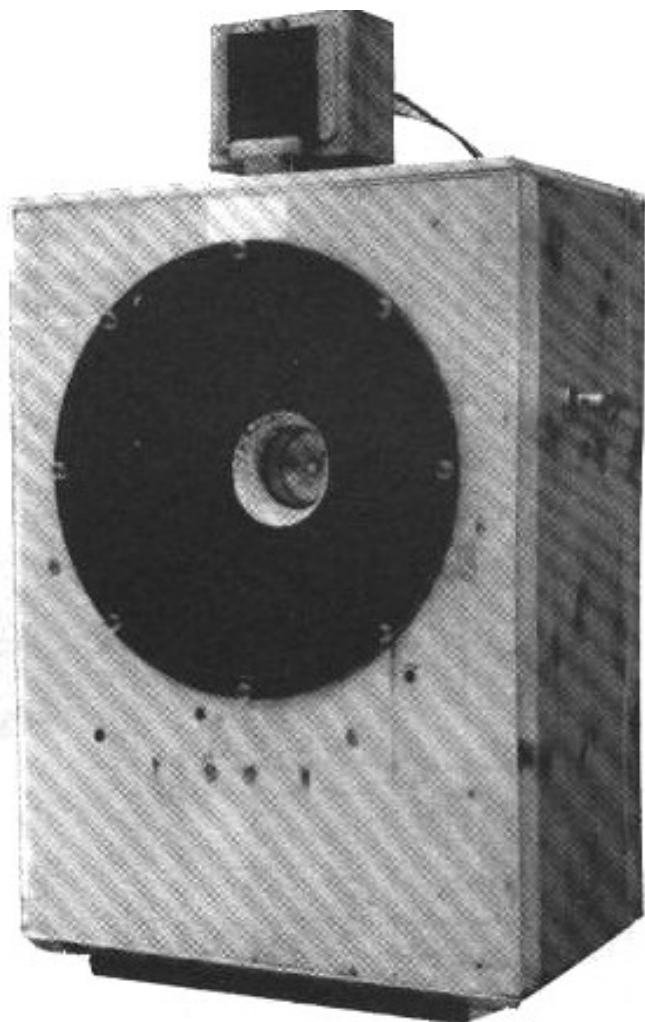
Il n'en fut rien, au contraire : le haut-parleur grave monte avec chaleur et dynamique jusqu'à environ 3 000 Hz, fréquence à laquelle le tweeter prend le relais. Les voies humaines et les cordes sont restituées avec chaleur et réalisme sous des niveaux même très importants, avec en permanence cette impression de douceur et de fluidité déconcertante, au vu des moyens utilisés. On sent que le haut-parleur de graves, une fois modifié, gagne énormément de qualités dans le médium. Enfin, signalons qu'un profil de membrane à dôme est également à l'étude. A suivre...

Si cette théorie peut laisser sceptique, force est de constater que sa mise en application réserve d'excellentes surprises sur le plan subjectif. Mais Dieter Ennemoser n'est pas le seul à s'intéresser de près aux matériaux d'origine organique car même Sony propose actuellement une gamme d'enceintes équipées de graves-médiums en papier et de tweeters à membrane en biocellulose également utilisée sur le fabuleux casque MDR-R10 dont les qualités de naturel et de musicalité ont été unanimement reconnues.

Ne serait-il pas en effet plus sensé de se rapprocher de notre physiologie en redécouvrant les matériaux naturels, qui ont toujours constitué notre cadre de vie ?

Bibliographie

« *The character of sound* ». Editions Verlag Musikhaus Pan AG, Zurich, Suisse, 1990, by **Dieter Ennemoser**. A6403 Flaurling, Tirol, Autriche.



Vue du système à deux voies constitué d'un tweeter à ruban ESS Air Motion Transformer (Californie) et d'un grave Goodmans Audiom 91, 45 cm (Angleterre), tous deux modifiés.



Violon conçu et réalisé par D. Ennemoser. Remarquer les discontinuités de la table ainsi que la découpe particulière des ouïes.

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

CLASSIQUE

LA MESSE MUSICALE DU XIV^e AU XIX^e SIÈCLE « SOLI DEO GLORIA »

1^{re} PARTIE - XIV^e-XV^e SIÈCLES

P

oursuivant notre exploration des grandes formes musicales occidentales, nous abordons aujourd'hui la messe polyphonique.

Ses origines — très lointaines — remontent aux balbutiements de la musique polyphonique même si, sous sa forme définitive en cinq parties, elle n'apparaît qu'au XIV^e siècle. C'est, de toutes les formes musicales composées, la plus ancienne...

La messe musicale Son organisation

Il convient d'abord de délimiter ce qui appartient à la musique et ce qui revient à la liturgie. La messe catholique juxtapose deux suites de textes. Le Propre et le Commun ou Ordinaire. Le Propre est constitué de prières relatives à une fête particulière. Ces textes, toujours en latin, comprennent l'Introït, le Graduel, l'Alleluia, la Séquence, l'Offertoire,

la Communion. Excepté dans les messes de Requiem, le Propre n'est jamais retenu par les compositeurs. Le Commun (en grec Kyriale) regroupe les cinq pièces chantées à tous les offices de l'année, à de rares exceptions près. Le Kyrie (demande de pardon), le Gloria (chant de louanges), le Credo (affirmation de la foi), le Sanctus et l'Agnus Dei. Ce sont là les cinq « mouvements » de la messe catholique et, par suite, de la messe polyphonique. Cette suite demeurera immuable — ou pres-

que — du XIV^e au XX^e siècle. Il faut toutefois préciser que le Credo, fort long, n'est pas toujours retenu. À partir de la Réforme, des messes dites « luthériennes » verront le jour (ex. : les messes brèves de Bach). Elles ne comptent que les chants du Kyrie et du Gloria. Enfin, certains maîtres, de Vivaldi à Poulenc, n'ont parfois retenu que le Gloria, édulcorant les quatre autres « mouvements ». Il s'agit là de fragments de messes dont l'esprit est tout à fait conforme à celui des messes complètes.

