

N° 2 NOUVELLE SÉRIE 15 ANNES

L'AUDIOPHILE

HAUTE FIDÉLITÉ PLUS!

LE PANORAMA : IDENTITE ET PHILOSOPHIE DE 53 MARQUES

LES MUSES D'OR



au lecteur CD
Teac PI

- *Nelles* **TECHNOLOGIES** :
L'analyse intensimétrique
- **THEORIE** :
Choisir un convertisseur
- **POINT DE VUE** :
Tubes et musicalité
- **PRESSE ETRANGERE** :
Enceintes à accords multiples
- **PSYCHOACOUSTIQUE** :
Le pouvoir des sons

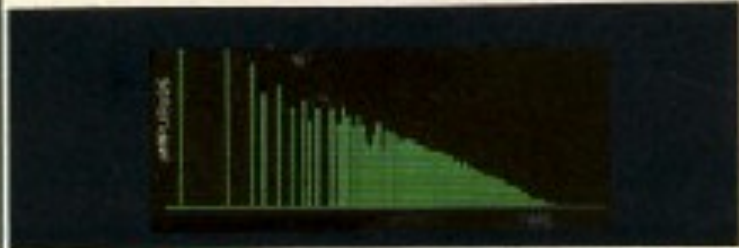
MUSIQUE

JAZZ

Les rééditions Savoy

CLASSIQUE

1990 en musique
Les grands disques en 89



DSP,
LES PROCESSEURS
NUMERIQUES

M 2569 - 8 - 65,00 F



**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**

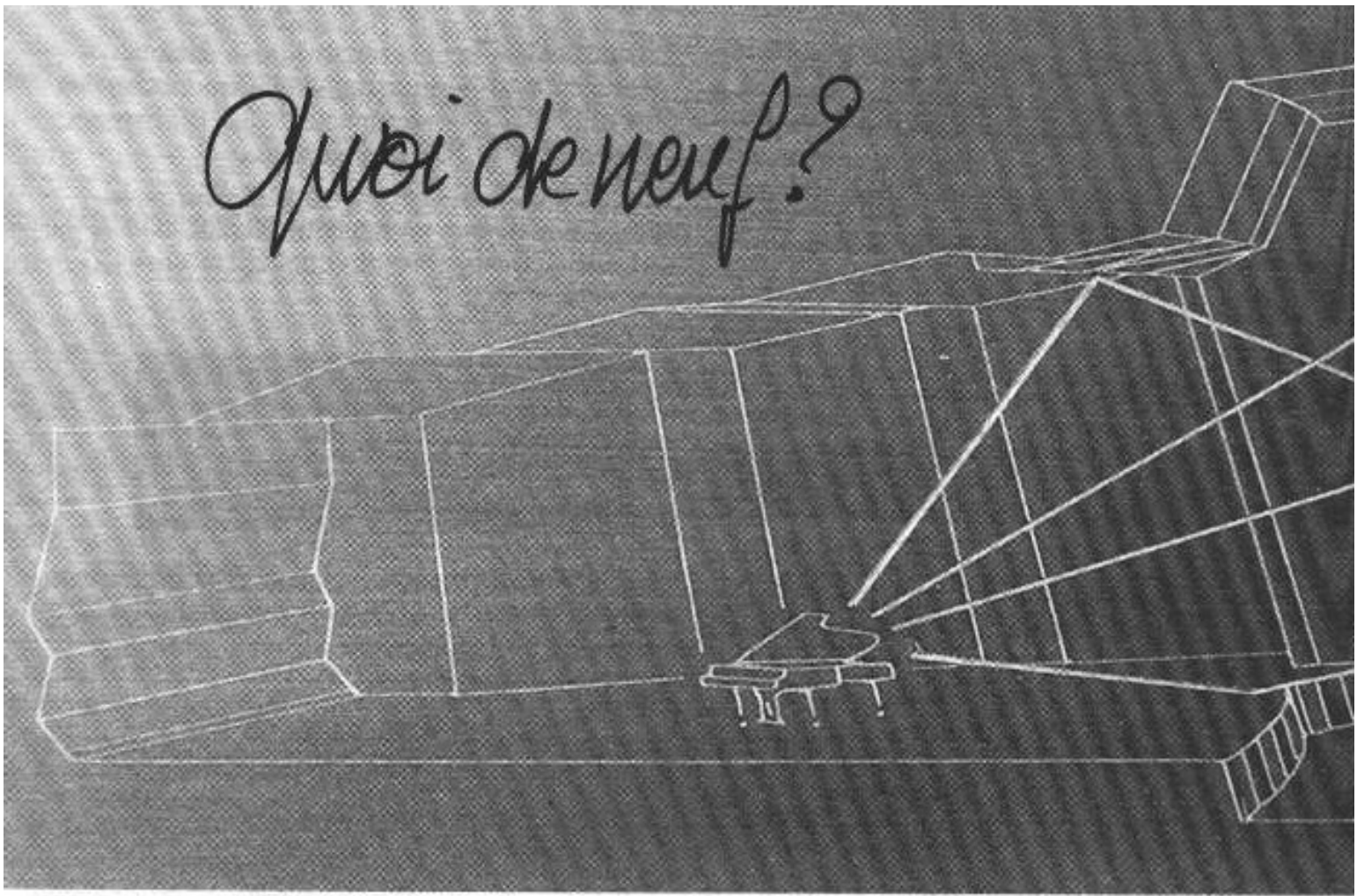
**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

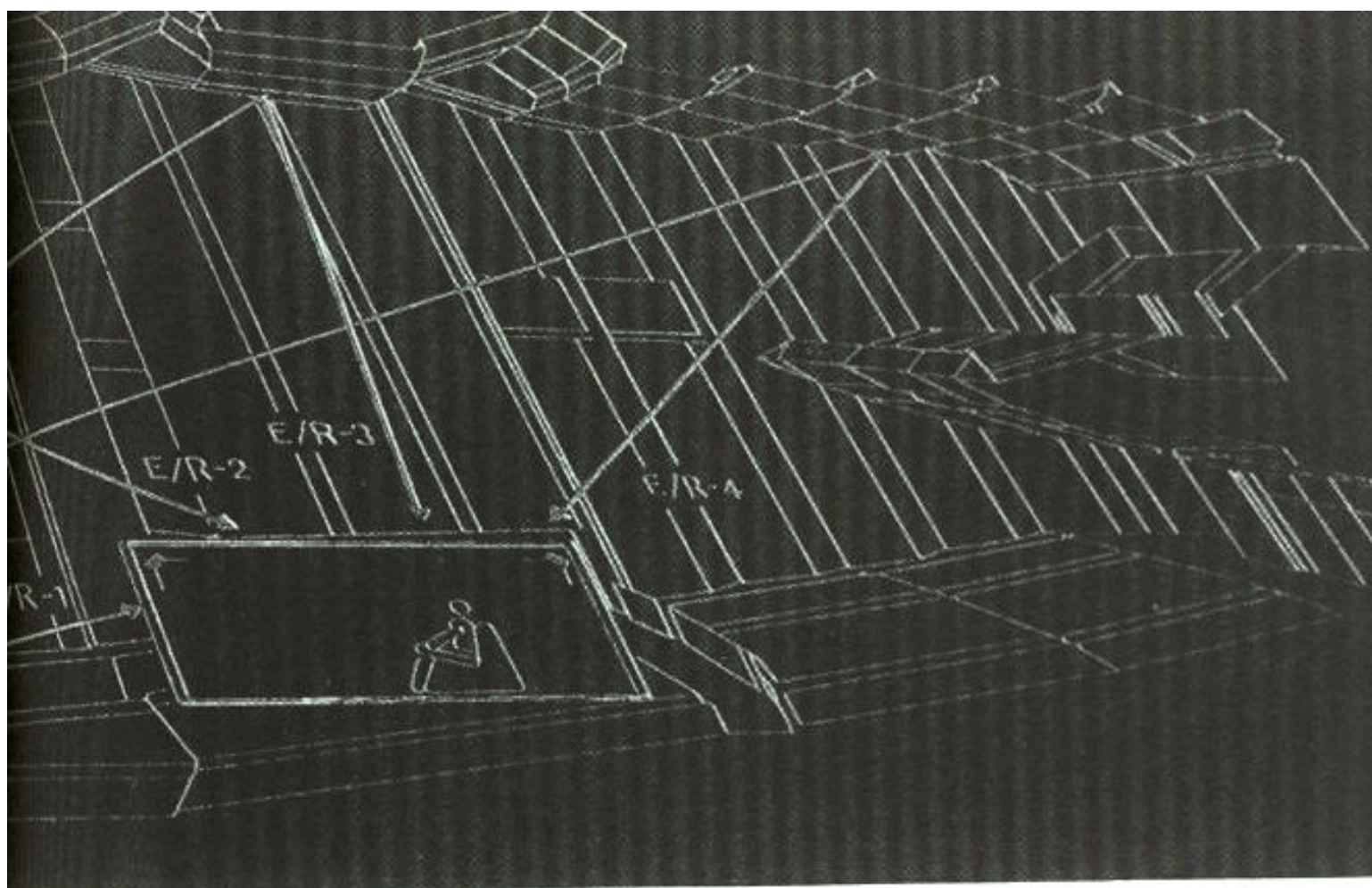
**Page non
disponible**

Quoi de neuf?



Jean Hiraga

DSP LES PROCESSEURS NUMERIQUES



Depuis une dizaine d'années, l'industrie du marché audio grand public s'est fortement imprégnée de technologies numériques. Les deux grands tournants qui ont participé à ces évolutions importantes sont d'une part l'arrivée du compact-disc qui rencontra un succès sans précédent depuis l'avènement du disque microsillon, d'autre part celui des processeurs audio-numériques qui étaient, à l'origine, destinés aux instruments de musique, au marché professionnel et à la mesure.

Les processeurs audio-numériques sont, le plus souvent, appelés « DSP » qui signifie en anglais « Digital Signal (ou Sound) Processor ». Toujours en anglais, on les baptise également DSP (Digital Surround Processor) ou DASP

les traduire en français sous les initiales PNS (Processeur Numérique de Signal), PAN (Processeur Audio-Numérique) ou bien (Digital Audio Signal Processor). Ces appellations sont d'ailleurs devenues si communes que l'on n'a pas cherché à

encore PANES (Processeur Audio-Numérique d'Effets Sonores).

A ses débuts, le « DSP » répondait aux besoins de nombreux professionnels qui étaient à la recherche d'un système moins encombrant, plus perfor-

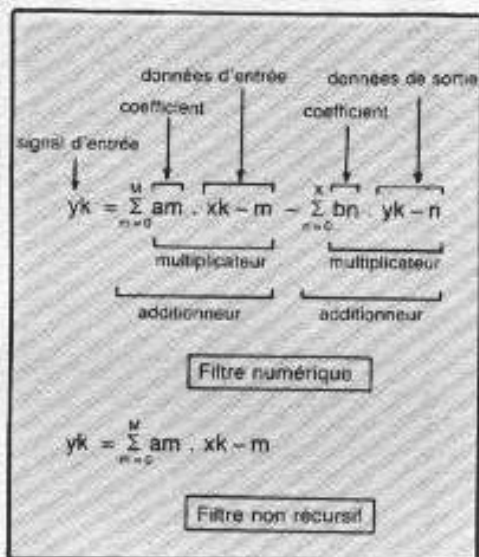


Fig. 1 : Equations relatives au filtre numérique.

mant et aux possibilités d'utilisation plus étendues que ce qu'il était possible d'obtenir à partir des lignes de retard analogiques. Les premiers montages DSP étaient encombrants et de prix élevé pour des questions de coût de revient, d'investissements dans la recherche, ce qui explique le choix du marché professionnel. La première version grand public, celle qui donna aux initiales « DSP » une signification précise, fut le DSP-1 Yamaha. Avec une qualité de restitution sonore similaire à celle du compact-disc, un prix tout à fait abordable et un faible encombrement, le processeur numérique sonore Yamaha DSP-1 a été le premier appareil qui a ouvert l'application du numérique au marché de l'audio, tout en prouvant qu'il n'existait pas de contrainte au niveau du prix ou de la qualité de restitution. Entre-temps, les DSP ont évolué pour aboutir à des réalisations extrêmement intéressantes que l'on trouve non seulement chez Yamaha mais aussi chez pratiquement tous les concurrents



Le processeur numérique Yamaha DSP-1.

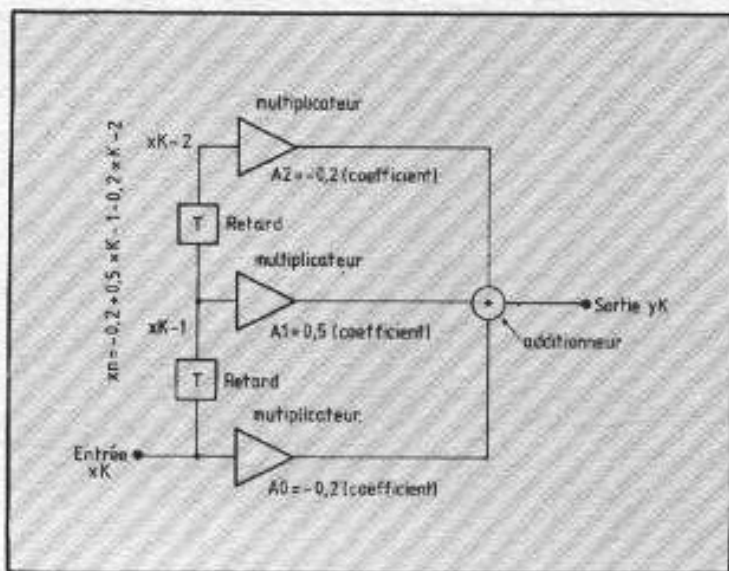


Fig. 2 : Principe simplifié d'un filtre numérique.

japonais tels que Technics ou Pioneer. Il semble important de signaler que ces évolutions et ces réussites en ce qui concerne la baisse des coûts de revient sont liées directement aux progrès effectués entre 1970 et 1989 dans les circuits intégrés, les circuits LSI et VLSI à très haute intégration et les circuits spécialement étudiés pour les DSP. Avant 1970, on ne disposait que de petits circuits intégrés et les montages devaient s'effectuer à partir de composants discrets. En 1971, l'arrivée du petit processeur 4004 (Intel, USA) simplifiait quelque peu les montages. Il fut suivi, en 1974, du processeur 3002 de la même marque et du multiplicateur 16x16 du groupe américain TRW. Ce groupe lança en 1976 un multiplicateur LSI à haute intégration.

C'est à partir de cette année que l'on vit naître aux USA, en Europe et au Japon, des circuits intégrés et des LSI remplissant les mêmes fonctions ainsi que des synthétiseurs de parole (Vocoder) et des filtres numériques. C'est en 1978 qu'apparais-

saient les premiers convertisseurs A/N et N/A puis, en 1979, les processeurs pour modems, ouvrant ainsi de nouveaux marchés. La même année, Intel lançait son premier processeur « spécial DSP », le 2920. Un concurrent américain commercialisait le S2811.

On peut dire sommairement que les recherches sur les FFT (transformation de Fourier rapide) se sont accélérées à partir de 1970, celles sur les synthétiseurs de parole dès 1976, tandis que les premiers circuits intégrés spécifiques aux DSP apparaissaient en 1979.

Pour la synthèse de la parole, le processeur TU-MUX était mis en vente l'année suivante, de même que le μ PD7720, un nouveau processeur DSP conçu par le groupe japonais NEC. A partir de 1980 furent effectuées des recherches en vue de l'acquisition d'une plus grande vitesse de traitement du signal avec, pour applications, non seulement l'audio-numérique mais également les servo-moteurs et la robotique. Aux USA, Texas Instruments n'a pas été indifférent devant ces évolutions et lança successivement en 1982, 1984, 1986 et 1987, les circuits intégrés pour DSP : TMS 32010, TMS 32020, TMS 320C25 et TMS 320C30.

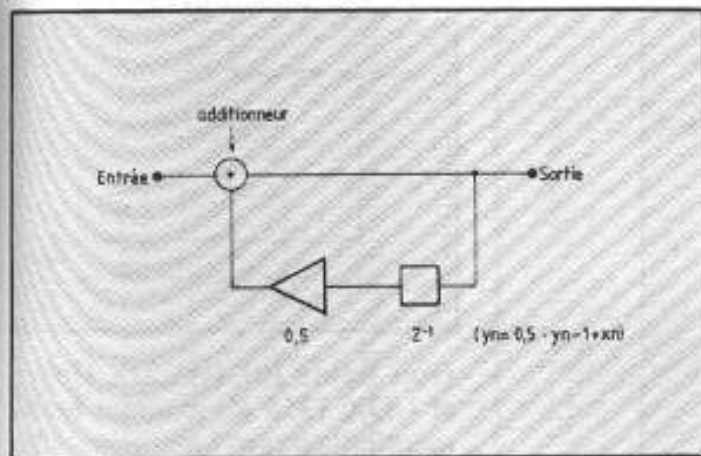


Fig. 3 : Principe simplifié du filtre IIR à réponse d'impulsion infinie.

Du côté des processeurs audio-numériques, les premiers circuits Yamaha ont été réalisés en 1985 et 1986 (YM 3804 et YM 3808). Ils ont trouvé une application immédiate sur différents produits Yamaha (audio-numérique, synthétiseurs). Les principaux processeurs et circuits intégrés pour DSP de marque NEC sont le μ PD6380 (il vient d'être mis sur le marché), le μ PD77230 et, pour le DSP, le très récent SSSP-LSI. Les autres processeurs et circuits DSP récents sont le Toshiba TC 9330, le Matsushita MN 8319, le Texas TM 3488, le Pioneer PD 0051, le Sanyo LC 8301, les Motorola DSP 56000 et 96000, le Oki MSM 6992 et le Mitsubishi DISP.