Les origines musicales de la messe. La monodie grégorienne

Dès le Haut Moyen-Âge, les premiers textes musicaux du Commun apparaissent. Dix-sept messes grégoriennes sont parvenues jusqu'à nous, auxquelles il faut ajouter celle des Défunts. Ces messes regroupent quatre chants : Kyrie, Gloria, Sanctus, Agnus Dei. Les Credo, au nombre de quatre, sont indépendants. Le Kyrie, de langue grecque, est apparu en 529 au Concile de Vaison. Il comporte trois fois trois invocations de caractère litanique. Le Gloria, d'abord chanté en grec, est l'un des textes les plus anciens de la chrétienté. Aujourd'hui en latin, il a conservé dans ses tournures mélodiques des formules litaniques. Le Credo, plus tardif, se dessine vers la fin du XI^e siècle. Quant au Sanctus, il fut l'un des premiers textes à être chanté conjointement par le célébrant et l'assemblée. Comme le Gloria, il apparaît au début du deuxième siècle. C'est au XV^e siècle qu'on le prolongea du Benedictus, que certains maîtres remplacèrent parfois par un motet. L'Agnus Dei, enfin, apparut dans les dernières décades du VI^e siècle. Il répète, à trois reprises, la même invocation.

Le messes grégoriennes, mais également de nombreuses messes polyphoniques, s'achèvent par l'envoi « *Ite Missa est - Deo Gratias* », dont la mélodie est presque toujours une redite du Kyrie. Si les dix-sept Communs grégoriens sont aujourd'hui réunis en « suites » autonomes, il n'en fut pas toujours ainsi. Ce n'est qu'au XIX^e siècle qu'ils prirent leur forme définitive... ce qui explique leur structure musicale assez hétérogène où, parfois, un Sanctus du XII^e fait suite à un Kyrie du XV^e (ex. : Messe VIII « *De Angelis* »).

Les premiers essais polyphoniques

Ce ne sont pas les textes du Commun qui firent l'objet des premières tentatives polyphoniques. Le Graduel, l'Alleluia, la Séquence retinrent d'abord l'attention des maîtres de l'École de Notre-Dame (Ars Antiqua) tels qu'Albert, Léonin et Pérotin. De la fin du XII^e siècle au début du XIV^e, trois genres polyphoniques sacrés se développent : l'*organum à vocalises*, le *motet* et le *conduit*.



Jean van Eyck : polyptique de l'Agneau Mystique, les Anges Musiciens.

Bien que n'illustrant pas de messes, ces trois genres méritent d'être décrits succinctement car ils se trouvent à l'origine de nombreux procédés d'écriture que l'on rencontrera, de la messe de Machaut à Palestrina.

• **L'organum à vocalises.** Il solennisait les grandes fêtes liturgiques. La voix principale ou teneur, empruntée au chant grégorien se voit démesurément allongée (certaines notes peuvent perdurer soixante mesures !) car une seconde voix — dites voix organale — brode de folles arabesques au dessus d'elle. Cette voix organale peut être double ou triple. Ainsi, les quatre syllabes du mot *Al-le-lu-ia* peuvent faire l'objet d'un complet développement. Cet organum passera de mode à la fin du XIII^e siècle. Sa variante, le motet, lui survivra longtemps !

• **Le motet.** Il n'était pas simple de mémoriser les longues vocalises de la voix organale ! De ce fait, on a idée

d'y placer des paroles, des mots (motetus), dans un esprit syllabique (une note par syllabe). C'est d'abord la voix organale qui prend le nom de motetus, puis c'est la composition entière. Fait curieux, le ou les « motetus » ne chantent pas en latin comme la teneur. On peut ainsi avoir l'interpolation de deux langues (latin, langue vulgaire) mais aussi de trois ou quatre textes différents. Ce procédé d'écriture très linéaire se retrouvera dans le motet de l'École Flamande et de la Renaissance et aussi dans la messe qui l'emploiera abondamment.

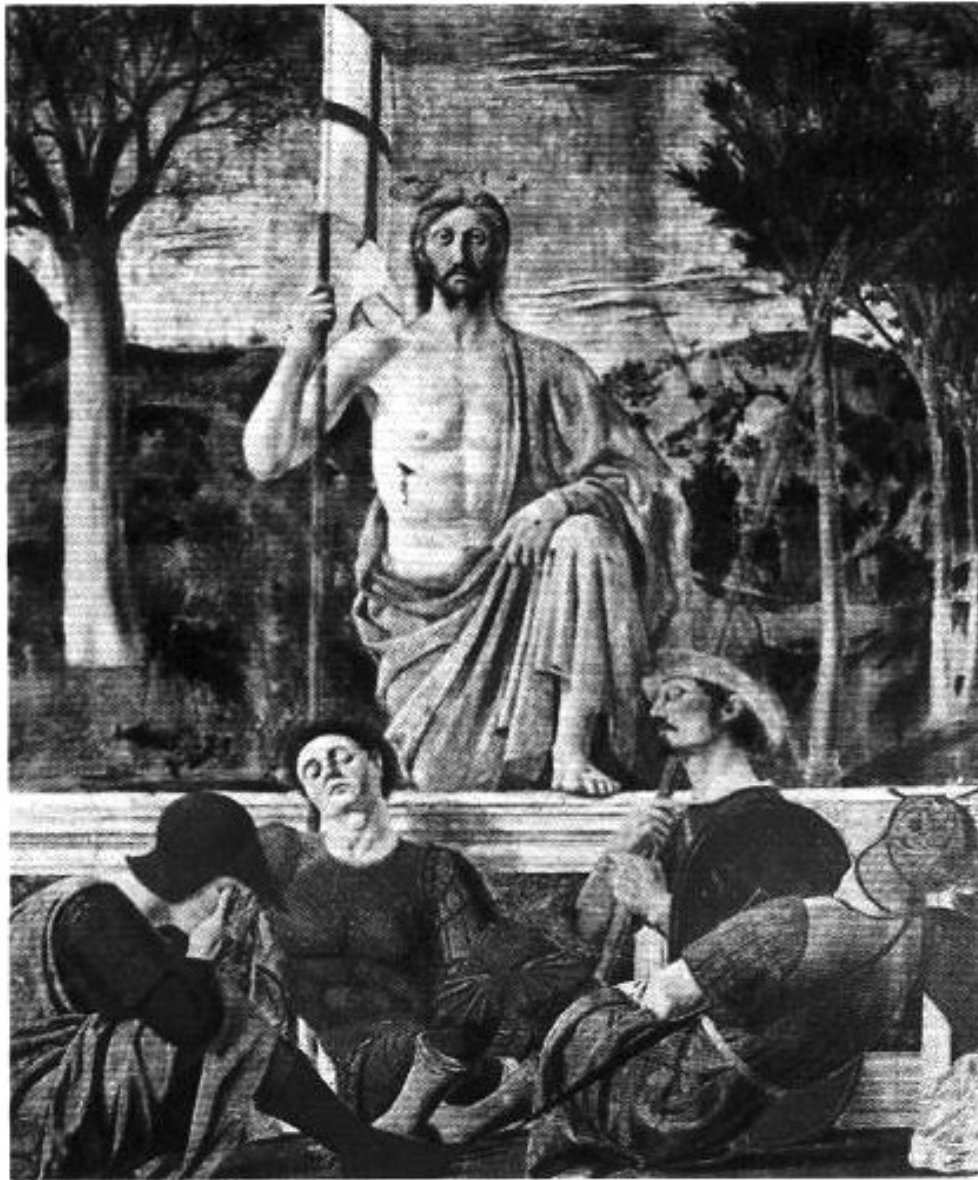
• **Le conduit.** Pour schématiser, on pourrait dire que le conduit est une sorte d'*organum* dont les deux ou trois voix évoluent note contre note, de manière syllabique. (On devine ici l'origine du mot contrepoint : point contre point.) De ce fait le texte progressait beaucoup plus vite puisqu'il n'y avait pas de vocalises. Le conduit, dont les voix étaient écrites l'une après l'autre, insinua peu à peu la future écriture harmonique. Autre originalité, le conduit ne possédait pas obligatoirement de teneur liturgique pré-existante. L'auteur pouvait fort bien avoir conçu toutes les voix, ce qui était une première dans l'histoire de la polyphonie occidentale. Le caractère syllabique du conduit se retrouvera dans de nombreuses messes, notamment celle de Machaut. Mais il connaîtra une grande extension en se sécularisant, notamment dans les célèbres rondeaux d'Adam de la Halle.