Si l'on considère le « hardware », une puce de micro-ordinateur se subdivise en trois parties principales qui sont

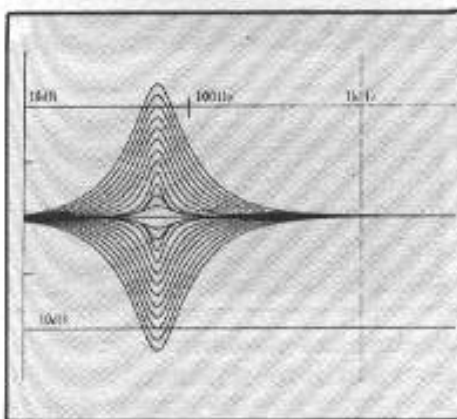


Fig. 5 : Exemple de résultat obtenu à l'aide d'un égaliseur numérique (Pioneer).

l'ALU (Unité Arithmétique et Logique), le contrôle logique et la mémoire. Le DSP, lui, comporte en plus un multiplicateur, ce qui conduit à une puissance de calcul beaucoup plus grande.

Sur les processeurs DSP, il est fait usage des filtres numériques de différents types : le filtre récuratif prend pour base des échantillons déjà mesurés pour fournir le signal de sortie correspondant. Le filtre non récuratif à réponse impulsionnelle finie est souvent utilisé dans les systèmes de réverbération, de retard numérique. Les équations correspondantes sont représentées sur la figure 1. Le filtre numérique classique peut être représenté sommairement par la figure 2.

Le filtre « IIR » à réponse d'impulsion infinie utilise une boucle de contre-réaction (récursive) et s'utilise dans les filtres résonnants. Son principe simplifié est indiqué sur la figure 3.

En faisant évoluer ce circuit de base, on peut obtenir les applications suivantes :

- correction paramétrique
- correction physiologique
- contrôles de tonalité
- filtres passe-haut et passe-bas.

Le circuit correspondant est représenté sur la figure 4. On peut, à partir de ce circuit, réaliser en numérique des correcteurs paramétriques à surtension variable très performants. La

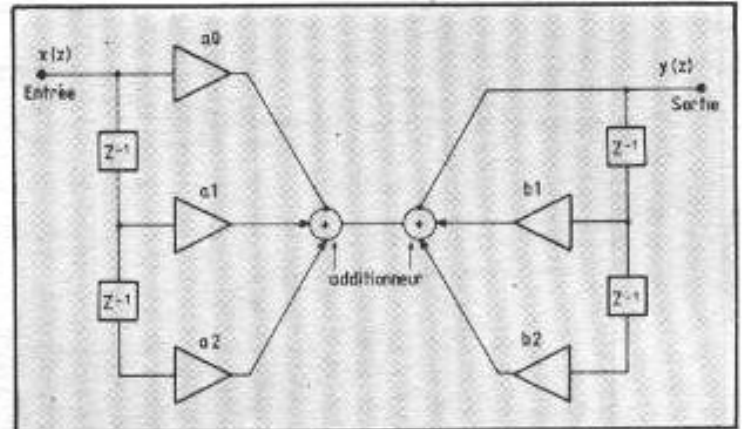


Fig. 4 : Principe d'assemblage de plusieurs filtres IIR servant à réaliser correcteurs de fréquence, filtres et égaliseurs.

figure 5 illustre les courbes obtenues sur un égaliseur numérique réglé sur la fréquence de 65 Hz, la latitude de réglage étant de ± 12 dB. En multipliant le nombre de ces circuits et en les associant à un microprocesseur, il est possible de réaliser un égaliseur numérique doté de plusieurs fonctions automatisées telles que le « lissage » automatique de la courbe de réponse niveau-fréquence à partir d'un bruit rose.

Pour la création de réverbérations artificielles, il est fait appel en majeure partie à deux types de filtres : le filtre dit en « peigne » qui, comme le montre la figure 6, consiste à réinjecter le signal dans une ligne de retard et le filtre « passe-tout ». En associant les circuits qui viennent d'être décrits, les lignes de retard, les filtres, les multiplicateurs d'amplitude et les circuits additionneurs permettent avec un microprocesseur de simuler un milieu acoustique. C'est cette possibilité qui, autrefois oné-

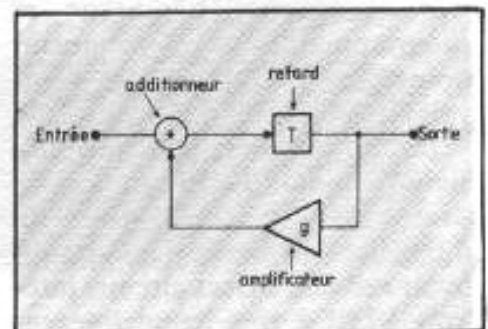


Fig. 6 : Principe du filtre en peigne.

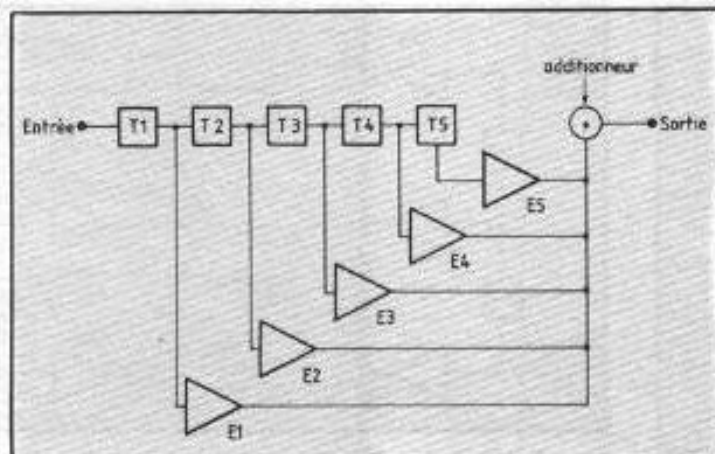


Fig. 7 : Principe de la simulation des réflexions primaires d'un milieu acoustique donné.

reuse et encombrante, a été exploitée tout d'abord dans le créneau professionnel, puis sur le marché grand public depuis l'arrivée du fameux Yamaha DSP-1.

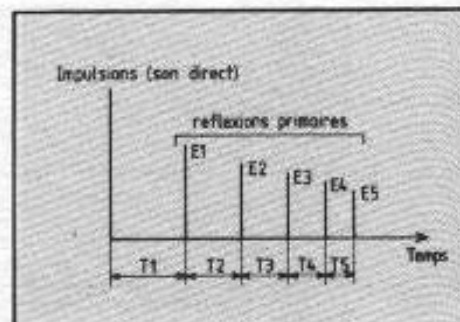
Les réflexions primaires propres à un milieu acoustique donné sont simulées à partir de la base du circuit de la figure 7. Pour les unités de réverbération, il est fait entre autres appel aux filtres « passe-tout » qui, sur la base de la figure 8, consistent à renvoyer sur une ligne de retard une fraction constante du signal.

Simuler parfaitement en numérique les caractéristiques de réverbération d'une salle de concert (voir figure 9), d'un milieu acoustique donné nécessite un nombre important de lignes de retard, de filtres passe-bas, de multiplicateurs et autres circuits associés sans parler des mémoires mortes et programmables. L'énorme succès obtenu par le Yamaha DSP-1 a différentes origines : le prix peu élevé compte tenu des possibilités, les paramètres acoustiques nombreux et programmables et, sans aucun doute, une qualité sonore équivalente à celle du compact-disc.

Pour obtenir un rapport signal/bruit de 94 dB, un taux de distorsion harmonique de 0,006 %, le Yamaha DSP-1 a dû avoir recours à trois circuits intégrés VLSI à très haute intégration de sa propre conception (versions YM-3804 conçues en

1985) contenant chacun un multiplicateur à haute vitesse 24 bits par 13 bits, un soustracteur-additionneur 26 bits, de quoi simuler parfaitement 88 réflexions primaires, le tout étant quantifié en 16 bits linéaires avec une fréquence d'échantillonnage identique à celle du compact-disc, soit 44,1 kHz.

La fabrication en série d'une gamme croissante de circuits intégrés LSI et VLSI spéciaux pour DSP a rendu possible une baisse sensible des coûts de fabrication. Aux systèmes de retard numérique, de réverbération artificielle de qualité que l'on a pu rencontrer sur les premiers processeurs commercialisés il y a trois ou quatre ans viennent s'ajouter aujourd'hui d'autres fonctions très intéressantes. A la dernière Audio Fair de Tokyo, on a pu remarquer que ces nouvelles générations de processeurs DSP étaient non seulement nombreuses mais qu'elles étaient la plupart du temps intégrées dans des amplificateurs, des préamplificateurs ou dans des amplificateurs intégrés. En France, une nouveauté dont on parle beaucoup est le préamplificateur Sony TAE 1000 ESD. La section DSP reprend aujourd'hui les fonctions connues de retard et de réverbération avec possibilité de modification et de mise en mémoire de plusieurs paramètres. Les nouveaux circuits intégrés pour DSP conçus par Sony



(voir figure 10), les CDX 1160 A et CDX 1355 X, assurent également d'autres fonctions telles que :

- l'égalisation paramétrique, réglable entre 18 Hz et 20 kHz ;
- la surtension, la pente pour chaque égalisation (4 positions) ;
- la compression dynamique (9 positions) ;
- l'expansion dynamique ;
- la fonction « Surround » ;
- la position de l'auditeur dans le milieu acoustique synthétisé (101 positions avant-arrière et gauche-droite) ;
- le type de revêtement et l'emplacement des murs dans le milieu acoustique synthétisé.



Réglage des paramètres de dimensions des local d'écoute, de traitement de surface des murs et de position d'écoute dans le milieu acoustique synthétisé du préamplificateur à processeur audio-numérique intégré Sony TAE 1000 ESD.

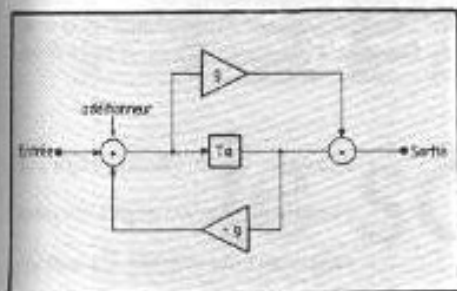


Fig. 8 : Principe du filtre « passe-tout ». L'écho est réalisé en jouant sur la ligne de retard T_a .

Devant toutes ces possibilités, on comprend la nécessité d'avoir recours à des circuits LSI et VLSI ainsi qu'à des mémoires de grande capacité. Sur son processeur DSP SP 91D, Pioneer utilise notamment deux processeurs Pioneer PD 0051 et quatre mémoires dynamiques de 256 kbits chacune. Sur la majorité des processeurs DSP parus récemment, la fonction Surround n'est pas unique mais comporte plusieurs positions. Sur le Pioneer SP-91D on dispose de positions Théâtre, de positions Studio, Stade, de « faux Surround » avec signal retardé sur les enceintes dorsales ainsi que de la nouvelle fonction « Dolby Prologic Surround ». Les tendances actuelles et du futur proche étant celles de l'audio-vidéo, des écrans vidéo géants, suivis bientôt de l'image à haute définition, le procédé Surround possède de bons atouts qui pourraient conduire à un succès commercial durable, ceci

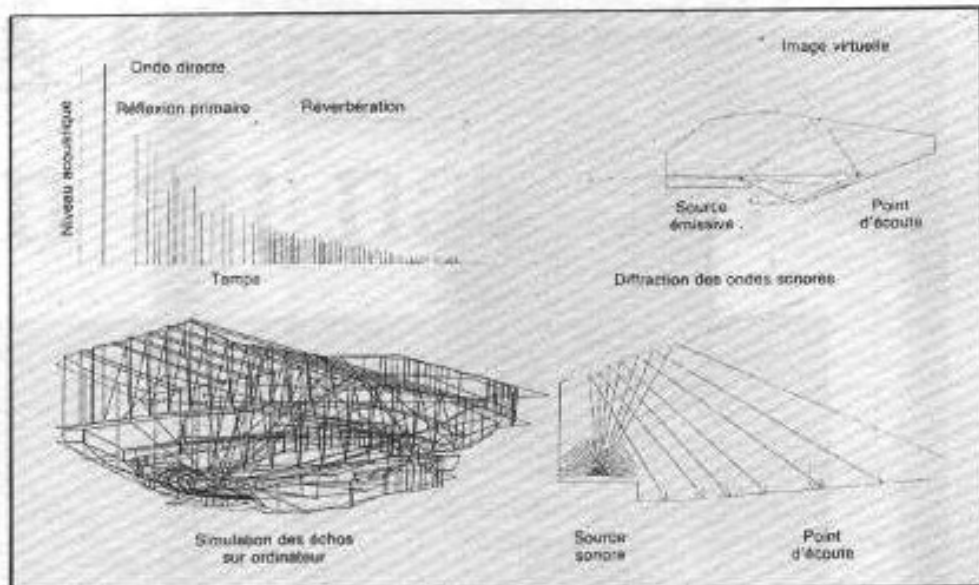


Fig. 9 : Simulation sur ordinateur de la réverbération d'une salle de concert. La mise en mémoire de ses caractéristiques rend possible une simulation fidèle à l'aide du DSP. (Doc. Pioneer SP-91D).

bien qu'il soit nécessaire d'ajouter processeurs, amplificateurs et enceintes supplémentaires. De son côté, Panasonic a préféré adopter, pour des questions commerciales (cassettes enregistrées) le procédé américain THX dont les initiales proviennent de son concepteur (Tom Holman eXperiment). Ce système, conçu pour une utilisation domestique vaut au Japon près de 60 000 F et se compose d'un processeur THX (SH-TX 100), de trois amplificateurs de puissance (SE-TX 100), de trois enceintes frontales (SB-TF 100), d'un caisson grave (SB-TW 100) et de deux enceintes de Surround (SB-TS 100). Tous ces systèmes vont,

bien entendu, continuer à évoluer. Les principaux soucis actuels des constructeurs semblent se situer au niveau des prix, qui doivent rester abordables en vue de la conquête d'un gros marché dans l'audio-vidéo ainsi qu'au niveau de la miniaturisation des enceintes et des caissons graves qui sont souvent mal acceptés par les utilisateurs au-delà d'un certain volume. Tous ces procédés vont très certainement s'épanouir et se vulgariser lorsque la réception TV à haute définition se sera généralisée ainsi que celle de tuners « BS » à réception par satellite. Il ne fait aucun doute que nous y reviendrons.

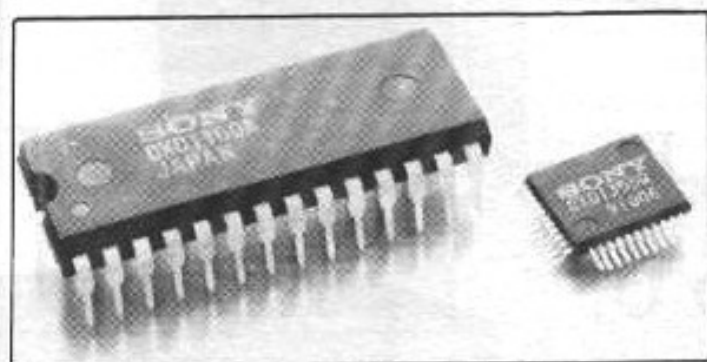


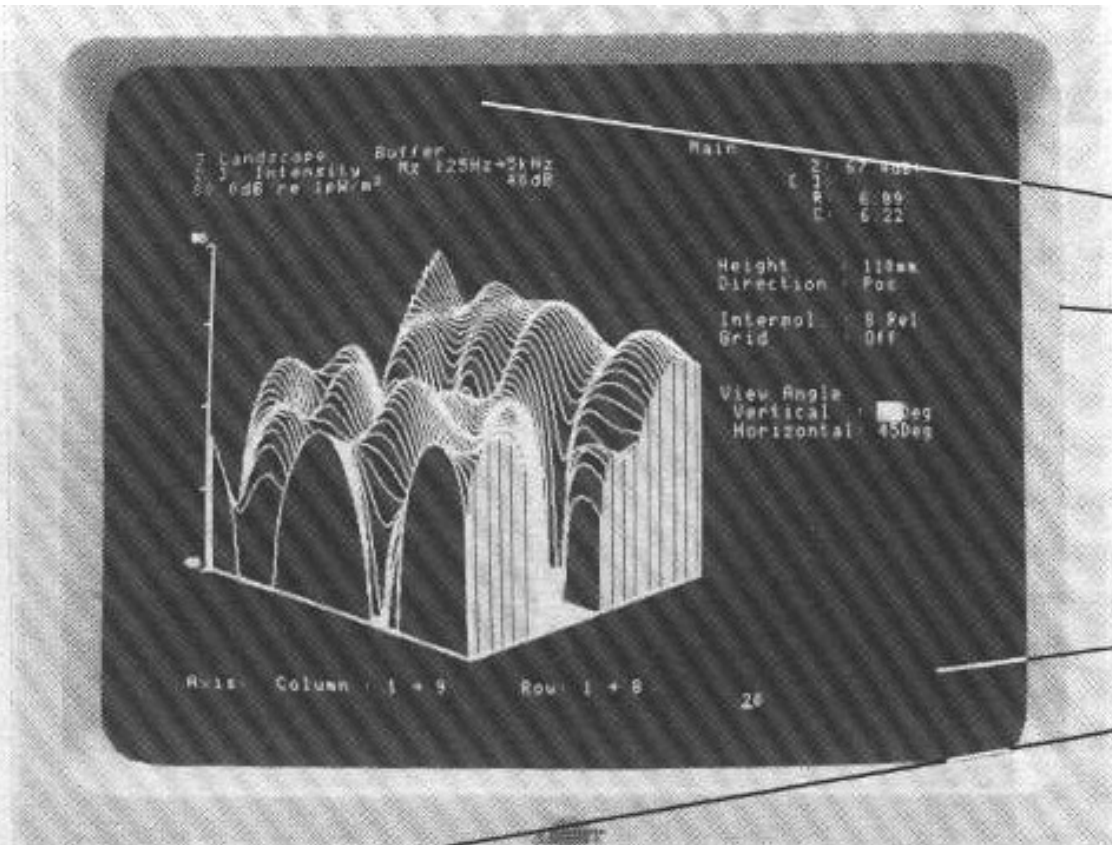
Fig. 10 : Nouveaux circuits intégrés LSI Sony utilisés sur la section DSP du préamplificateur TAE-1000 ESD. Le CDX 1160 A en brochage DIL 28 est utilisé pour le contrôle de la dynamique et pour les différentes égalisations. Le CDX 1355 Q à 44 broches pour montage en surface est un processeur de réverbération.