I. Le XIV^e siècle et ses paradoxes

Il est en effet curieux de constater que c'est à cet instant de profanisation de la pensée — en réaction contre la spiritualité du règne de Saint Louis — que surgissent les premières messes polyphoniques de notre histoire. Au moment où triomphe la chanson grâce aux productions des derniers trouvères (lai, virelai, ballade) apparaissent aux quatre coins de l'Europe de l'Ouest (on ne saurait encore dire la France !) les premières grandes messes qui s'abreuvent des grands principes du motet et du conduit.

— **Les premières messes composites**

Bien sûr, le monument du XIV^e sera la Messe de Machaut ! Mais elle fut précédée d'autres compositions, analogues quant à l'esprit, mais nullement comparables quant à la



Piero della Francesca : la Résurrection du Christ.

valeur artistique. Il s'agit des messes dites « de Besançon », « de Barcelone », de « Toulouse », « de Tournai ». Elles furent composées aux alentours des années 1330-1350. Disparates, elles proviennent d'auteurs différents. Ce sont des mains anonymes qui groupèrent les différents fragments qui n'obéissent à aucune thématique particulière. Ne dépassant pas trois voix, elles reflètent des styles d'écriture à la fois différents et inégaux.

La Messe de Besançon, découverte par le professeur Jacques Chailley, a toutefois quelque originalité. Entendons par là qu'elle serait un réemploi de matériaux musicaux pré-existants sur lesquels on aurait greffé les textes de l'Ordinaire. Procédé dont useront abondamment Palestrina, Haendel et Bach !

La Messe de Tournai, elle aussi factice, est sans doute la plus intéressante parce que le prototype des autres. On la suppose écrite aux alentours de 1300. Ces messes sont très intéressantes à écouter. Elles ont une saveur harmonique tout à fait insolite.

Les Messes de Tournai et de Barcelone ont déjà fait l'objet de plusieurs enregistrements. Malheureusement, aucun n'est disponible aujourd'hui. Mais Harmonia Mundi prévoit, pour mai prochain, un nouvel enregistrement de la Messe de Tournai par Marcel Pérès.

— La Messe Notre-Dame de Guillaume de Machaut

Incontestablement, le premier grand chef-d'œuvre de la musique occidentale.

Machaut, grand voyageur, poète, musicien, est le génial représentant

de l'Ars Nova française. Il excelle dans tous les genres : religieux et profane, monodique et polyphonique. C'est vers 1360 qu'il compose son chef-d'œuvre, la Messe Notre-Dame. Il s'agit probablement d'une messe de fondation de la cathédrale de Reims, de laquelle Machaut était chanoine. D'où la dédicace à Notre-Dame...

Cette œuvre est exceptionnelle à plus d'un titre. Tout d'abord, elle est intégralement écrite à quatre voix, ce qui, pour l'époque, est exceptionnel. Ensuite, elle présente une unité tout à fait nouvelle. Des motifs mélodiques, des cellules rythmiques circulent d'un texte à l'autre, scellant ainsi les différents éléments en un tout cohérent et homogène. Mais surtout, elle abonde en détails expressifs (ex. : « Maria Virgine », « Crucifixus ») qui illuminent le sens profond du texte. Enfin, on omettrait presque de le souligner, elle est la première messe composée par un auteur unique...

Elle fait référence aux deux grands procédés d'écriture polyphonique du XIV^e siècle, le motet et le conduit. Les textes brefs (Kyrie, Sanctus, Agnus) développent les larges vocalises héritées du motet. Les textes longs (Gloria et Credo) emploient le style syllabique du conduit. Mais Machaut, en véritable artiste, sait lier les deux styles. Ainsi, les deux « Amen » conclusifs du Gloria et du Credo sont-ils vocalisés à la manière du motet.

Le Kyrie s'appuie, en teneur, (seconde voix à partir du bas) sur la mélodie grégorienne du Kyrie IV « Cunctipotens genitor Deus ». La voix grave contrepointe cette teneur, créant ainsi, pour la première fois, la sensation d'une basse harmonique. Les deux voix supérieures (le Motetus et le Triplum) usent de toutes les fantaisies rythmiques (hoquet) et mélodiques chères à l'Ars Nova. Le Sanctus et l'Agnus sont également bâtis sur teneur.

L'œuvre est écrite sur quatre portées, sans barres de mesures et, bien évidemment, sans aucune trace d'instrumentation. Il appartient donc aux interprètes de recréer l'ouvrage en recomposant une instrumentation ou en ne recourant qu'aux seules voix, masculines bien entendu ! On se reportera pour cela à notre discographie.

Le grand maître de l'Ars Nova italienne, Francesco Landini, se cantonnera dans la musique profane.

Bien qu'organiste à Florence, il ne produisit aucune messe.