Préamplificateur Sony TA-E 1000 ESD à processeur audio-numérique multi-fonctions.

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**



vers une nouvelle visualisation d

Gustavo Alcuri

avec la collaboration de S. Guerri

L

évolution de l'audio a clairement mis en évidence l'insuffisance et les lacunes des mesures. Il n'est pas possible actuellement de parfaitement corréler mesures et écoute.

Cette quête essentielle à une approche pragmatique, a suscité nombre de polémiques et de débats au niveau de l'électronique.

Pour l'acoustique, ces carences sont admises depuis longtemps.

L'évaluation qualitative d'un transducteur, d'une enceinte acoustique,

voire d'un local, passe en final par l'écoute.

Certes, les capacités grandissantes des calculateurs ont permis des investigations

sur la base de la réponse impulsionnelle, FFT, analyse tridimensionnelle...

Toutefois, ces avancées restent parcellaires

et encore bien éloignées de notre système de perception.

Avec l'intensimétrie que nous vous présentons, c'est un champ nouveau qui s'ouvre,

plein de promesses...



champ sonore...

L'INTENSIMETRIE

L'évaluation des caractéristiques d'un transducteur acoustique utilisé pour la reproduction sonore a, jusqu'à présent, fait appel à des techniques basées sur la réponse du système à un signal dans des conditions toujours restrictives...

C'est ainsi que la courbe de réponse d'une enceinte acoustique est normalement obtenue dans une chambre anéchoïque. Elle représente le niveau de pression acoustique obtenu dans une plage de fréquences déterminée. Il est à noter que l'ensemble de paramètres qui servent à définir un transducteur est déterminé à partir d'un signal recueilli dans des conditions d'environnement particulières et dans une certaine ignorance de l'image énergétique.

Cette restriction n'est pas exclusive à l'expérimentation en électro-acoustique. Toute étude de propagation aérienne repose sur une image, assez étroite, d'un champ sonore représenté par la mesure d'une pression.

Depuis l'établissement des fondements de l'acoustique physique au siècle dernier, nous savons qu'une source sonore est à l'origine de l'émission d'une puissance, d'une manière analogue à la radiation d'une autre forme d'énergie telle la chaleur. Cependant, lorsqu'il s'agit d'évaluer un radiateur de chaleur, il est fait immédiatement appel à cette puissance exprimée en watts. Alors que pour un émetteur acoustique on le définit à partir de la **pression sonore**,

laquelle est en réalité une conséquence de l'établissement d'un champ sonore qui, lui, dépend de la **puissance acoustique**.

En acoustique, nous nous limitons d'ordinaire à la considération d'une conséquence correspondant à l'existence d'un phénomène plus profond et plus complexe.

Il est important déjà de signaler que la puissance acoustique peut être considérée comme une manifestation énergétique indépendante de l'environnement. C'est-à-dire que la grandeur qui l'exprime n'est pas fonction de la forme de la pièce qui abrite le transducteur, pas plus que de la nature des surfaces la délimitant. Nous sommes ainsi infiniment

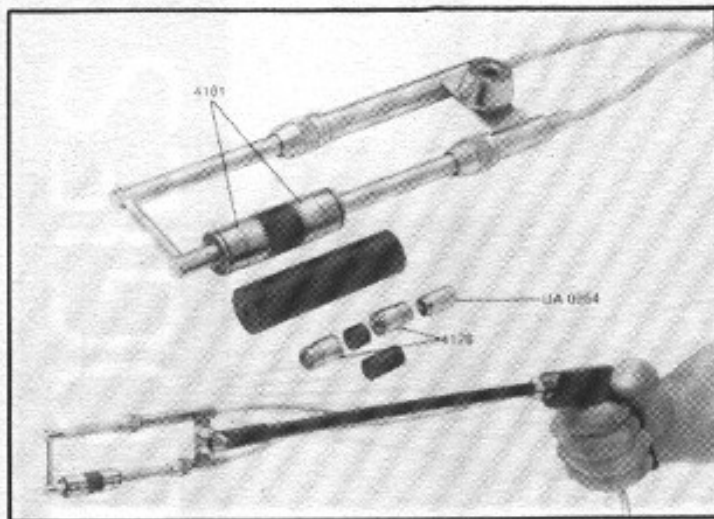


Fig. 1 : Sonde Brüel & Kjaër pour la mesure intensimétrique. Il existe diverses configurations utilisant deux types de microphones à condensateur et plusieurs blocs d'espacement en fonction des caractéristiques du champ sonore à explorer.

plus proches de l'image physique de la source en soi.

Nous rappellerons que l'énergie émise par une source par unité de temps est exprimée par la puissance. Si nous considérons maintenant l'énergie par unité de surface, nous sommes en présence d'un flux d'énergie qui prend la dénomination d'intensité acoustique.

Ce concept est particulièrement important car ce flux d'énergie a une direction de propagation, un sens. Il est caractérisé par une grandeur vectorielle par opposition à la pression qui, elle, est simplement une grandeur scalaire (amplitude).

Cette expression vectorielle est une porte ouverte à une orientation nouvelle dans l'étude de toute manifestation acoustique et ceci, dans tous les milieux de propagation.

Tout l'intérêt de cette nouvelle approche réside dans le fait que le travail expérimental utilisant comme information l'intensité, permet l'obtention de la puissance acoustique dans un environnement quelconque et la localisation des sources à partir de la connaissance de la direction (et de l'amplitude), étant donné le caractère vectoriel des données recueillies.

Obtention et expression de l'intensité

Le phénomène de la propagation sonore repose sur le concept de flux d'énergie. Il est toutefois délicat de se représenter l'existence d'une pression en l'absence de rayonnement acoustique. Cela nécessite un certain effort intellectuel... C'est pourtant le cas rencontré avec des ondes stationnaires qui s'établissent dans un tube présentant une paroi parfaitement rigide ou encore dans une salle d'écoute normale pour les fréquences graves. Nous touchons là à la notion de champ sonore réactif, c'est-à-dire sans flux d'énergie. Habituellement, un champ sonore est défini par deux composantes, l'une active et exprimant le flux d'énergie et l'autre réactive, comme nous venons de le voir.

En règle générale et sans détailler les développements mathématiques sur lesquels ce concept est fondé, nous pouvons considérer que l'intensité acoustique s'exprime par :

$$I(t) = I(\text{active}) + I(\text{réactive})$$

A cela, nous pouvons ajouter que :

— La moyenne de l'intensité réactive est nulle.

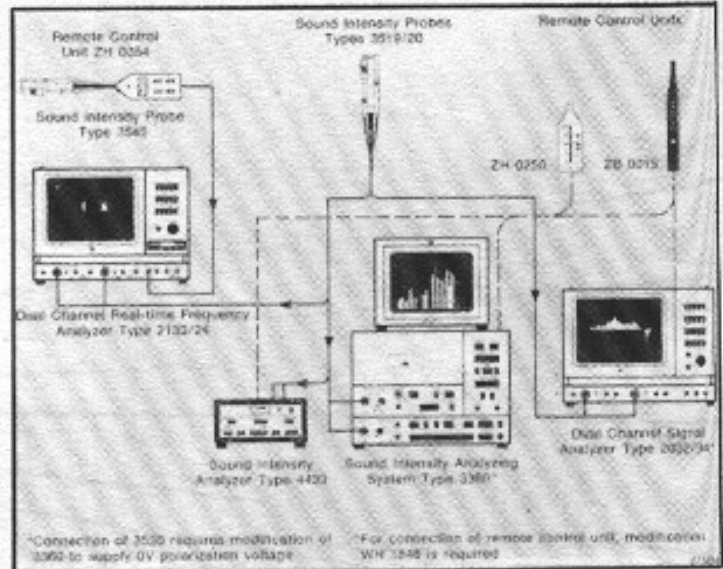


Fig. 2 : Montage expérimental montrant les possibilités d'association des sondes intensimétriques avec les diverses unités de traitement du signal Brüel & Kjaër.

— La valeur moyenne de l'intensité active s'exprime par :

$$I(\text{active}) = P_{\text{eff}} U_{\text{eff}} \cos \varphi$$

P étant la pression, U la vitesse particulière et φ la phase entre pression et vitesse.

— L'intensité active constitue le terme réel et l'intensité réactive le terme imaginaire dans la notation complexe de l'intensité :

$$I(t) = U^2(t) |Z| \cos \varphi + iU^2(t) |Z| \sin \varphi$$

sachant que Z est égal à $\frac{P}{U}$ et caractérise l'impédance acoustique.

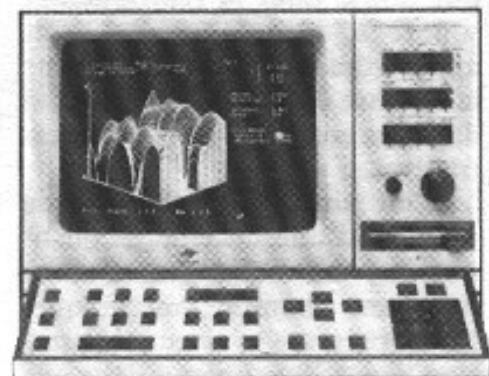


Fig. 3 : L'unité de traitement Brüel & Kjaër type 2133 est équipée de systèmes de programmation évolués permettant la représentation cartographique de l'intensité. Ici, un tracé tridimensionnel visualise la distribution de l'intensité sur une surface de mesure.

Pour bien saisir cette approche, il est essentiel de comprendre que les particules d'air oscillent autour d'une position de repos fixe lors du processus de perturbation caractéristique du phénomène sonore. Il est donc possible de considérer la vitesse de ces particules qui se superpose aux fluctuations cycliques de pression, lesquelles sont à l'origine de la manifestation sensible de la mécanique de la propagation sonore. Si nous sommes capables de mesurer la vitesse particulière, le problème de la mesure de l'intensité est résolu puisque, comme nous l'avons vu, l'intensité est égale au produit de la pression par la vitesse particulière.

La mesure de la pression est désormais parfaitement maîtrisée, on peut la déterminer avec grande précision et fiabilité. Cela est moins évident pour la vitesse particulière. Fort heureusement, celle-ci peut être rattachée à un gradient de pression. On revient donc à une mesure de pression que l'on maîtrise. Un artifice autorise cette « pirouette ». Il s'agit de l'équation d'Euler linéarisée. Sans entrer dans les détails mathématiques, disons simplement que cette équation établit une relation entre le gradient de pression qui accélère un fluide de densité ρ et l'accéléra-

tion des particules. Connaissant l'accélération, il est ensuite aisé, par intégration, d'obtenir la vitesse :

$$a = -\frac{1}{\rho} \text{grad } P$$

$$\frac{\partial U}{\partial t} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial r}$$

$$U = -\int \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial r} dt$$

Technologiquement, les choses sont toutefois moins évidentes. La solution globale du problème passe par deux aspects de l'instrumentation :

- La réalisation de sondes composées de deux microphones capables de délivrer l'information nécessaire en termes de *gradient* de pression d'une manière précise et fiable.
- La réalisation de systèmes de traitement du signal pour exploiter les données et aboutir à une représentation adéquate des valeurs calculées.

Ce double pari technologique a été pleinement réussi par la société danoise Brüel et Kjaër, leader dans le domaine de l'instrumentation en acoustique et vibration. La sonde, conçue par des équipes de recherche de Brüel et Kjaër, comprend deux microphones montés face à face séparés par un bloc qui assure l'écartement prédéterminé et une

incidence particulière du son parvenant aux capsules (fig. 1). Celles-ci fonctionnent sur le principe de condensateur. Les caractéristiques physiques et la stabilité de ces deux microphones assurent la fiabilité de la mesure délivrant les signaux qui contiennent l'information de gradient de pression. Cela, sur une échelle de fréquences suffisamment large pour travailler dans la majorité des situations acoustiques dans les domaines de l'industrie, de l'architecture et pourquoi pas de l'électro-acoustique.

Les précieuses informations qu'un tel système peut permettre de recueillir font que l'un de nos objectifs sera désormais d'étendre les possibilités analytiques de l'intensimétrie aux systèmes de reproduction sonore.

Exemples d'application

L'ampleur du champ d'application de cette méthode est facile à imaginer ! Elle conduit à l'obtention de la puissance acoustique dans toutes les conditions d'environnement ainsi qu'à la localisation de sources à l'intérieur d'un ensemble complexe. C'est une approche résolument nouvelle.

A titre d'exemple, nous mentionnons en fig. 4 les résultats

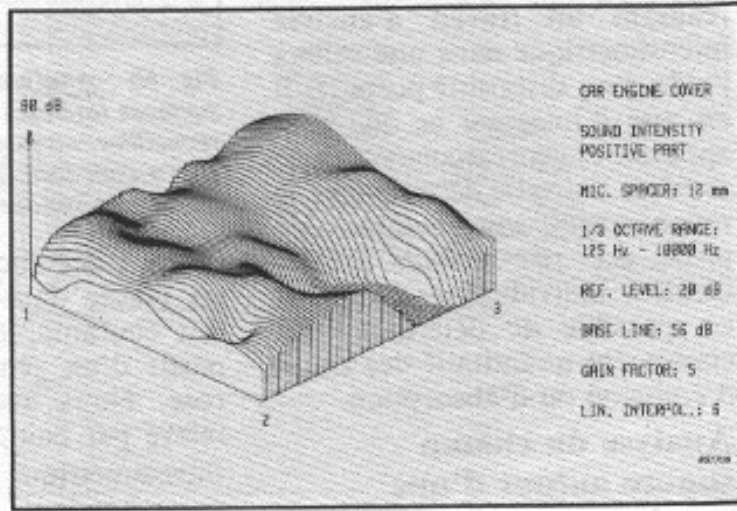
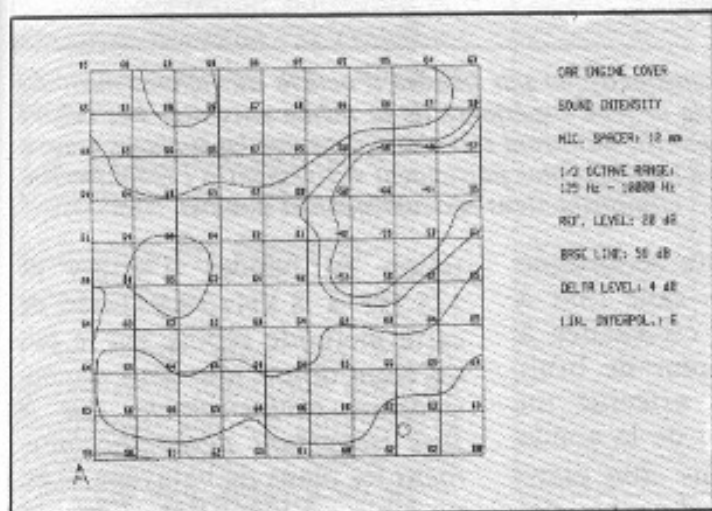


Fig. 4 : Analyse intensimétrique d'un capot de voiture. Le tracé pointillé de la représentation de gauche indique la localisation de l'intensité négative. Dans la représentation tridimensionnelle, le point 1 correspond à la position A du diagramme de contour supérieur et n'indique que les valeurs positives.



Fig. 5 : Application de la méthode intensimétrique dans la détermination des caractéristiques de rayonnement des surfaces dans une salle standard. L'évaluation quantitative de la participation de chacun des secteurs constitutifs de la salle conduit à la conception prévisionnelle d'un traitement acoustique. Cela, à partir de la connaissance approfondie du champ sonore et des caractéristiques de propagation.

obtenus sous forme de courbes de niveau et de représentation tridimensionnelle du comportement acoustique d'un capot de voiture. Les applications dans le domaine de l'industrie automobile sont nombreuses, le niveau de bruit étant un critère que les constructeurs prennent de plus en plus en compte.

La fig. 5 montre un technicien réalisant un travail d'analyse intensimétrique dans une salle à l'aide d'un dispositif portable. Il est aisé d'imaginer ce que peut apporter ce genre d'analyse : une manière nouvelle de visualiser le rayonnement sonore dans une pièce, cela par secteurs préalablement individualisés. Ainsi, il est possible de déterminer un classement quantitatif des zones d'émission ou d'absorption.