II. L'âge d'or de la messe polyphonique. L'école flamande (XV^e)

Les foyers artistiques quittent l'Île-de-France et se déplacent vers le nord — Angleterre et Flandres — mais aussi vers l'est — Bourgogne. Les trois « alliés » qui neutralisent la France après Azincourt ! L'Angleterre, aussi bien en architecture (gothique flamboyant) qu'en musique (consonance de tierce, fauxbourdon) impose sa personnalité. Le grand compositeur John Dunstable (1400-1453) suit son maître, le duc de Bedford à Paris. Son influence est considérable...

Parallèlement à ces foyers artistiques, l'Italie est à son zénith. Tous les grands maîtres du nord, plasticiens ou musiciens, vont séjourner dans la péninsule. La musique flamande pénètre à Venise, à Florence, à Rome... Le Moyen-Âge a vécu, la Renaissance illumine l'Occident.

— La musique sacrée au XV^e siècle

Le XIV^e siècle avait été celui de la chanson profane. Le XV^e, à l'image du XIII^e sera celui de la musique religieuse. La messe et le motet en sont les genres essentiels. Bien peu de différence d'ailleurs entre les deux formes, si ce n'est que la messe est une « suite » de motets en cinq mouvements, élaborée sur les cinq grands textes de l'Ordinaire. Le motet, en latin lui aussi, s'appuie sur un texte non liturgique.

La chanson ne s'éteint nullement. Disons qu'elle devient, à force de raffinements, une variante profane du motet.

— Les messes polyphoniques du XV^e siècle

Une tendance à l'unité musicale se dessine au début du siècle. Les différents mouvements de la messe reposent alors sur un thème générateur commun, qui circule dans toutes les voix. Ce thème, qui pré-existe à la composition de la messe, peut être tiré du répertoire profane, ou du chant grégorien. La messe ainsi réalisée devient alors une suite de variations contrapuntiques sur une mélodie donnée, dont elles adoptent le titre. Exemples : « Messe Faisant Regretz », « Messe l'Homme Armé », « Messe Pange lingua ». Certaines chansons très en vogue, telle l'Homme Armé, susciteront

plus de soixante messes en un siècle. D'autres thèmes pouvaient résulter de l'imagination plus ou moins fantaisiste du compositeur : « Messe mi mi » ou « Messe la-sol-fa-ré-mi », assonance de « lassa far a mi »... réponse du cardinal Sforza à Josquin qui lui réclamait son dû !

Il est évident que l'auteur n'utilisait la chanson que pour son thème et que le souvenir — éventuel — des paroles était parfaitement évanoui. Le Concile de Trente (1545) tempêtera contre ces usages qu'il finira par interdire. Rien n'empêcherait un compositeur d'envisager d'écrire une messe « J'ai du bon tabac »...

Ce thème peut être traité de bien des manières et divers types de messes se font dès le milieu du XV^e siècle. Ils seront en vogue jusqu'à la fin du XVI^e siècle. On en distingue trois qui apparaissent successivement puis qui finiront pas cohabiter : la messe sur teneur, la messe paraphrase, la messe parodie. Toutes sont à quatre voix.

— La messe sur teneur

C'est le type de plus ancien, il reprend un peu le système de Machaut dans son Kyrie. Le thème choisi est cité à la voix de ténor (teneur), généralement en valeurs longues. Mais ces valeurs peuvent fluctuer, par les procédés d'augmentation et de diminution. Au cours du XV^e, les autres voix s'emparent peu à peu de ce cantus firmus mais de manière plus libre. Beaucoup de messes de Guillaume Dufay (1400-1474) sont ainsi élaborées : Messe l'Homme Armé, Messe Caput, Messe Se la face ay pale. On peut citer également les messes « Caput » et « Ecce ancilla Domini » d'Ockeghem (1420-1495) ainsi que la messe « l'Homme Armé » de Binchois (1400-1460)... les exemples abondent ! Dans un tout autre domaine, et pour donner un exemple peut-être plus familier, un plein-jeu d'orgue de Couperin ou Grigny est conçu de manière identique : la taille (ténor ou teneur) chante un cantus firmus, grégorien en valeurs longues ; les autres voix le mettent en valeur par des motifs décoratifs.

— La messe parodie

Il s'agit tout simplement d'un réemploi d'une œuvre antérieure sur laquelle on adapte les paroles de la messe. l'original peut fort bien être dû à un autre compositeur. Ce procédé sera surtout à la mode au XVI^e siècle. Il permet en outre de satisfaire

très vite une commande tardive. On a déjà vu que la messe de Tournai avait recouru à ce procédé.

La Messe en si mineur de Bach (1733-47) sera la plus célèbre messe réemploi de l'histoire musicale. A ce jour, aucune messe parodie du XV^e n'a été enregistrée.

— La messe paraphrase

Elle bénéficie de la structure la plus complexe. Le thème original est fragmenté en diverses sections mélodiques. Chacune sert de sujet à un développement contrapuntique en imitations. Ces imitations, plus ou moins rigoureuses, peuvent être canoniques. Certaines préfigurent les futures expositions de fugue. Les cinq parties de la messe sont traitées de cette manière, renouvelant constamment l'intérêt mélodique et rythmique en fonction de mots. C'est d'ailleurs au milieu du XV^e siècle, dans la messe et le motet, qu'apparaissent les premiers *figuralismes* (on dira en Italie *madrigalismes*) qui consistent à « décrire » les mots avec des effets musicaux. Les messes paraphrases sont très nombreuses au XV^e siècle. Guillaume Dufay : messes « Se la face ay pale », « l'Homme Armé », « Ecce ancilla Domini », « Ave Regina Coelorum » ; Antoine Brumel : messe « Ecce terrae motus » ; Josquin des Prés : messes « Pange lingua », « l'Homme Armé ».



Portrait de Josquin Després.

— Le langage

Au début du siècle, on hérite de l'harmonie en quarte et quintes de l'Ars Nova. Puis, peu à peu, les consonances de tierces et de sixtes, venues d'Angleterre par Dunstable, se généralisent. Dufay en use d'abord modérément, puis en fait ses délices. On lui reprochera d'ailleurs « ses consonances anglaises ». Il faut attendre les œuvres de Josquin pour que la tierce fasse son apparition dans les accords conclusifs. Si la modalité est encore de règle vers 1450, elle fléchit peu à peu à la fin du siècle au fur et à mesure que la « sensible » se généralise dans les cadences, laissant entrevoir la future tonalité.

— Quelques grands compositeurs religieux de l'École flamande

Guillaume Dufay (1400-1474) ; Antoine Busnois (?-1492) ; Hayne van Ghizghem ; Antoine Brumel (1460-1520) ; Pierre de La Rue (1460-1518) ; Jacob Obrecht (1452-1505) ; Johannes Ockeghem (1420-1495) ; Hugo de Lantins (début du XV^e siècle) ; Josquin des Prés (1440-1521), le plus grand de tous, fait déjà partie, par son style et sa pensée, de la Renaissance.

Mentionnons également l'Anglais John Dunstable (1380-1453).

Nota. Les premières messes de Requiem apparaissent à la fin du XV^e siècle. Pierre de La Rue, Antoine Brumel, Johannes Ockeghem en sont les premiers réalisateurs polyphoniques.

La Renaissance, qui aurait dû faire suite au second paragraphe **l'École flamande**, n'a pu être insérée dans ce numéro, faute de place, pour permettre la publication de l'actualité discographique. Une suite sera publiée dans notre n° 15.

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

PRESSE ETRANGERE

Circuit de correction RIAA inverse.

MJ Audio

Technology, Japon,
Octobre 1959.

Commentaire de Jean Hiraga

Le circuit de correction RIAA inverse est souvent utilisé dans les laboratoires pour différents types de mesure. Si on le place à la sortie d'un générateur BF, on pourra attaquer l'entrée phono d'un préamplificateur et connaître la précision de la correction RIAA de ce dernier. On pourra également mesurer les seuils de surmodulation applicables à l'entrée phono sans écrêtage, sans qu'il soit nécessaire de trop relever le niveau de sortie du générateur en fonction de la fréquence.

On pourra également, conformément à une vogue assez récente, relier la sortie d'un lecteur CD à l'entrée phono du préamplificateur. Ce mode de branchement ne peut, par principe, améliorer les performances de mesure car on se trouve contraint d'atténuer le niveau de sortie issu du lecteur CD tout en

(Hz)	(dB)	(Hz)	(dB)
20	-19.27	1,500	+ 1.40
30	-18.59	2,000	+ 2.59
40	-17.79	3,000	+ 4.74
50	-16.95	4,000	+ 6.61
60	-16.10	5,000	+ 8.21
70	-15.28	6,000	+ 9.60
80	-14.51	7,000	+10.82
100	-13.09	8,000	+11.89
125	-11.56	9,000	+12.86
150	-10.27	10,000	+13.73
200	- 8.22	11,000	+14.53
250	- 6.68	12,000	+15.26
300	- 5.48	13,000	+15.94
400	- 3.78	14,000	+16.57
500	- 2.65	15,000	+17.16
600	- 1.84	16,000	+17.71
700	- 1.23	17,000	+18.23
800	- 0.75	18,000	+18.72
900	- 0.35	19,000	+19.18
1,000	0.00	20,000	+19.62

Jean Hiraga

Fig. 2 : Valeurs, en dB, de la correction RIAA utilisée lors de la gravure. Une correction inverse est utilisée lors de la lecture.

le corrigeant selon une courbe RIAA inverse pour attaquer ensuite l'entrée phono suivi d'un étage apportant du gain et une correction RIAA, normale cette fois, le tout pour aboutir à l'entrée de l'étage ligne, celle que devrait attaquer directement la sortie du lecteur CD. On comprend aisément que le passage à travers ces réseaux d'atténuation, de correction inverse, de préamplification et de correction ne peuvent que nuire à la linéarité de la réponse en fréquence, à la distorsion résiduelle et au rapport signal/bruit, ce qui se véri-

fie aisément à l'aide d'un banc de mesure et d'un disque-test. Sur le plan de la qualité d'écoute et selon les préamplificateurs, l'effet du gain élevé à partir de l'entrée RIAA ainsi que des écarts de correction par rapport à la norme RIAA peuvent conduire à des résultats subjectifs très différents de ceux que l'on pourrait obtenir à partir de l'entrée haut niveau. Si les circonstances s'y prêtent, il pourrait exister des cas pour lesquels cette solution (qui, en d'autres termes, consiste à « refroidir de l'eau chaude pour la réchauffer ensuite ») produit un résultat d'écoute intéressant (du point de vue balance tonale par exemple).

Laissons de côté cette polémique pour passer à un autre test plus intéressant. C'est celui qui consiste à dire que si la correction RIAA est vraiment fidèle, la linéarité subjective et l'équilibre tonal doivent rester identiques dans un cas comme dans l'autre, ce que devrait également confirmer la mesure de linéarité en fréquence. Pour celle-ci, les écarts par rapport à la norme s'expriment habituellement en décibels et en fraction de décibel; la mesure en millivolt doit être sui-

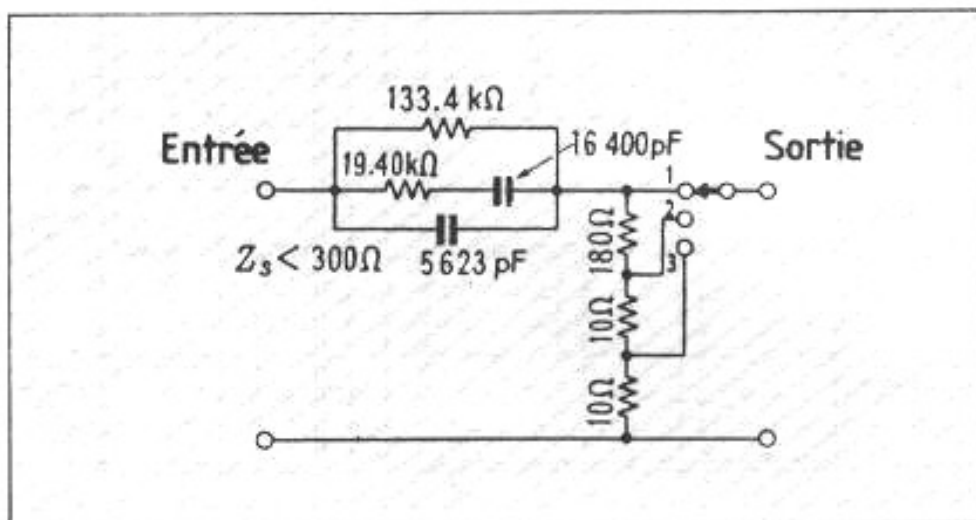


Fig. 1 : Circuit de correction RIAA inverse.

vie d'une conversion mV/dB. Ce n'est pas très pratique, d'autant plus que le point de référence situé à 1 kHz ne donne jamais, dans les conditions normales de fonctionnement, une valeur juste comme 1 V par exemple. Pour ce genre de mesure comme pour celui d'autres maillons audio, un contrôleur universel perfectionné tel que le Fluke 8060 A est extrêmement pratique. Il permet de passer automatiquement de l'échelle mV à l'échelle dB, puis en échelle de dB relatif, le 0 dB pouvant être positionné à n'importe quelle valeur en volt ou en millivolt. On obtiendra, grâce à cet appareil, très pratique mais onéreux (il n'a rien de récent), une précision à 0,04 dB près, de la mesure de la correction RIAA (qui est l'abréviation de Record Industry Association of America).