Analyse du champ sonore autour d'une enceinte acoustique

Pour cet article, nous nous sommes livrés à une expérience

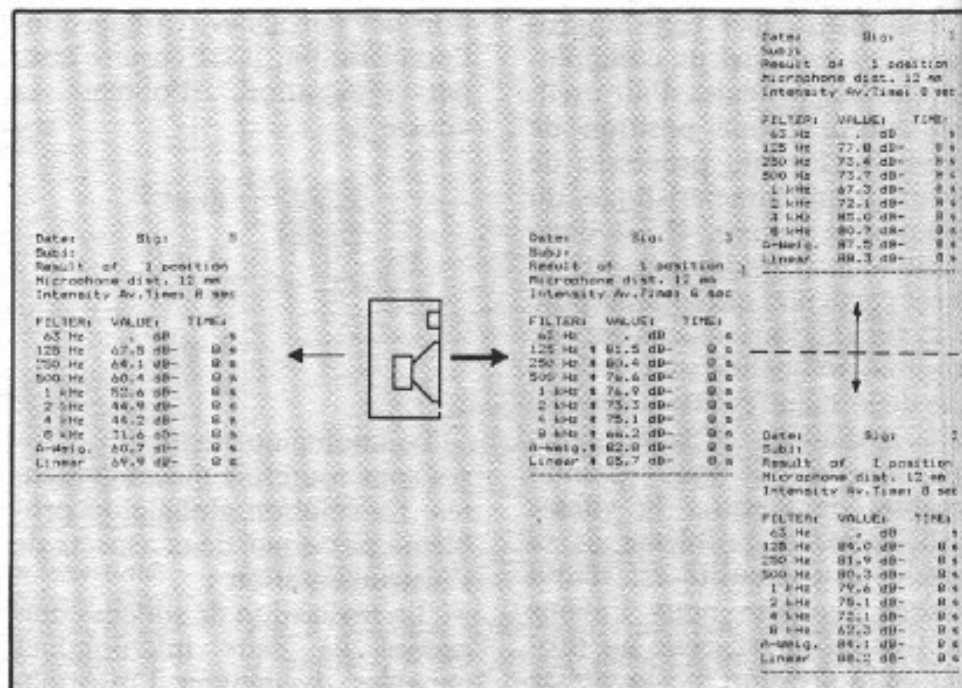


Fig. 6a : Analyse intensimétrique par bandes d'octave du rayonnement avant et arrière d'une enceinte acoustique. La surface avant a été préalablement balayée dans son ensemble et ensuite nous avons séparé cette analyse en deux secteurs correspondant au transducteur de grave et au transducteur d'aigu.

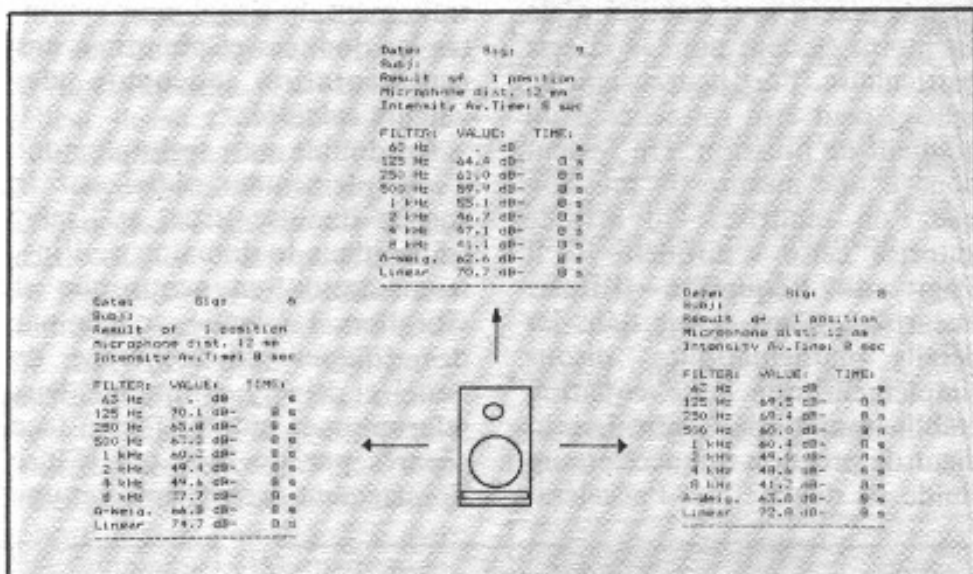


Fig. 6b : Analyse intensimétrique par bandes d'octave du rayonnement des surfaces latérales et de la face supérieure de la même enceinte. Les valeurs recueillies, mesurées en dB, montrent très clairement que les surfaces « aveugles » sont loin d'être inertes. Elles participent activement à l'établissement du champ sonore et... compromettent sérieusement sa qualité.

tation : une enceinte acoustique est placée dans une salle tout à fait courante, elle est excitée à partir d'un générateur de bruit rose. Nous avons effectué un relevé par balayage de la sonde intensimétrique dans cinq plans correspondant à chacune des faces de l'enceinte (exceptée celle étant au sol). Le temps d'intégration est de 8 s pour une représen-

tation en bandes d'octave de 125 Hz à 8 kHz. La force de cette méthode repose sur le fait qu'étant donné que nous ne considérons exclusivement que le flux traversant perpendiculairement les plans de balayage, il est possible d'identifier l'énergie sonore rayonnée par le secteur choisi par l'expérimentateur. A titre d'exemple, nous avons

effectué un relevé de l'émission de la face avant en procédant à l'analyse sur deux secteurs, l'un correspondant au haut-parleur de grave et l'autre au tweeter. Il est ainsi possible de recueillir des informations fondamentales à la compréhension d'un transducteur, voire à son amélioration. Les conditions de rayonnement peuvent être évaluées par secteurs, aussi est-il possible d'analyser séparément les différentes surfaces constitutives... On conçoit aisément la puissance d'une telle méthode appliquée avec rigueur à la conception de haut-parleurs, d'enceintes acoustiques, voire de salles d'écoute...

Dans ce premier aperçu des possibilités offertes par une image vectorielle de l'émission acoustique, nous ne nous étendrons pas sur les multiples exemples d'application, notre propos étant de faire découvrir au lecteur les nouvelles possibilités d'évaluation qui s'offrent dans les années à venir. Pour notre part, nous comptons bien utiliser cet outil dans le domaine de l'électro-acoustique et nous ne manquerons pas, au travers de ces colonnes, de vous informer de l'avancement de nos recherches.

Cependant, cette première approche conceptuelle ne serait pas complète si l'on n'abordait pas une opération puissante et, elle aussi, nouvelle : la Transformation Spatiale des champs sonores.

La Transformation Spatiale des champs sonores en électro-acoustique

Notre but n'est pas ici de décrire cette technique dont les fondements ont été publiés très récemment par J. Hald. En effet, elle fait appel à un développement mathématique que nous ne pouvons aborder dans ces colonnes. Nous souhaitons plutôt communiquer au lecteur

l'idée globale. Pour cela, nous avons tenté de représenter en fig. 7 l'originalité de la Transformation Spatiale des champs sonores. Elle consiste à déduire les caractéristiques physiques d'un champ sonore dans une région donnée de l'espace à partir de la caractérisation de l'émission dans un champ proche de la source. La technique fondée sur le balayage d'une surface proximale permet l'obtention de l'inter-spectre par rapport à un capteur de référence. Cela débouche sur une *représentation holographique* du champ proche. Ensuite, la définition du champ à une distance donnée est obtenue par l'application de l'équation intégrale de Helmholtz. Un tel système d'évaluation profite, bien évidemment, des outils de travail intensimétriques. Il est capable de nous informer sur l'évolution spatiale d'un champ contenant les renseignements nécessaires à la *déduction des paramètres distants à partir de la modélisation d'une variation des éléments caractérisant la source*.

Le montage expérimental de base, lequel est toutefois assez lourd, est visualisé en fig. 8 selon une configuration Brüel et Kjaer. Il peut admettre des

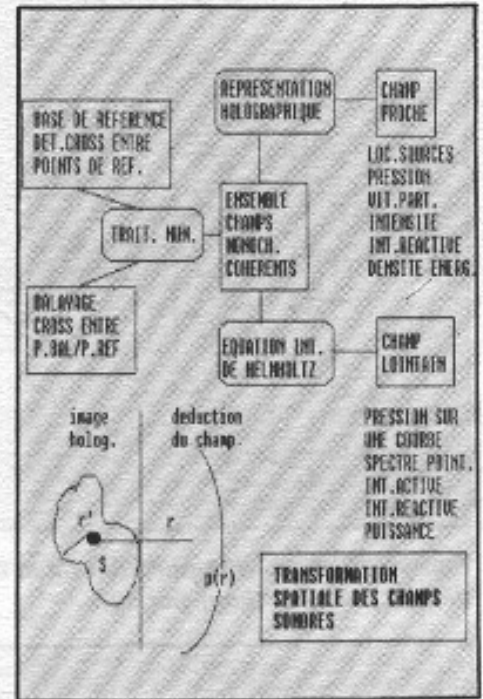


Fig. 7 : La Transformation Spatiale des champs sonores constitue une étape nouvelle dans la représentation de la propagation d'une onde. Ainsi le champ lointain peut être déduit des éléments recueillis sur la source.

variantes plus ou moins importantes notamment au travers de l'introduction d'un analyseur de type 2133, déjà cité en fig. 2, couplé à un ordinateur VAX ou équivalent.

Pour illustrer cette nouvelle technique, nous vous proposons un exemple d'observation (fig. 9 à 16) du fonctionnement d'un

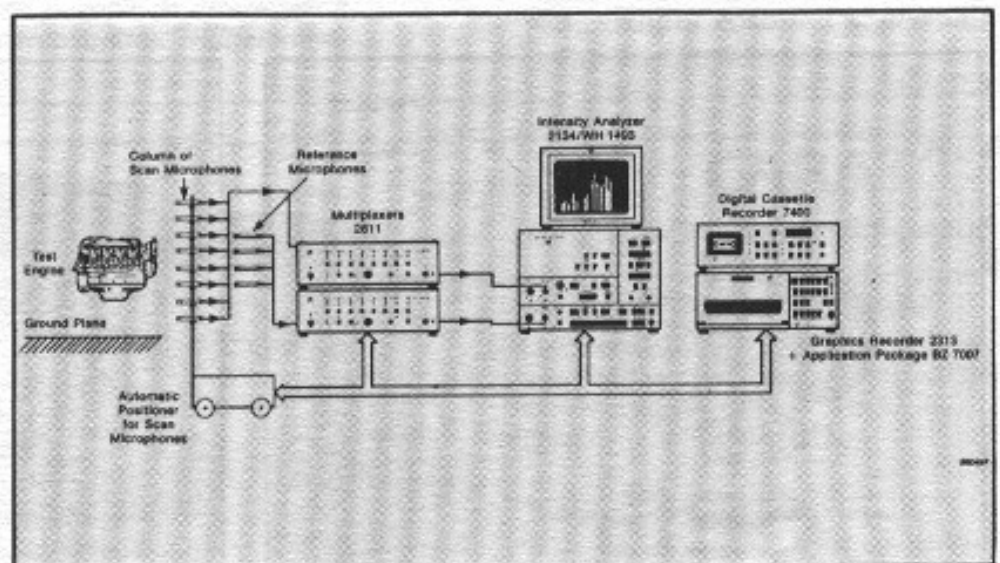


Fig. 8 : Synoptique de l'instrumentation mise en œuvre pour la Transformation Spatiale des champs sonore. Elle comprend des capteurs primaires, des capteurs de référence, un système de multiplexage et une unité centrale de traitement.

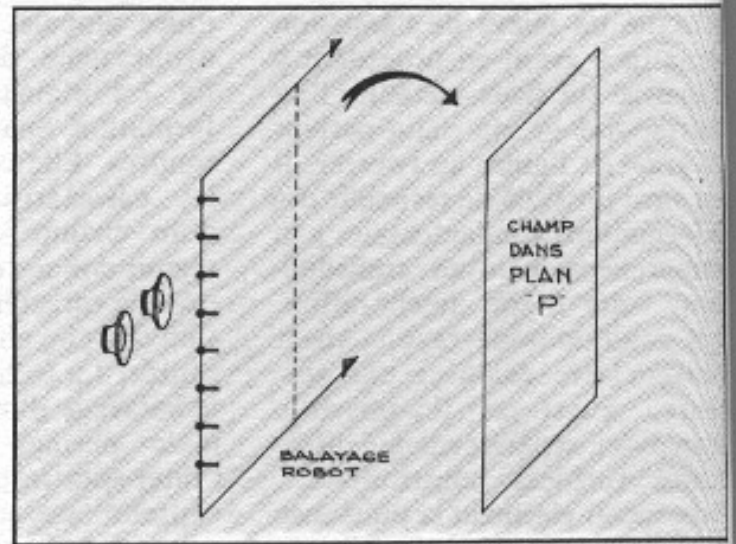
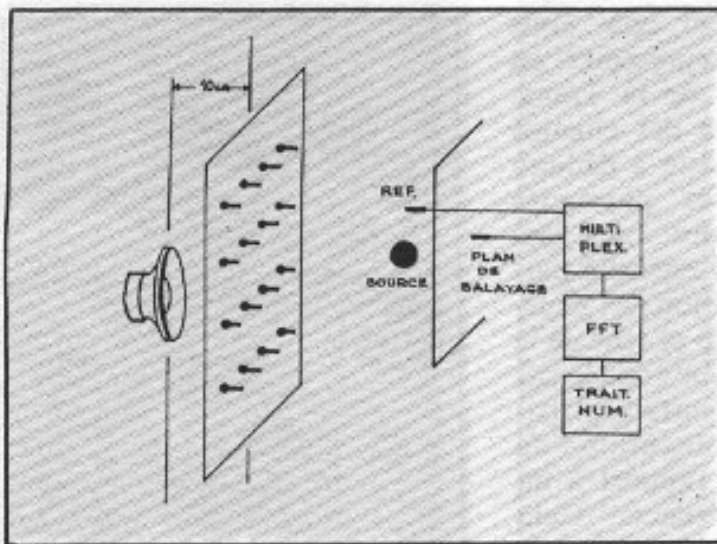


Fig. 9 : Schémas d'application de la technique de la Transformation Spatiale des champs sonores à l'étude du champ délivré par deux haut-parleurs.

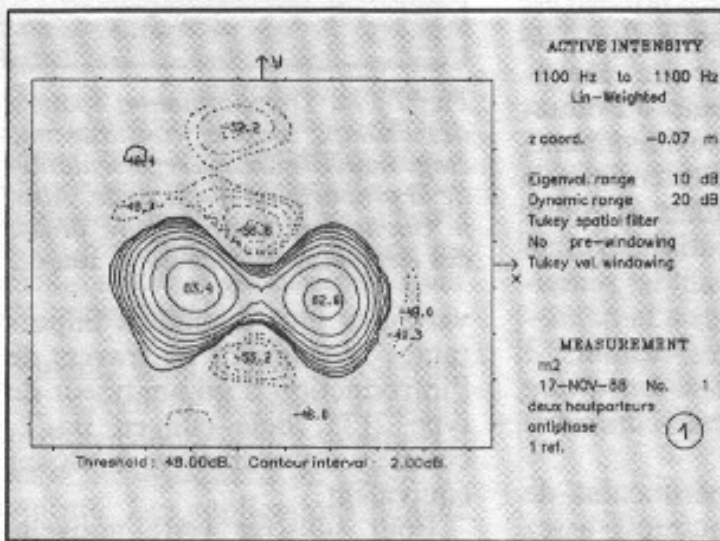


Fig. 10 : Image de contour de l'intensité active obtenue dans un plan proche des deux haut-parleurs en opposition de phase.

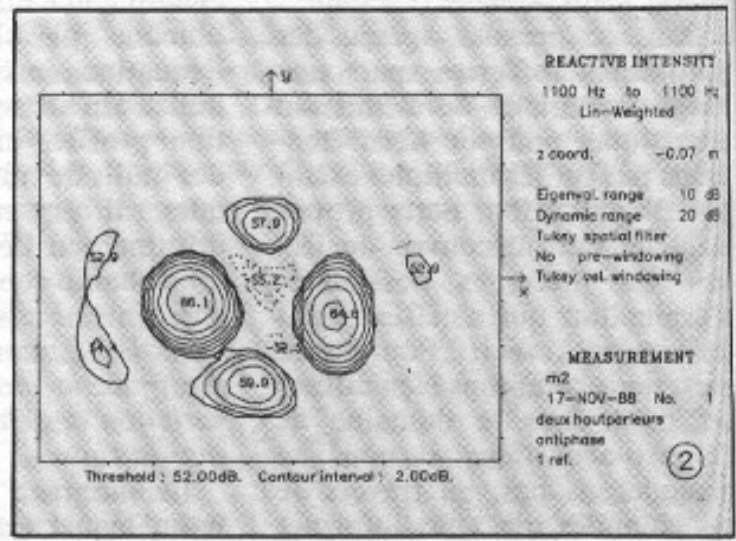


Fig. 11 : L'obtention de l'intensité réactive fournit des informations complémentaires que le spécialiste doit intégrer à son étude de caractérisation proximale.