Le filtre de correction passif RIAA inverse est représenté sur la figure 1. Les résistances et condensateurs doivent être sta-

bles et très précis, notamment les deux condensateurs de 16 400 pF et 5 623 pF. Selon les positions 1, 2 ou 3, on obtiendra une atténuation (à 1 kHz) comme suit :

- 1 : - 36,6 dB
- 2 : - 56,6 dB
- 3 : - 62,6 dB.

La position 1 permettra d'attaquer l'entrée phono MM, tandis que les entrées 2 et 3 permettent de se placer sur les entrées phono MC à moyenne ou grande sensibilité.

A noter qu'en comparaison, la courbe AES adoptée en 1950, donc plus ancienne, nécessitait une correction plus prononcée des fréquences graves, soit + 22,5 dB à 30 Hz en lecture, contre + 18,59 dB avec la norme RIAA.

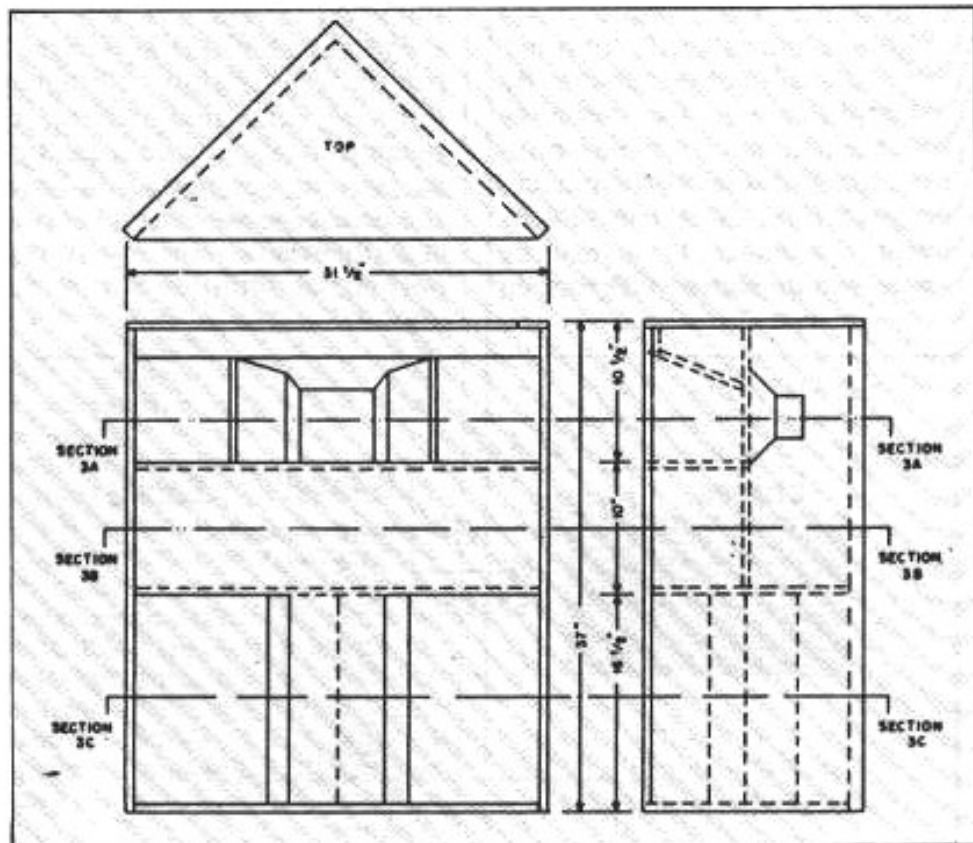
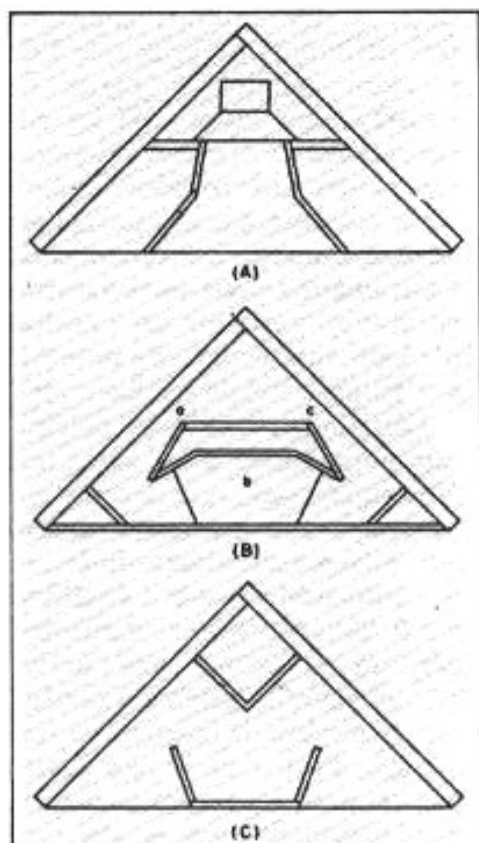
D'autre part, la courbe RIAA a été modifiée à la fin des années 70 : correction moins prononcée au dessous de 30 Hz, évitant au préamplificateur de transmettre des infra-sons gênants pour

l'amplificateur et pouvant déstabiliser les haut-parleurs graves.