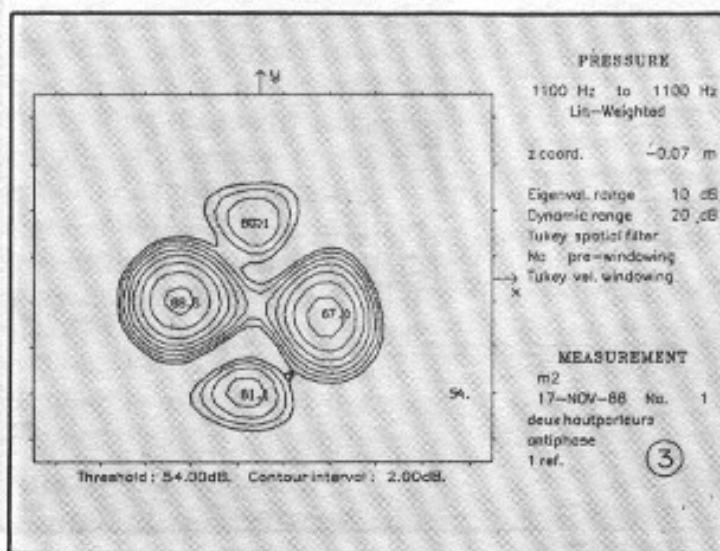


Fig. 12 : Le système de calcul permet la représentation de tous les paramètres caractérisant la source dans son environnement. Ici en pression.

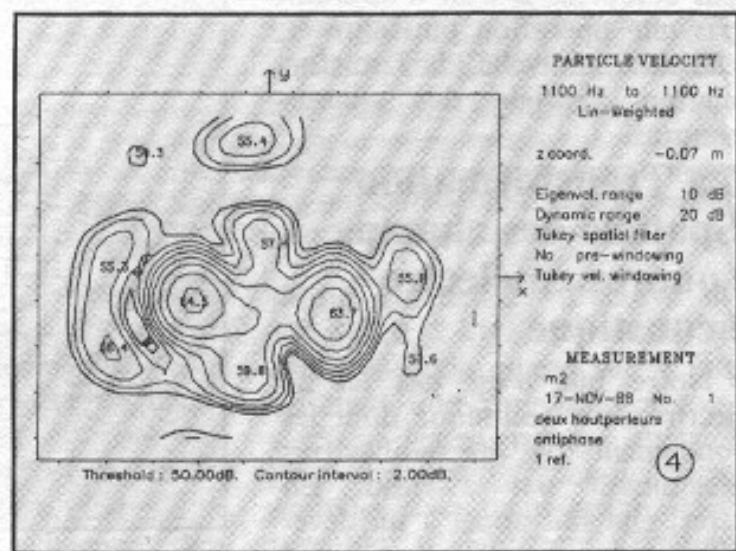


Fig. 13 : Suivant notre schéma conceptuel de la fig. 7, la vitesse particulière est aussi accessible dans notre visualisation de l'image de contour.

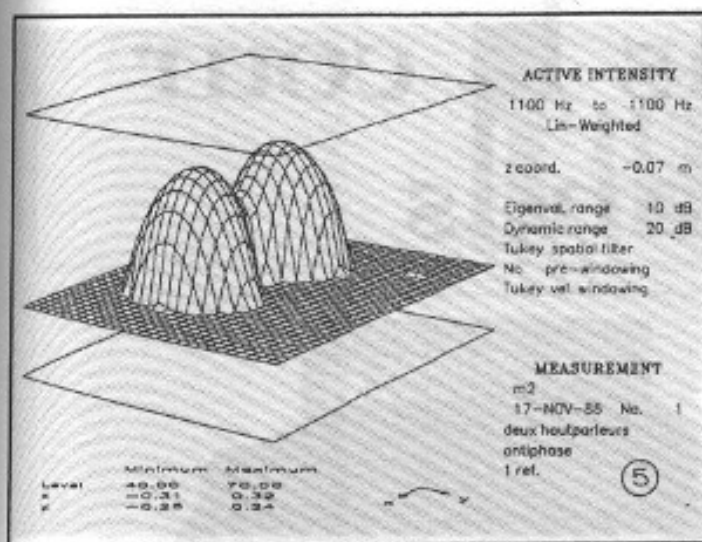


Fig. 14 : La visualisation tridimensionnelle est particulièrement intéressante dans la déduction du comportement du champ sonore à une distance donnée.

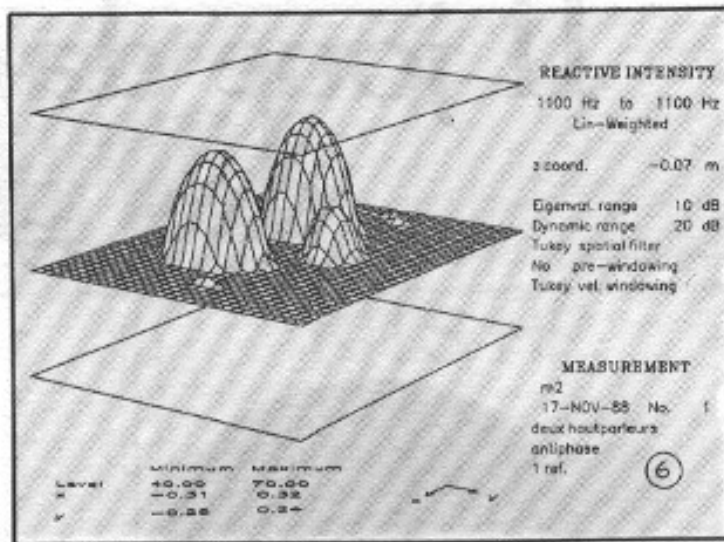


Fig. 15 : Visualisation tridimensionnelle de l'intensité réactive.

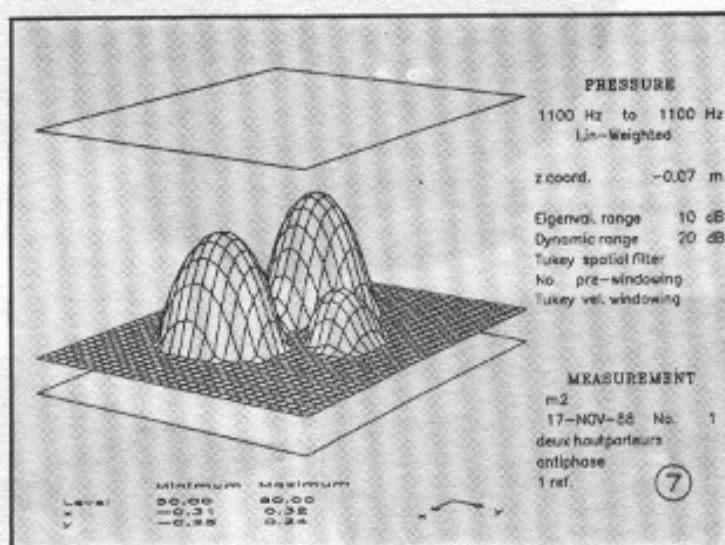


Fig. 16 : A partir de l'émission monochromatique au niveau du haut-parleur, il est possible de déterminer à une distance donnée la représentation tridimensionnelle de la pression.

couple de haut-parleurs. Certes, ces résultats sont aujourd'hui livrés « en vrac », notre intention dans cet article étant avant tout d'exposer la capacité d'un outil de travail qui vient de sortir des laboratoires et dont les possibilités nous montrent un chemin qui n'est pas celui d'un instrument plus perfectionné. Il s'agit plus exactement d'un concept d'approche des phénomènes audibles qui constitue un bond qualitatif dans notre recherche de la compréhension de phénomènes acoustiques. Actuellement, nous en sommes à récolter la moisson des données nouvelles, viendra ensuite l'analyse du contenu fonctionnel.

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**



Janvier 1990

LES MUSES D'OR

au lecteur CD Teac P1

Gérard Chrétien



Sur les sept Muses d'Or que nous avons décernées, le Teac P1 est le quatrième produit touchant au numérique. Ce n'est certes pas un hasard. Ce secteur est, sans nul doute, celui qui motive le plus les investissements technologiques. Il est clair que, depuis deux ans à peine, le numérique a fait un bond considérable au plan qualitatif. Il est entré désormais de plain-pied dans le domaine audiophile.

Il est d'ailleurs intéressant de se rappeler qu'au début de la technologie digitale, beaucoup prédisaient une fin à court terme des « délires » audiophiles, le binaire devant mettre tout le monde d'accord... Tous les appareils frisant la perfection ne justifieraient plus des tests d'écoute comparatifs poussés puisqu'ils délivreraient la qualité ultime ! Bref, que l'on attein-

drait une sorte de banalisation, de standardisation... Quelle erreur. Les plus exigeants ne se sont pas laissés tromper. Leurs remarques, jugées au début comme un refus, une négation du « progrès », voire un relent de passéisme, ont progressivement été prises en compte. Cela dans un marché où la compétition se faisait de plus en plus sévère et dans lequel il devenait

impératif de se différencier. Et paradoxalement, plus l'on solutionnait de défauts, qualifiés « de jeunesse », de la technique numérique, plus les écarts entre produits s'accroissaient, semblant valider tel ou tel choix et amélioration. Alors qu'au début du CD, que l'on se souvienne, il était bien délicat de discerner un maillon sortant indiscutablement du lot. Comme s'il y avait une

sorte de moyennage entre qualités et défauts.

Depuis, des imperfections majeures au plan perceptif ont été localisées. Le phénomène de jitter (lecteur CD Kenwood DP 1100, Muses d'Or de notre n°2), le glitch des convertisseurs (DAT Nakamichi 1000, Muses d'Or de notre n°4), le filtrage numérique associé à un suréchantillonnage de 64 fois (convertisseur Wadia 2000, notre Muse d'Or du n°6), sont autant d'éléments qui viennent clairement prouver que le traitement d'un signal musical est d'une exigence extrême. Et que notre système perceptif est d'une acuité telle qu'il ne se laisse pas leurrer aussi facilement. Les observations, les critiques d'écoute des plus avertis ont trouvé des validations objectives.

Il est indéniable que ces perfectionnements ont énormément apporté à la qualité de restitution. Cependant, ce sont les raffinements, les innovations apportés au plan mécanique qui peuvent paraître les plus paradoxaux. En effet, avec la lecture laser, par rapport à la lecture analogique, le mode de détection changeait radicalement. On passait d'un capteur mécanico-électrique (la cellule lisant un signal mécanique par nature) à un capteur optique sans aucun contact. Lequel, de surcroît, lit des informations numériques codées qui sont, par essence, beaucoup moins sensibles à toute forme de parasites, principalement d'ordre vibratoire.

Des asservissements évolués associés à des systèmes de correction d'erreurs particulièrement

bien pensés devaient s'affranchir des désagréments d'ordre mécanique (excentrage, voile, vibrations...). Les efforts d'ingéniosité mécanique semblaient reléguer au rang d'antiquités nos monstrueuses platines analogiques. L'électronique et l'automatique prenaient le relais. Et pourtant... dès 86-87, on voyait apparaître des lecteurs lourds pour lesquels la constitution mécanique, sur le plan de l'inertie, était particulièrement soignée. Avec des châssis massifs, des systèmes antivibratoires, des contre-platines suspendues, des matériaux inertes, voire des palets-presseurs afin de mettre la lecture à l'abri de tout feedback acoustique pouvant la perturber et, par voie de conséquence, limiter l'intervention des systèmes de correction d'erreurs.

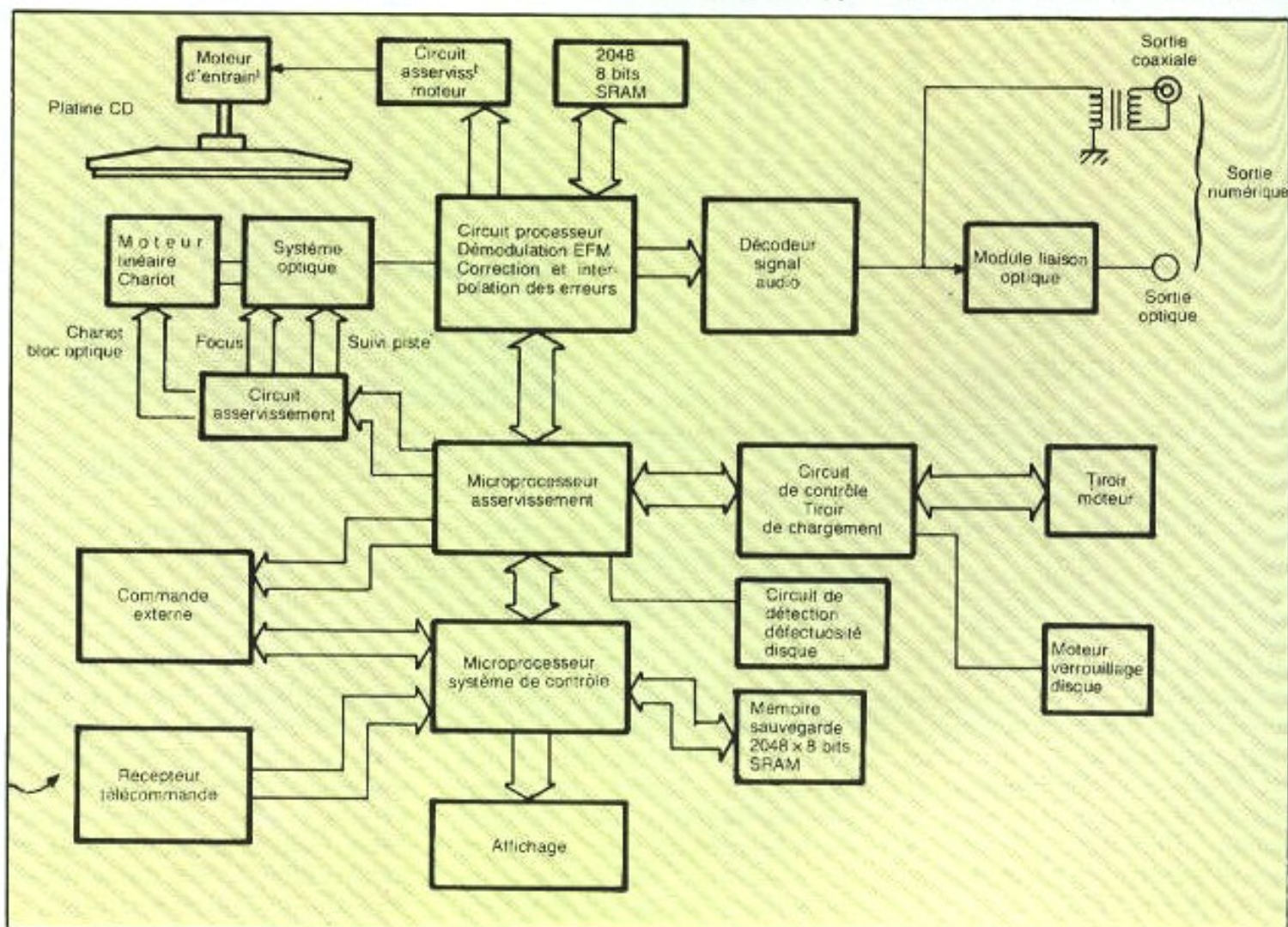


Fig. 1 : Schéma bloc du lecteur Teac PL. L'électronique de contrôle très élaborée fait appel à deux microprocesseurs et à plusieurs circuits à haute intégration.

A l'écoute du lecteur Teac P1, on réalise pleinement que cette orientation n'était pas vaine et que la mécanique — élément si coûteux s'il en est, si déroutant pour les électroniciens — n'avait pas dit son dernier mot.

Le processus de lecture

Un rapide rappel des processus de lecture est nécessaire pour bien comprendre le schéma bloc du Teac P1 donné en fig. 1. Il situe mieux les exigences à remplir ainsi que l'incidence majeure que peuvent avoir les vibrations parasites même d'amplitudes jugées infimes.

L'information musicale est inscrite sur une spirale composée d'alvéoles successives. Cette spirale part de l'intérieur (avec un diamètre maximal de 46 mm), vers l'extérieur (diamètre maximal de 116 mm) avec un pas de $1,6 \mu\text{m}$, elle fait environ 20 000 tours. L'information des deux voies audio codées est représentée par des valeurs discrètes que prennent la largeur des alvéoles ainsi que la distance entre celles-ci (dimensions comprises entre $0,833 \mu\text{m}$ et $3,56 \mu\text{m}$).

Le système optique

Le message ainsi gravé est lu par un système optique. Un faisceau émis par une diode laser (longueur d'onde 780 nm) traverse le dispositif suivant (fig. 2) :

— Une grille de diffraction servant à générer les deux faisceaux latéraux (25 % de l'énergie du faisceau principal) qui sont utilisés pour l'asservissement du suivi de piste.

— Un prisme de polarisation dont le but est de diviser la lumière émise par la diode, qui le traverse sans déviation, et la lumière réfléchi par le disque, qui revient avec une polarisation de 90° et se trouve ainsi dérivé vers le module détecteur.

— Un collimateur, lentille qui rend parallèle les rayons lumi-

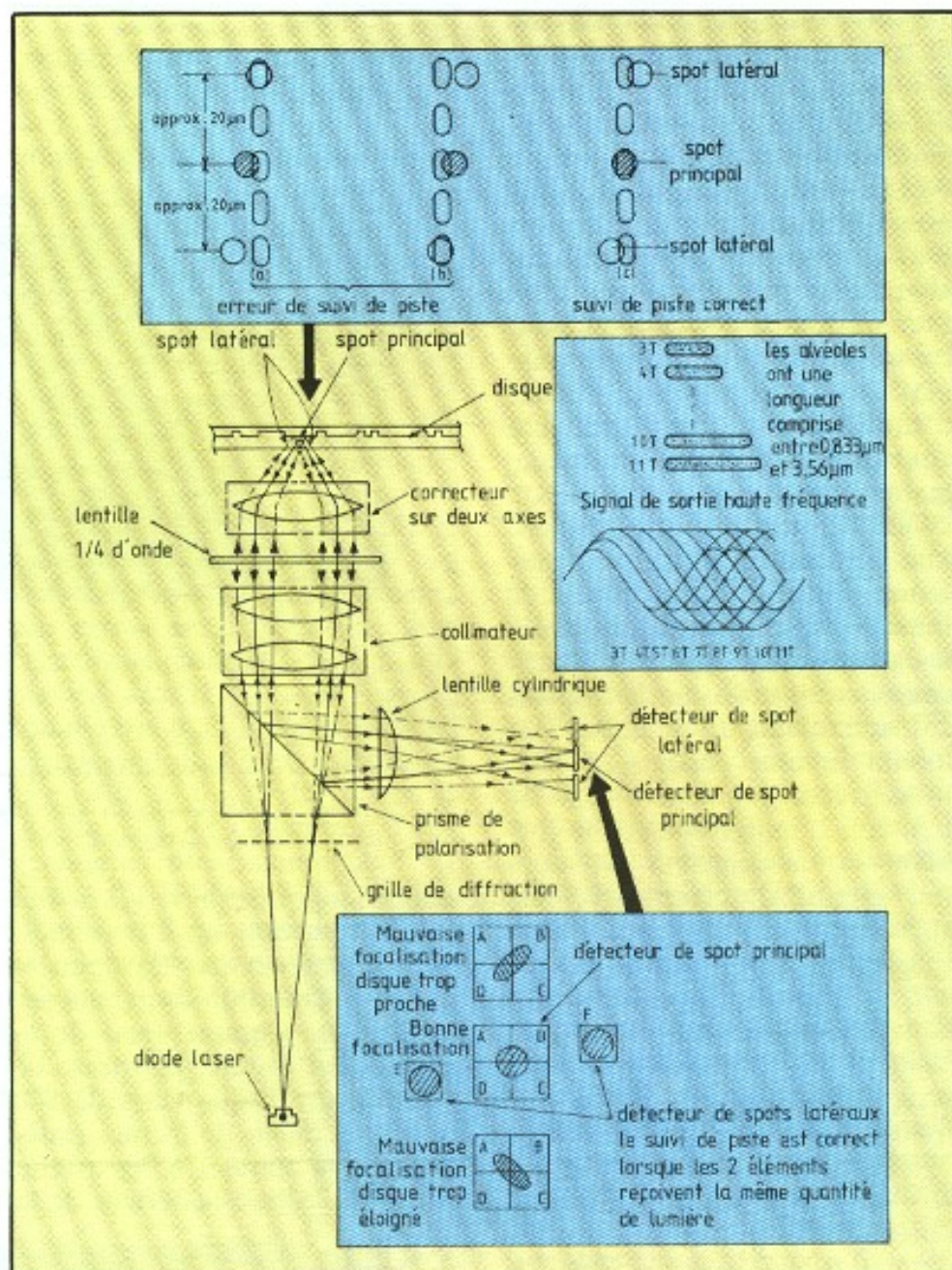


Fig. 2 : Le système optique trois faisceaux. Les deux faisceaux latéraux participent au suivi de piste (encadré supérieur). Le détecteur de spot principal avec ses quatre éléments commande l'asservissement de focalisation, le focus est assuré lorsque $(A + C) - (B + D) = 0$. Le spot est alors circulaire (encadré inférieur). Le signal de sortie est un signal haute fréquence (encadré central).

neux et concourt donc à la concentration du faisceau. La précision de cet élément est donc essentielle.

— Une lentille 1/4 d'onde qui polarise à 45° l'onde lumineuse qui la traverse.

— Un correcteur sur deux axes qui assure un double rôle : la focalisation précise du faisceau sur la surface du disque (axe vertical) et suivi de la spirale (axe latéral). Deux bobines perpendiculaires placées dans un champ

magnétique permettent, par asservissement, les corrections.

— Les trois spots (un principal et deux latéraux) sont réfléchis par le disque. La réflexion est pratiquement totale — de 70 à 90 % — si le faisceau incident ne rencontre pas d'alvéole (une bosse côté lecture) dans le cas inverse peu de lumière est réfléchi (elle est diffusée par diffraction sur l'alvéole). Les trois faisceaux ainsi réfléchis reprennent le parcours inverse, polarisés à

90° après passage au travers de la lentille 1/4 d'onde, jusqu'au prisme de polarisation sur lequel ils sont déviés en direction des détecteurs.

— Le détecteur de spots latéraux est constitué de deux éléments photo-récepteurs qui reçoivent chacun les deux faisceaux latéraux réfléchis. Ils commandent l'asservissement du suivi de piste via le correcteur. Le point d'équilibre est atteint lorsque chacun d'eux reçoit la même quantité de lumière.

— Le détecteur principal subdivisé en quatre éléments détecteurs. Suivant la quantité de lumière reçue par chacun d'eux, il est possible d'ajuster la focalisation en asservissant le dispositif correcteur. L'équilibre est atteint lorsque chacun des éléments reçoit le même niveau de lumière. L'image du spot se formant sur le détecteur est alors parfaitement circulaire. Le signal lumineux ainsi recueilli est l'image de l'information gravée sur le disque. Le détecteur le convertit en un signal électrique. Celui-ci est constitué par une série de sinusoïdes dont la fréquence est comprise entre 196 kHz et 720 kHz*, le signal est dénommé signal EFM, ou diagramme de l'œil, à partir duquel, par le passage à zéro, les données numériques peuvent être recueillies.

Les systèmes d'asservissement

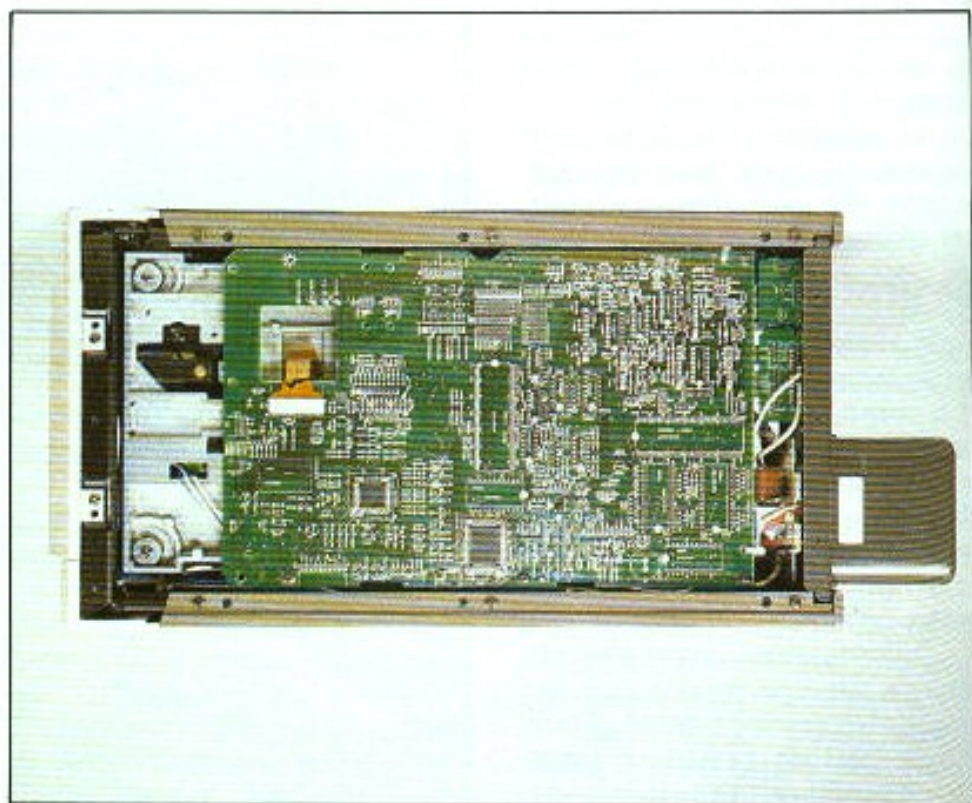
Ils sont au nombre de quatre (fig. 1).

— **Asservissement du moteur d'entraînement** de disque, il assure une lecture à vitesse constante des alvéoles pour un disque

* En effet, les alvéoles ont pour longueur minimale 0,833-0,972 μm et pour longueur maximale 3,054-3,56 μm pour des vitesses d'analyse de 1,2-1,4 m/s.

$$F_{\max} = \frac{1,2}{0,833 \times 2} = 720 \text{ kHz,}$$

$$F_{\min} = \frac{1,4}{3,56 \times 2} = 196 \text{ kHz}$$



Sur le fond, un large circuit regroupe l'essentiel des fonctions logiques de commande et d'asservissement gérés par deux microprocesseurs.

donné (comprise entre 1,2 m/s et 1,4 m/s suivant les CD et indiquée au lecteur par les données de synchronisation contenues sur le disque). Compte tenu de la gravure en spirale, la vitesse de rotation du disque varie de 500 tr/mn en début de lecture (intérieur de la spirale) à 200 tr/mn en fin de lecture (extérieur de la spirale).

— **Asservissement de focus**, il contrôle le mouvement vertical du système correcteur du bloc optique pour assurer une focalisation correcte du faisceau laser sur la surface gravée du CD.

— **Asservissement du suivi de piste**, il contrôle le mouvement en latéral du système correcteur optique afin que le faisceau principal soit parfaitement calé sur l'axe de la spirale.

— **Asservissement du moteur chariot**, son rôle est d'amener le système optique au plus près possible de l'axe de la piste lue. Ainsi l'asservissement du suivi de piste n'a plus qu'à effectuer les petites corrections complémentaires afin de travailler de façon stable.

La détection et la correction des erreurs

Nous touchons là à un élément clef des systèmes de lecture numérique. En effet, c'est à ce niveau que la différence se fait au plan qualitatif.

Les erreurs ont pour origine diverses causes :

— **Défaut de fabrication du disque** : mauvais pressage des alvéoles, variation d'intensité du faisceau laser d'écriture, formation de bulles dans la couche de protection, non-homogénéité de la résine photosensible...

— **Défauts liés à la lecture** : rayures, taches sur la surface du disque, rotation irrégulière du disque, suivi de piste et focalisation pas suffisamment précis...

Pour un disque donné, ce sont sur ces deux derniers critères que se fait réellement la différence entre deux lecteurs. Les huit années d'expérience que nous avons désormais sur le CD l'ont clairement montré. Le problème n'est pas simple. Car, outre la précision de réalisation du système optique et des détecteurs

ainsi que des systèmes d'asservissement, il intervient un aspect essentiel inhérent aux vibrations. — Vibrations intrinsèques découlant de la mise en rotation du disque. Quel est le disque parfaitement plan ? Sachant que celui-ci n'est maintenu que sur à peine 6 % de sa surface.

— Vibrations externes dues au « feedback » acoustique en provenance des enceintes. Pour combattre ces incidences externes, de nombreux constructeurs ont, depuis quelques années, investi sérieusement dans la mécanique (châssis massifs, multiples découplages...) sur leurs modèles les plus évolués afin de limiter les erreurs.

A la base du système CD, un système très élaboré de détection et de correction d'erreurs a été développé. Si d'ailleurs, ce système était essentiel au fonctionnement même des lecteurs CD (ils auraient été inexploitable sans cela), il n'en constitue pas moins une merveille d'ingéniosité. Notre propos n'est pas

ici de détailler ce procédé très complexe. Dans son concept, il repose sur les éléments suivants : — A l'information audio-numérique un certain nombre de bits sont ajoutés. Ils jouent le rôle de détrompeurs pour permettre la détection des erreurs. Un exemple simple peut être donné avec l'ajout d'un bit de parité ; ainsi pour un mot de 3 bits, tel 5 en binaire : 101, on ajoute un bit de parité correspondant à la somme binaire des 3 bits du mot, $1+0=1$ et $1+1=0$, le bit de parité est donc égal à zéro. On a donc 1010. Si, lors du processus de traitement, une erreur se glisse et que l'on recueille le mot 1110, il est possible de détecter l'erreur car la somme des trois premiers bits ne correspond plus au bit de parité ($1+1=0$ et $0+1=1$). Dans le cas du CD, le codage est éminemment plus complexe : il s'agit du code CIRC (Cross Interleave Reed Solomon Code) dans lequel le message est scindé suivant une procédure pré-

établie (notion d'entrelacement). — L'erreur étant détectée, le système peut être à même de reconstituer la valeur originale à l'aide des diverses clefs incluses dans le codage. Ces erreurs minimes ne sont pas réellement gênantes. Toutefois, dans le cas de dépassement de capacité du code CIRC, il est possible d'accroître le taux de correction en ayant recours aux deux étapes suivantes :

— Interpolation : la valeur du mot erroné est prise égale à la valeur moyenne des mots le précédant et le suivant ; le système « improvise ».

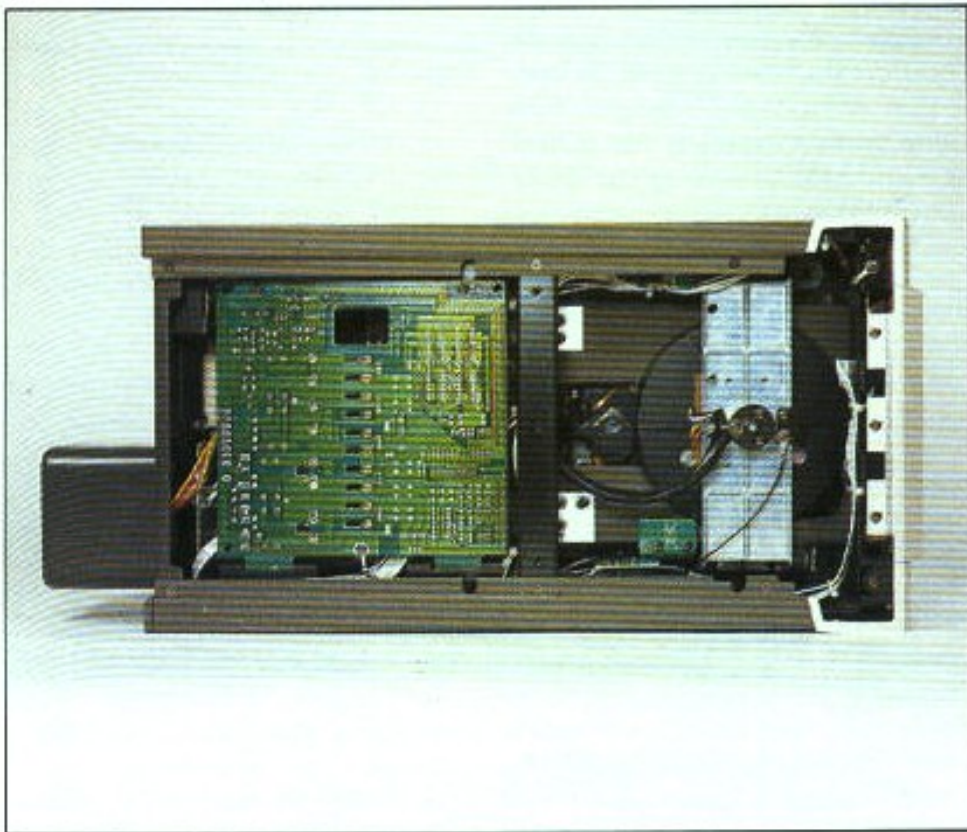
— Maintien de la valeur précédente. S'il réside une erreur sur deux mots consécutifs, le premier est pris égal au mot le précédant et le second est obtenu par interpolation ; il y a double « improvisation ».

Dans ces deux cas, on ne peut donc pas à proprement parler de correction. Tout au plus on masque l'erreur pour qu'elle ne soit pas directement audible. Il y a inévitablement une perte de richesse par rapport au message original. Donc, combattre à la source tout risque d'apparition d'erreurs est la seule solution pour un lecteur évolué... dans le but de faire la différence et apporter une restitution du plus haut niveau. Les artifices de correction ne peuvent au mieux que camoufler des carences mais en aucun cas procurer une fidélité extrême.

Le système VRDS, le cœur du Teac P1

Ce long rappel du principe de lecture, associant détection et correction des erreurs était nécessaire pour mieux comprendre les apports du Teac P1 au plan des choix technologiques et aussi les raisons de telles performances à l'écoute.

Jusqu'à présent, les constructeurs s'en tenaient à un système de verrouillage du disque défini



Vue de dessus ; on notera le transformateur d'alimentation positionné à l'extérieur sur la face arrière et sur la droite le massif système de lecture en aluminium moulé.

par la norme. A savoir que lorsque le disque est verrouillé, il n'est fixé que par deux anneaux concentriques d'égales dimensions : diamètre compris entre 29 et 31 mm, force de verrouillage entre 1 et 2 N. C'est-à-dire que le disque n'est maintenu que sur à peine 6 % de sa surface. Sachant que son épaisseur n'est que 1,2 mm et sa masse variant de 14 à 33 g, on imagine aisément les vibrations mécaniques dont le disque peut être le siège. Et, par voie de conséquence, les sévices imposés d'abord aux divers asservissements et ensuite au système de correction d'erreur.

L'idée maîtresse de Teac, qui pourra paraître fort simple après coup, a été de reconsidérer le système d'entraînement du disque en le plaçant du côté étiquette et non du côté piste. Première conséquence : plus de contrainte d'encombrement pour laisser place libre au déplacement du système optique devant accéder à la piste qui débute à 23 mm de l'axe central.

La figure 3 détaille l'originalité du système de verrouillage du disque VRDS. Le tiroir amène le disque dans le mécanisme. Un système de verrouillage placé en dessous le surélève et vient le plaquer sur la platine d'entraînement qui recouvre l'entière surface du disque. La platine, légèrement concave, reçoit le disque, un dispositif assure un centrage optimal. Ainsi, les défauts de voile et d'excentricité du disque se trouvent-ils corrigés. Le chariot supportant le système optique peut venir se positionner précisément pour assurer la lecture du disque. Les vibrations engendrées par le voile ou un centrage approximatif sont très largement réduites. Les asservissements de suivi de piste de focus peuvent alors travailler dans des conditions optimales de stabilité. Les corrections de positionnement du chariot du système optique se trouvent par conséquent très réduites. Sans parler de l'asservissement de vitesse du moteur d'entraînement dont

l'intervention dans le cas de PI est beaucoup plus douce grâce à la régulation naturelle apportée par l'inertie de la platine.