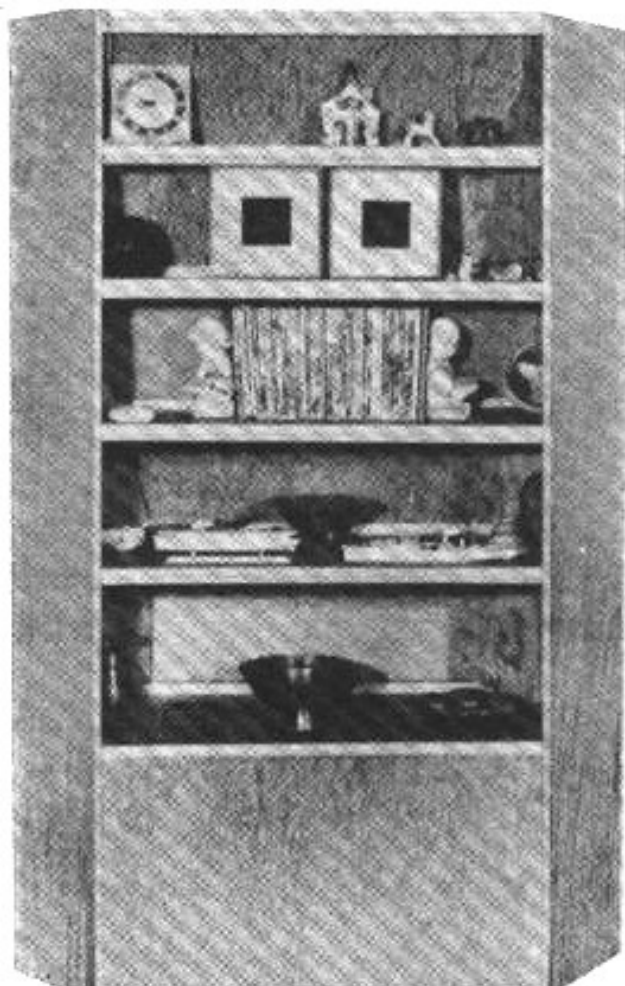
Design and Construction of Horn type Loudspeakers par Wayne B. Denny Audio Engineering, March/April 1952.

Dans cet article, publié en mars et avril 1952 dans la célèbre revue américaine *Audio Engineering*, il a été repris sous forme d'extrait un article concernant la théorie et la réalisation pratique des haut-parleurs à pavillon. La première partie concerne la théorie, sous forme très succincte, des pavillons et met en valeur l'avantage présenté par les pavillons exponentiels.

Du côté des applications, cet auteur décrit tout d'abord une enceinte d'encoignure à pavillon replié de type Duplex, c'est-à-



Cotes de l'enceinte à pavillon frontal replié Duplex décrite par W.B. Denny. Elle est équipée d'un haut-parleur de 30 cm.



*Aspect
du « meuble »
d'encoignure.
vue de face.*

dire de conception proche de la célèbre JBL Hartfield.

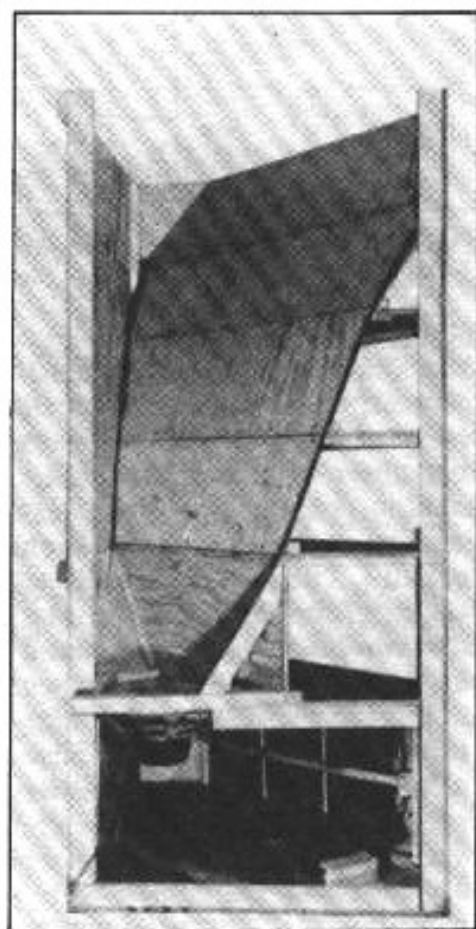
Une seconde réalisation, encore plus originale, concerne une enceinte d'encoignure qui, sous l'aspect d'un meuble d'angle servant de bibliothèque et de décoration, cache un pavillon grave disposé dans le sens vertical et débouchant vers le haut, ce qui permet de disposer d'une hauteur confortable nécessaire à la charge correcte du haut-parleur sans pour autant en faire une enceinte très encombrante, masquant portes et fenêtres en entravant le passage d'une pièce à l'autre. La forme triangulaire du pavillon évite les phénomènes d'ondes stationnaires, fréquents près de la gorge des pavillons de section carrée ou rectangulaire. On profite d'autre part de l'effet d'encoignure avec trois pans de murs, les murs latéraux et le plafond, ce qui augmente le niveau acoustique de +18 dB par rapport à une enceinte éloignée des murs et du

sol. Suite à des essais étendus sur plusieurs semaines, les dimensions ont pu être optimisées. La charge arrière, située près du sol est close et W.B. Denny, l'auteur de l'article, déclare n'avoir pu obtenir de bons résultats à l'aide d'une charge dorsale accordée, ce, quelles que soient la position et la forme de l'évent.

Les parois internes de la partie close sont garnies de laine de roche. Toutes les parois sont réalisées en contreplaqué de pin canadien de 19 mm d'épaisseur. Du côté frontal, les étagères font office de renforts, ce qui permet éventuellement de réduire l'épaisseur des parois, à condition de multiplier toutefois le nombre de tasseaux de renforcement. Le haut-parleur est un modèle de 30 cm, genre Altec 414-8A (il semble que l'auteur ait utilisé un haut-parleur de même diamètre, mais d'origine Electro-Voice). Dans le cas de l'utilisation d'une paire d'enceintes disposées en encoignure, la fré-

quence de coupure conseillée est de l'ordre de 300 Hz, ceci bien que l'enceinte soit en mesure de reproduire des fréquences supérieures. Le haut-parleur utilisé présente une courbe de réponse niveau/fréquence assez montante vers l'aigu mais la disposition verticale du pavillon rétablit un bon équilibre que l'on peut ajuster éventuellement en utilisant un réflecteur placé en encoignure au niveau du plafond.