Il faut bien saisir qu'un des points très critiques réside dans l'intervention simultanée de l'asservissement de position du bloc optique et de ceux du suivi de piste et de focus. Ce qui se passe lorsque la surface du disque se déplace de part et d'autre du plan de référence lorsque le CD est le siège de vibrations. Les erreurs apparaissant dans ce cas sont importantes et engendrent inmanquablement des interpolations ou des maintiens de la valeur précédente, comme nous l'avons vu plus haut. Leurs conséquences à l'écoute sont d'un tout autre niveau que celles des erreurs dues à de minimes défauts de fabrication ou d'aspect du disque.

Par ailleurs, toute intervention des asservissements s'accompagne d'un « bruit » se superposant au signal lu et, par voie de conséquence, par une perte de

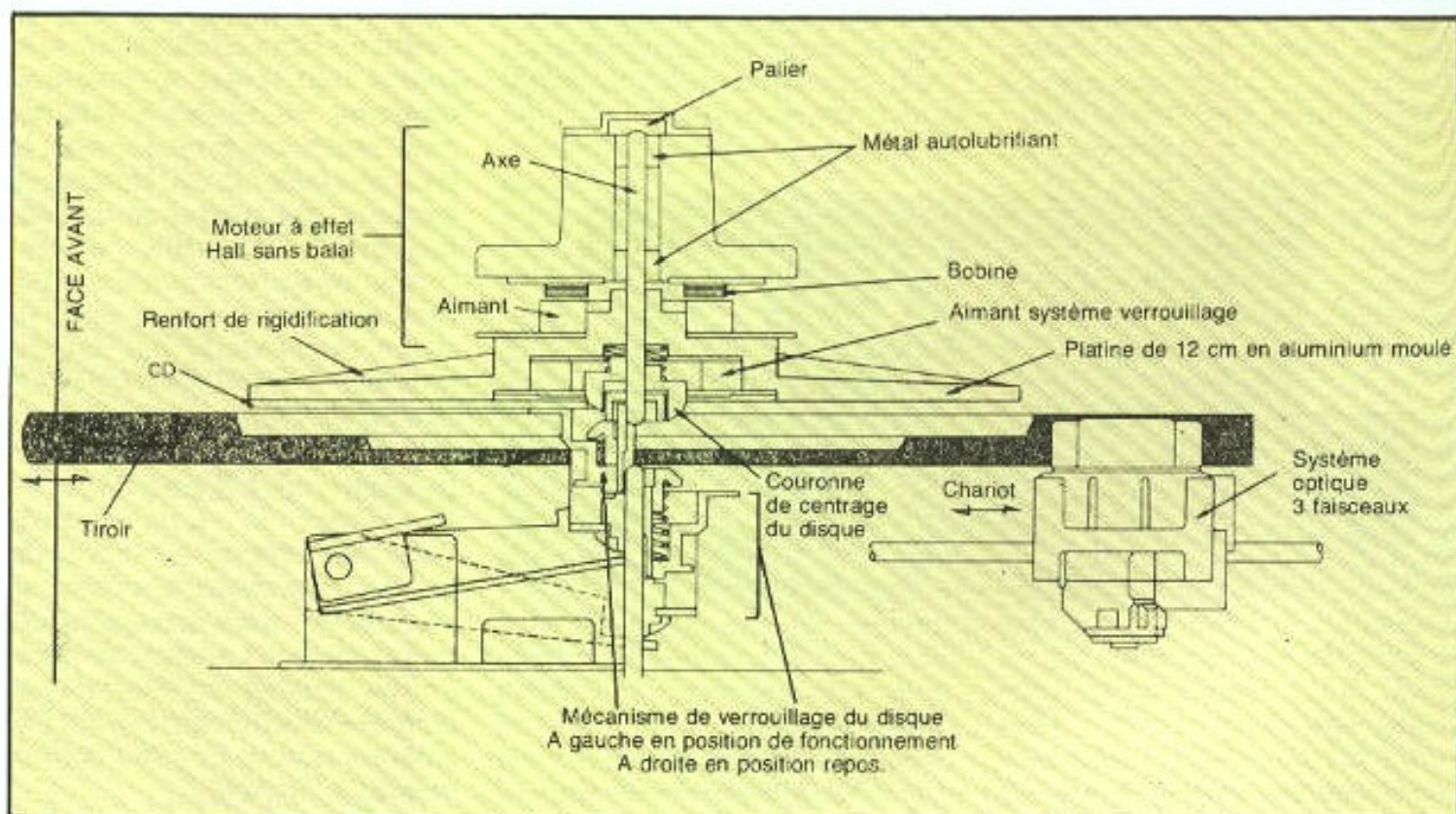


Fig. 3 : Le système VRDS (Vibration Free Rigid Disc Clamping System). Le disque, une fois introduit, est plaqué sur la platine concave par le mécanisme de verrouillage. Le moteur d'entraînement est situé au-dessus.

précision, de définition de la détection.

De plus, de par son positionnement parfaitement dégagé, le moteur d'entraînement à effet Hall peut être solidement fixé. Sur le P1, le mécanisme d'entraînement est monté sur une base massive en alliage moulé, un solide étrier vient prendre le moteur. C'est une solution radicale pour évacuer toute vibration pernicieuse qui risquerait de se transmettre au disque.

La structure générale de la base de lecture a, de surcroît, été étudiée sur le plan antivibratoire. Elle est découplée mécaniquement du châssis principal. Ce dernier est constitué d'ailleurs d'une double structure. Il vient recevoir, outre le système de lecture, toutes les cartes électroniques. Le transformateur d'alimentation de taille conséquente est fixé sur l'arrière à l'extérieur. Rien de tel pour s'affranchir de tout risque d'induction voire de vibrations. Ce châssis principal est habillé de solides parois faisant rempart aux vibrations externes.

Le lecteur ne pèse pas moins de 13 kg.

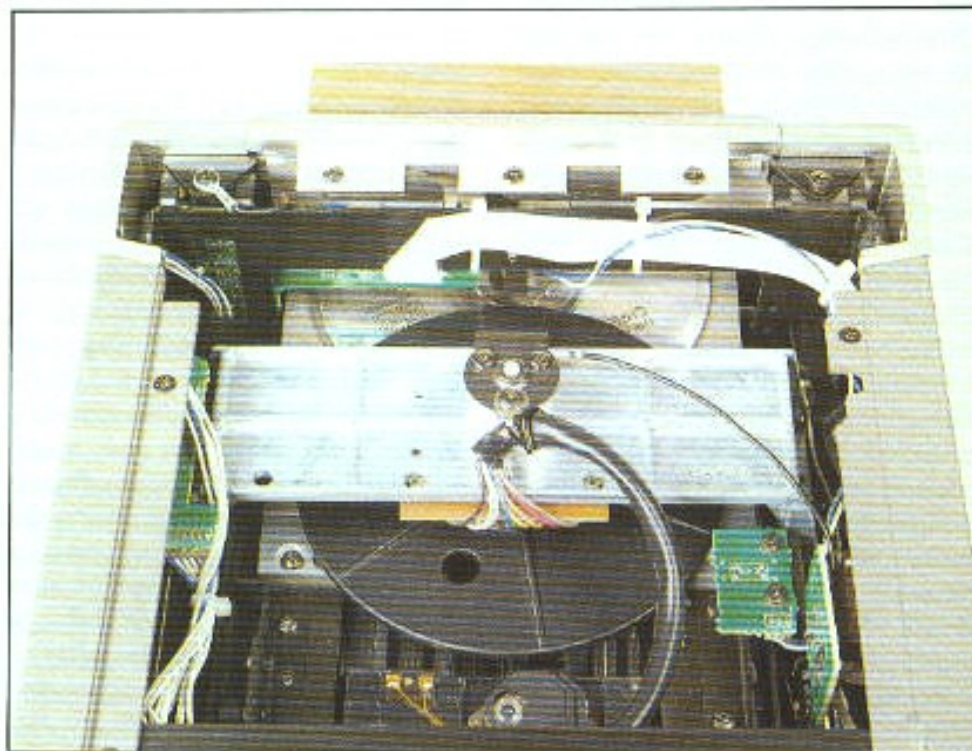
La finition, anodisation et peinture Nextel, est superbe.

Tous ces raffinements confèrent à l'utilisation un confort extrême. Tout est massif, parfaitement usiné. La vitesse d'ouverture et de fermeture est d'ailleurs réglable ! La télécommande, tout aussi soignée, autorise un agrément hors pair de ce magnifique objet.

L'écoute

Christian Blérald

L'inquiétude se dissipe ; je veux parler ici de celle qui n'a cessé d'accompagner les réflexions de l'audiophile exigeant depuis l'avènement du disque compact. Une étape décisive avait été franchie il y a seulement quelques mois avec la découverte du convertisseur audio-numérique Wadia 2000 (Muse d'Or de



Vue de détail du mécanisme d'entraînement. La platine recouvre la surface entière du disque. La structure très rigide en aluminium moulé est soigneusement découplée du châssis.

L'Audiophile n° 6), le premier à nous confirmer que de nombreuses informations mal détectées auparavant étaient effectivement présentes sur le disque lui-même. Associé à diverses unités mécaniques de lecture, le résultat s'était avéré chaque fois exceptionnel ; de là le côté rassurant de nos constatations car il faut bien avouer que bon nombre d'entre nous avaient pratiquement admis de devoir se passer des qualités d'ouverture et de filé du disque noir analogique. Répétons-le, d'un avis unanime, nous avons considéré que le Wadia creusait un véritable fossé par rapport à tous les convertisseurs testés auparavant ! Si, d'emblée, j'annonce aux lecteurs que le Teac P1, objet de la présente Muse d'Or distance à son tour largement les autres unités de lecture écoutées (une fois encore, précisons que nous n'avons pas la prétention d'avoir tout entendu), on imagine aisément quel peut être le résultat escompté si nous effectuons l'association théoriquement idéale : Wadia 2000 - lecteur Teac P1... Celle-ci est tout simplement splendide. Que dire d'autres sans

tomber dans l'excès de superlatifs ? Dire que ce lecteur apporte une précision de lecture hallucinante peut paraître soit exagéré, soit réellement justifié, cela dépendra uniquement du fait que vous l'avez ou non écouté. Pour ma part, je considère comme un véritable privilège d'avoir été l'un des premiers à profiter d'une telle découverte ; je me dois de conseiller à chacun l'écoute de cette source de « référence » car c'est bien de cela qu'il s'agit : d'une « référence » dans le sens propre du terme, une mesure étalon qui devrait créer, pour un temps, un nouveau standard en matière de reproduction sonore.

La précision de lecture, principal argument évoqué plus haut, se manifeste sur le Teac P1 quel que soit le genre musical écouté. A cet égard, le fervent amateur de rock lui trouvera une « pêche d'enfer », alors que celui qui se délecte à l'écoute de la musique ancienne découvrira, lui, que la qualité de timbres, ô combien importante en musique baroque, dépendait en grande partie des capacités de lecture de l'appareil.

Nous avons déjà mis en exergue d'importants écarts en matière de résultats sonores, déjà bien perçus à partir de différentes bases de lecture dans le Forum de L'Audiophile du mois de septembre 89. Mais, cette fois, il ne s'agit plus de nuances subtiles, mais plutôt d'une supériorité écrasante du Teac sur pratiquement tous les critères et avant tout sur celui de la distorsion subjective. L'exemple qui suit pourrait paraître exagéré mais je prends le risque d'affirmer que, subjectivement, le passage d'un autre bon lecteur au Teac P1 est ressenti un peu à la manière d'une tête de lecture dont le diamant poussiéreux aurait été soudainement nettoyé. Avant tout, ce qui frappe, c'est le nombre d'informations mises à jour sur des disques bien connus. Emotion musicale, dynamique, image sonore profonde et stable s'étalant parfaitement en largeur au point d'ignorer l'expression « dépassant le cadre des enceintes », car les enceintes elles-mêmes se font ici plus discrètes, moins précisément situées si l'écoute se fait en aveugle.

Désormais les plus grands, comptent un redoutable concurrent de plus dans le délicat domaine de la lecture numérique par rayon laser, à un point tel qu'il est bon de répéter que le P1 semble bien être actuellement le meilleur lecteur commercialisé.

Nous n'avons pas, bien entendu, omis d'associer le P1 à son convertisseur, le D1, qui parvient à se situer à un très haut niveau de pureté, de transparence et de dynamique, nous le plaçons d'office en seconde position, immédiatement après les trois versions du mythique Wadia. C'est un véritable exploit, si l'on considère qu'il ne vaut que le tiers du prix du Wadia 2000.

Gérard Chrétien

J'ai procédé aux écoutes en deux temps. Lors de la première

séance, mon analyse a porté sur la comparaison entre divers lecteurs dont un qui constituait ma référence préalable. Cela, autour du convertisseur Teac D1 qui s'est révélé d'un excellent niveau. Outre la définition de lecture, ce qui m'a frappé avec le P1 c'est l'extrême précision du rythme. Cela, quel que soit le message musical, du baroque au jazz. Les attaques, les extinctions sont, sur le P1 d'une précision surprenante. La comparaison sur les autres lecteurs faisait apparaître immédiatement des hésitations, des flous, comme si les musiciens étaient moins sûrs d'eux ou moins brillants ! Sur le piano, les écarts sont frappants. Le son devenant fêlé en comparaison du P1, l'instrument change de classe...

La recreation de l'image sonore, de l'ambiance, frise la perfection avec le P1. La localisation, les plans en profondeur sont d'une stabilité étonnante, cela quelle que soit l'amplitude du signal.

Forts de ces premières expériences pour le moins probantes, nous avons tenu à associer le P1 avec le convertisseur Wadia 2000, notre Muse d'Or de septembre 89 et notre référence en la matière. Son coût, il faut le noter est d'un tout autre ordre que celui du D1.

C'est, sans aucun doute, pour moi l'une des plus grandes expériences d'écoute... Qu'en dire ? Si ce n'est qu'il y a plus de « tout ». Le champ sonore prend une dimension réellement inhabituelle. Le volume, l'air de la prise de son remplissent la pièce d'écoute. On est dans l'ambiance du concert. Et cette ambiance change radicalement d'un disque à l'autre, comme si la personnalité acoustique de la salle d'écoute s'effaçait totalement. Les écarts dynamiques deviennent hallucinants. Tout est facile, à la fois nuancé, subtil et puissant avec un corps et une assise surprenants. Les musiciens

jouent mieux, les instruments sont meilleurs... A tel point que l'appréciation échappe à nos critères habituels d'évaluation tant la globalité de la restitution est magnifique. Certes, le coût d'un tel ensemble place la barre à un niveau très élevé. Cependant, de pareils moments ne peuvent que révéler les qualités immenses du lecteur P1, son prix (un peu moins de 35 000 F) n'est en rien un délire comparé à ses concurrents si tant est qu'ils puissent être classés dans la même catégorie.

Jean Hiraga

C'est au Japon que l'on trouve les lecteurs CD les plus évolués, depuis les versions de studio vraiment professionnelles jusqu'aux très hauts de gamme, que les grands industriels conçoivent presque exclusivement pour renforcer leur image de marque. Les « gros » lecteurs CD japonais ne sont malheureusement pas toujours disponibles en France. Depuis de longs mois, nous attendions avec impatience l'ensemble Teac P1-D1. Nous le connaissions déjà, du moins sous forme de superbes pages de publicités en couleurs et de bancs d'essais très enthousiastes publiés au Japon. En fait, cet ensemble prestigieux est encore plus beau en nature que d'après les photos.

Il semble utile de faire précéder cette écoute mémorable d'une remarque d'ordre technique qui concerne l'influence du voile du disque sur la mesure. En effet, sur un lecteur CD classique, le disque maintenu par son centre n'est jamais parfaitement plan, ce qui entraîne un phénomène d'instabilité sur le plan vertical. La mesure du « diagramme de l'œil » met en évidence ce défaut : le diagramme entier oscille sur l'oscilloscope selon un cycle identique à celui du voile du disque. Si ce défaut disparaît au niveau de la sortie analogique du lecteur CD, la lecture d'un

disque parfaitement plan (substrat en verre rectifié utilisé pour la gravure des disques CD par exemple) réduit considérablement l'asservissement de la tête laser sur le plan vertical et, par voie de conséquence, le taux des corrections d'erreurs BLER corrigibles et non corrigibles. L'écart n'est pas minime puisqu'en supprimant ce défaut, le taux de BLER peut passer au 1/5^e de la valeur initiale.

Ce petit préambule fera mieux comprendre l'intérêt du système de lecture adopté sur le lecteur Teac PI. C'est actuellement le seul constructeur qui a pris sérieusement en compte ce problème de voile du disque grâce à un système de palet presseur très étudié couvrant la totalité de la surface du disque.

Parmi les lecteurs CD testés jusqu'à présent, le PI vient en tête, sans discussion possible.

Le gain en extraction de micro-informations est tel que l'on se trouve contraint de réviser son opinion sur une soit-disante « infériorité » de tel enregistrement sur CD par rapport à celui que l'on avait connu et apprécié sur disque micro-sillon. Citons, parmi d'autres, quatre enregistrements qui en sont les témoins :

— Nicole Rieu, *La Goutte d'eau*, Polygram 837 238-2.