Cet ensemble mesure 66 pouces de hauteur, soit 167,4 cm. Les vues de face, de côté selon une coupe A A' et de dessus sont représentées sur la figure 1. Les cotes sont données en pouces avec 1 pouce = 25,4 mm. Si l'utilisateur dispose d'un plafond de hauteur supérieure à 2,50 m, il doit être possible de s'inspirer de cette construction tout en concevant un pavillon exponentiel plus



Vue interne du pavillon vertical. Elle fait apparaître le pavillon réalisé en cinq portions se raccordant à la hauteur des étagères.

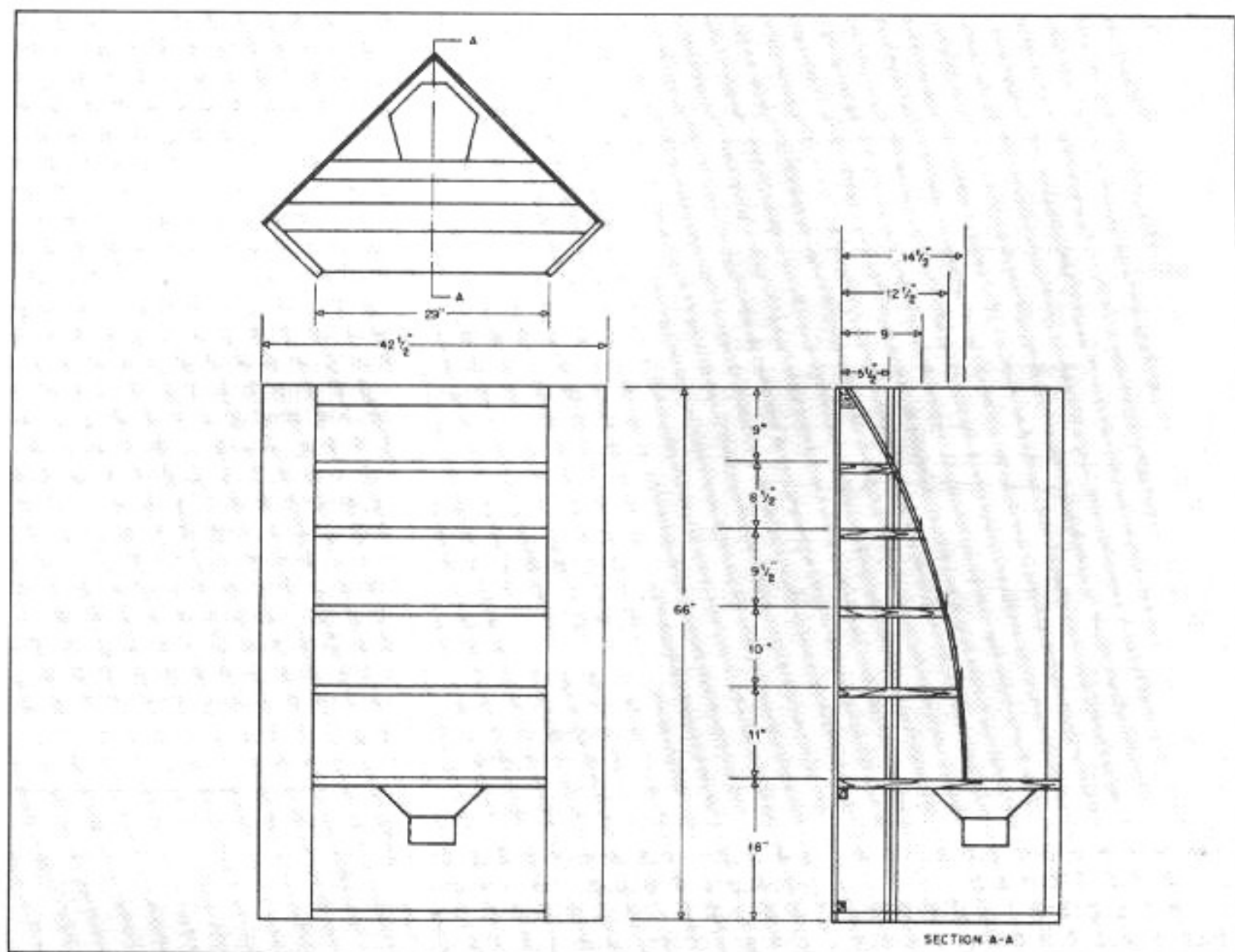


Fig. 1 : Vues de face, de côté et de dessus du pavillon vertical d'encoignure. Sa hauteur est de 1,67 m. Sur les vues de face et de côté, on voit les tablettes qui lui donnent l'aspect d'une bibliothèque. Les cotes sont données en poices.

haut. A noter que, dans ce cas, l'embouchure s'agrandit sensiblement, mais que cette partie sera située près du plafond, sans encombrer la surface au sol. Le pavillon proprement dit est réalisé en cinq parties. Bien entendu, un perfectionniste pourra utiliser plusieurs feuilles de contreplaqué (cinq de 5 mm par exemple) contrecollées, ce qui exigera par contre un collage uniforme sur une pièce de mise en forme. Une grande feuille de polystyrène expansé pourra servir éventuellement de gabarit de mise en forme. On pourra également utiliser du contreplaqué de 19 mm d'épaisseur sur lequel le passage de traits de scie parallèles (15 à 16 mm de profondeur) espacés tous les 3 ou 4 cm per-

mettra une excellente mise en forme respectant le développement exponentiel. Après quoi, les rainures pourront être comblées avec de la colle et le tout recouvert d'un placage. Toutefois, la solution proposée reste simple et peu encombrante.

Le système peut s'associer à un filtre actif correcteur/passe-bas pour en faire un caisson grave corrigé avec fréquence de coupure inférieure à 100 Hz (système triphonique). A ce niveau, la mise au point exige un minimum de connaissances et d'équipements de mesure. Dans tous les cas, on doit avoir au niveau du résultat d'écoute une extension de la réponse dans le grave sans résonances ni lourdeurs, ce registre devant être très

présent (orgue, contrebasse), présent (orchestre, sons variés) ou totalement absent (petits instruments solos, flûte, enregistrés sans réverbération). A remarquer que, lorsque le réglage est optimal, le pavillon grave écouté de près apparaît comme déconnecté ou presque, tant le niveau sonore semble faible. A partir du point d'écoute, la mise en service ou non des pavillons graves révélera par contre de façon évidente leur efficacité. De ce phénomène peut résulter une tendance pour un renforcement anormal du niveau grave, ce qui conduirait aux défauts énoncés ci-dessus.

L'optimisation des réglages demande en tout cas une bonne expérience.