— Radka Toneff, *Fairy Tales*, Odin CD-03.

— *Jazz at the Pawnshop*, Proprius PRCD 7778.

— *Sound of TBM*, vol. 1, *Misty*, TBM CD 9001.

L'ensemble PI-DI a fait renaître ces quatre enregistrements avec une sonorité de « bande master », avec une fluidité, une souplesse, une plénitude que l'on ne rencontre que lorsque le pleurage, le scintillement ont complètement disparu. On apprécie, enfin, de vrais et splendides accords de piano qui filent et s'estompent dans le bruit résiduel avec un délié encore jamais rencontré. Que pourrait-on criti-

quer lorsque l'on atteint ce degré de perfection ? Pour ceux qui n'hésiteraient pas à se lancer dans de folles dépenses par soif d'absolu, disons d'emblée que l'association du PI avec le convertisseur Wadia 2000 a été sublime et qu'il semble difficile de faire mieux, du moins actuellement. Il serait stupide de ne profiter que d'une partie des capacités fantastiques du Teac PI sous prétexte de ne pouvoir, pour des questions de finances, agrandir sa salle de séjour et remplacer ses enceintes de 50 litres par un gros système parfaitement réglé.

Patrick Vercher

Alors de nouveau on va sortir son petit dictionnaire de superlatifs, se vautrer dans la dithyrambe, tomber dans le lyrisme de bazar pour qualifier ce lecteur PI Teac, qui associé au convertisseur DI ou à d'autres tels que le Wadia 2000, nous a donné une leçon d'humilité par rapport aux sources digitales ? La tentation est grande car à la manière d'autres Muses d'Or telles que le casque Sony, le Teac PI fait franchir un pas gigantesque à la transcription sonore de très haute définition, tout en sachant rester musical. Son principe d'entraînement, sa lecture de haute précision procure une telle différence par rapport à d'autres « Drive », pourtant hautement cotés, qu'en comparaison directe ils paraissent « en panne ».

En prenant des exemples précis, sur la plage 7 du disque CD *Staccato 1*, le piano Bösendorfer prend une dimension encore inconnue avec un équilibre de niveau parfait entre la main gauche et la main droite. On a l'impression de « voir » véritablement les mains se déplacer sur le clavier, sentir le toucher de l'artiste, ressentir les moindres infimes bruits d'attaque des feutres sur les cordes, les prolongements des vibrations du sommier.

Sur la plage 5 du disque *The*

Pulse, pour la première fois la rumeur de la ville apparaît avec une dimension réaliste. On ne perd absolument rien de l'ensemble des chants d'oiseau, des chiens qui aboient, des voitures qui passent dans le lointain, du bruit du vent léger, avec toujours des rapports de niveau entre eux parfaitement respectés jusqu'au coup de cloche et avant le petit bruit de chaînette qui n'est pas estompé. Les résonances du métal avec leurs variations d'amplitude dans le temps sont rendues avec une vérité ahurissante.

De même sur le CD de Christopher Hogwood, *The Water Music* Handel, sur la plage 9, le suivi rythmique du hautbois, la superposition des mélodies sont transcrites avec une parfaite stabilité dans le temps et des variations dans la hauteur des timbres qu'aucun autre système de lecture n'a pu nous procurer. L'environnement de salle de concert, l'étagement précis des instrumentistes qui ne bougent absolument pas, font croire que l'on a modifié le diagramme de directivité des enceintes acoustiques, tant l'ouverture est grande tout en conservant une parfaite ponctualité. On pourrait ainsi multiplier les exemples, mais avec le PI plus son convertisseur DI ou avec un Wadia 2000 (à un niveau encore plus subtil dans la restitution exacte des timbres et de la capacité dynamique) il faut se rendre à l'évidence, jamais on n'aurait pu croire qu'autant d'informations étaient logées dans les disques CD. Cela rejette toutes les affirmations préemptives sur les limitations du format digital, il suffisait déjà de lire correctement ces informations.

Les ingénieurs de Teac méritent un grand coup de chapeau pour avoir repris à la base le principe de l'entraînement du disque CD et de sa lecture, en s'attaquant aux vrais problèmes et non à des détails superflus.

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

IDENTITE
ET PHILOSOPHIE
DE
53
MARQUES

D

E 1928 AUX ANNEES 80...

- *ORIGINAIRES DE 10 PAYS*
- *DE LA PME AU GROUPE
INTERNATIONAL...*

*VOICI CES MARQUES QUI, TOUTES,
ONT APORTE LEUR PIERRE A L'EDIFICE
HAUTE-FIDELITE*

CE POINT DEVAIT ETRE FAIT !

**Page non
disponible**

ADCOM

A l'origine d'Adcom on trouve M. Newton Chanin, qui fut, conjointement avec David Hafner, propriétaire de la marque scandinave Ortofon il y a quelques années.

Fort de cette expérience, il créa la firme Adcom qui fut rapidement appréciée par des schémas fort simples mais extrêmement performants. Adcom reste encore l'un des leaders en matière de conception de cellule à bobine mobiles, ceux qui eurent ou qui ont encore l'occasion d'utiliser ces phonolecteurs ne pourront que confirmer le haut niveau de musicalité qu'ils procurent.

Dès leur arrivée sur les différents marchés occidentaux, les électroniques de la marque se révélèrent comme étant le fruit d'une grande expérience de la haute-fidélité qui situa d'emblée ces produits en tête des ventes de leur catégorie au Canada et aux Etats-Unis.

Quel est le secret qui permet à Adcom d'opérer une telle percée dans un marché offrant pléthore de matériels dont le niveau moyen s'avère chaque fois plus satisfaisant ?

En premier lieu, une conception ingénieuse à tous niveaux, il suffit d'observer la réalisation mécanique simple et efficace, les schémas ou l'implantation des circuits pour comprendre pourquoi, dès 1986, des revues comme Stereo Review qualifiaient l'un des amplificateurs (le modèle 555) comme étant d'un fantastique rapport qualité/prix.

Pour l'étude de la nouvelle génération, Adcom a fait appel à M. Victor Compos, électronicien de renom et audiophile dans l'âme, qui développa le lecteur compact GCD-575, désormais réputé sur le marché français.

Nous avons récemment découvert une nouveauté en matière de préampli-tuner : le GTP 400 dont les nouvelles configurations de circuits des sections BF (amplification) et HF (réception), ont permis un gain considérable en transparence. Un préampli qui risque fort de bousculer les idées reçues en matière de réalisation de très haut niveau vient également d'être présenté sous la référence GFP 565 et deux blocs amplificateurs monophoniques devraient être disponibles sous peu (GFA 565).

Hormis le rapport qualité de fabrication/prix des éléments Adcom, il faut leur reconnaître une faculté toute particulière à supporter des charges extrêmement complexes grâce à une capacité en courant très élevée. L'utilisateur de transducteurs dont l'impédance descend à des valeurs très basses, ou le possesseur de panneaux électrostatiques représentant une charge complexe, peut sans crainte aucune choisir ces électroniques dont certains modèles comme le 555 atteignent en mode bridgé des puissances de l'ordre de 700 watts efficaces sous 8 ohms !

ARCAM

AR Cambridge, première appellation de la société, a été fondée en 1972 par John Dawson alors étudiant à

l'Université de Cambridge. A cette époque, John concevait des électroniques destinées à « sonoriser » des groupes de folk qu'il enregistrerait sur un magnétophone 2 pistes.

La production a réellement démarré en 1976 avec l'ampli-préampli intégré A 60 dont 40 000 exemplaires ont été vendus.

Actuellement la gamme Arcam (nouvelle appellation commerciale) se compose de trois amplis, deux tuners, trois lecteurs de disques compacts, un convertisseur, quatre enceintes et six têtes de lecture.

L'effectif de la société est passé de quatre à six personnes en 1976 à environ 95 personnes, travaillant dans deux unités de production.

Le matériel de recherche est très important : analyseurs de distorsion Sound Technology, analyseurs de spectre Hewlett Packard, équipement RF Marconi, différentes configurations d'IBM PC dont un Racal/Redac CAO (création assistée par ordinateur pour les circuits imprimés), etc. Le leitmotiv d'Arcam est resté inchangé depuis le départ : concevoir des produits musicaux, fiables, à des prix accessibles à tous.

Le souci de la fiabilité est prépondérant : composants triés, voire appairés, circuits en époxy de qualité militaire, éléments modulaires pour faciliter les éventuelles interventions, condensateurs en polypropylène, en polyester, etc., pas de câblage en l'air.

Arcam est distribué dans une trentaine de pays. 85 % du chiffre d'affaires sont effectués en Europe ; les meilleures ventes sont réalisées en Grande-Bretagne (noblesse oblige), France, Italie, Allemagne, Pays-Bas. L'implantation en Amérique du Nord (USA/Canada) et en Extrême-Orient n'est pas ridicule non plus, surtout en ce qui concerne les Delta 170/Black Box.

Arcam est perçue en France comme une marque sûre et durable (la cote des appareils d'occasion de la marque en est la meilleure preuve).

AUDIO RESEARCH

Audio Research est sans aucun doute la firme qui participa le plus activement à la renaissance de l'amplificateur à tubes, au moment même où celui-ci était prêt à disparaître définitivement du marché international. En visant un très haut niveau de perfection technique, Audio Research transfigurait les amplificateurs et les préamplificateurs à tubes avec des schémas ultrasophistiqués conduisant à une grande réussite sur tous les plans : résultats de mesure et d'écoute, image de marque et succès commercial. Le préamplificateur SP-3, lancé en 1971, obtenait un succès sans précédent avec des qualités sonores exceptionnelles et des chiffres de distorsion qui frôlaient le non-mesurable. La grande complexité des circuits Audio Research a toujours été basée non pas sur l'« envie de faire compliqué » mais toujours dans le but de faire mieux sur tous les plans, ceci avec le maximum de preuves à l'appui. Il ne faut pas croire que chez Audio Research, les circuits, simples au départ, sont devenus de plus en plus compliqués d'année en année.

Il faut remonter près de dix ans avant la naissance de la firme Audio Research, fondée en 1970, pour comprendre le pourquoi d'un tel degré de perfection, de

maturité dans la conception d'amplificateurs qui méritent pleinement l'appellation « High Definition ». Le terme haute définition, slogan de la firme Audio Research, avait déjà été appliqué près de dix ans auparavant par le célèbre William Z. Johnson sur des amplificateurs qui étaient à cette époque construits en petite série et vendus sous la marque Electronic Industries, une division de la People Incorporated, sise à Minneapolis, à quelques kilomètres de l'usine actuelle Audio Research. Au début des années 60, William Z. Johnson avait déjà conçu et même commercialisé un amplificateur qui était pratiquement à la hauteur du D 79. Il s'agissait du Dual 100. Comme le montre la publicité de l'époque, cet amplificateur de 2×75 watts utilisait déjà des alimentations régulées très sophistiquées sur châssis séparé. Pour les étages de puissance, Johnson consacrait même 4 tubes 6550 rien que pour la régulation de la haute tension des étages de puissance. Sur chaque étage se trouvaient des réglages individuels et des bornes-test assurant ainsi des performances indépendantes de tolérances propres à chaque tube.

Vingt ans après la disparition presque totale des tubes dans les applications audio, Audio Research continue de persévérer dans cette voie en améliorant sans cesse les performances objectives et subjectives de ses amplificateurs. En poussant aussi loin le degré de perfection de ses amplificateurs, il aurait dû en résulter la mise au point de produits extraordinaires mais quasi-invendables car beaucoup trop onéreux. Il est très rare de trouver chez un constructeur d'amplificateurs à tubes des laboratoires aussi bien équipés et surtout des auditoriums dans lesquels sont disponibles les meilleurs maillons anciens et actuels. Avec ses 10 000 m² consacrés uniquement à la conception et à la fabrication en petite et moyenne série d'amplificateurs à tubes, Audio Research est la plus grande usine au monde. Chez Audio Research, pas de chaîne de montage traditionnelle mais des petites sections spécialisées dans ce type de montage montant de A à Z un modèle donné. C'est en visitant différentes usines et ateliers dans lesquels sont construits les amplificateurs à tubes que l'on pourra constater avec quel soin les tubes sont

testés, triés appairés, pré-vieillis. C'est ce tri serré, ce passage au tamis à mailles serrées qui garantit le minimum de dispersions objectives comme subjectives. Il est rare également de trouver des fabrications aussi soignées de celles d'Audio Research, de voir avec quel soin chaque soudure est faite, avec quelles précautions chaque circuit est nettoyé après l'opération de soudure, sans parler des heures interminables consacrées aux mesures de chaque appareil. C'est également grâce à l'utilisation de nombreux gabarits qu'il est obtenu sur les mêmes séries des câblages rigoureusement identiques.

C'est sans aucun doute, Audio Research qui a incité d'autres spécialistes de l'amplification basse fréquence à haute fidélité de se relancer dans la technologie à tubes pour essayer d'atteindre le même degré de perfection. Et c'est peut-être ce bel exemple qui a fait passer le tube du stade de l'antiquité audio à la qualification « State of the Art ».

Il faut avoir eu l'occasion d'écouter des monuments de la haute-fidélité tels que les blocs de puissance M300 ou le Classic 60 pour comprendre quel niveau de perfection a été atteint par Audio Research ; qu'il s'agisse de puissance subjective, de nuances, de dynamique ou de véracité des timbres, ces amplificateurs peuvent être cités comme des références indispensables.

AUDIO PRESTIGE

La société Audio Prestige a repris en 1986 les activités d'Audio Référence, constructeur d'enceintes acoustiques françaises à qui l'on doit de très nombreuses innovations ainsi qu'une très grande rigueur dans la démarche des recherches acoustiques. Depuis 1986, Audio Prestige s'est orienté vers un nouveau principe de configuration de systèmes de transducteurs symétrisant la position des haut-parleurs médiums, graves de part et d'autre du tweeter pour obtenir un centre émissif virtuel des sources au niveau du transducteur aigu. Audio Prestige utilise des haut-parleurs qui sont fabriqués selon son cahier des charges et qui bénéficient de très nombreuses améliorations technologiques. Aussi,

il ne faut s'étonner de trouver des cônes en nouveaux matériaux synthétiques, fibre de carbone, fibre de verre, avec des liants spécifiques (très important pour éviter toute forme de coloration). Les circuits magnétiques sont surpuissants avec des entrefers étroits afin d'obtenir un rendement très élevé gage d'une capacité dynamique très large et d'un minimum de distorsion. La configuration du filtre a aussi été étudiée en fonction du principe DC pour obtenir une image très stable, et en profondeur. A ce sujet, de très nombreuses évaluations subjectives des enceintes Audio Prestige sont effectuées dans divers lieux, auditoriums et appartements, afin de réunir le maximum d'informations sur le comportement des systèmes. Un maximum de composants sont ainsi testés, condensateurs, résistances et surtout matériaux amortissants ayant une grande influence sur la qualité des timbres. L'unité d'assemblage de l'Oise renferme aussi une chambre sourde de très grandes dimensions où les diverses mesures sont effectuées avec analyseur FFT, banc de mesures B&K et Neutrik. Chaque enceinte est testée afin de rentrer dans le gabarit du cahier des charges. Les orientations de la recherche se situent au niveau du traitement et de l'utilisation de nouveaux matériaux pour les membranes ainsi que de nouvelles approches concernant les pentes de recouvrement des filtres. Les critères importants pour Audio Prestige sont toujours la grande capacité dynamique de restitution et une bonne perception de l'image stéréo en trois dimensions.

AUDIO STYLE

Créée en 1986 par C.A Coudoux, Audio Style conçoit dès le départ plusieurs produits (enceintes) qui furent en quelque sorte des laboratoires qui permirent tout en donnant satisfaction à la clientèle, de rentabiliser en partie un important programme de recherche. Les moyens techniques mis en œuvre sont uniques dans la profession : anémométrie, interférométrie et visualisation en 3 dimensions de vibrations (endoscopie vibratoire C-A-O d'ensemble (conception assistée par ordinateur) chambre sourde et semi réverbérante, studio de prise de son.

D'importants brevets mondiaux portant sur l'Asvortex, système permettant d'allonger de 20 à 100 le trajet acoustique dans les basses fréquences en créant un volume fictif et Astop matelas composite de parois offrant une densité de 30 pour une épaisseur de 2 cm soit environ 44 cm de pierre.

Chez Audio Style, aucune concession n'est faite à la qualité musicale, les enceintes sont confrontées à de véritables instruments de musique et des voix, cela en temps réel grâce au studio professionnel équipant la société.

Un produit fini ou un accessoire portant le label Audio Style bénéficie toujours d'excellents résultats de mesure grâce au soin particulier apporté à la courbe de phase, de réponse et d'impédance, sans oublier ce qui, pour ce constructeur semble essentiel, l'inertie la plus totale possible des parois de l'enceinte ; cela afin d'obtenir un grave dénué de coloration.

Il est vrai qu'à ce sujet, l'écoute d'une enceinte

Audio Style confirme le bien-fondé de ces précautions par des fréquences graves reproduites avec réalisme sans effet de boîte.

Bien entendu, il est indispensable d'utiliser des composants de tout premier choix ; chez Audio Style tout est créé, mesuré, analysé. Le seuil de tolérance est fixé entre 0,5% et 1% maximum. Rien n'est laissé au hasard ; en moyenne 3500 heures d'écoute sont nécessaires à la naissance d'un produit. Un exemple amusant : Audio Style possède un progiciel relié à un moniteur vidéo qui, au cours des tests d'écoute d'enceinte autorise une visualisation par rapport à la source écoutée (CD ou autre), le positionnement en 3 dimensions des musiciens, choristes ou chanteurs ; ceux-ci étant représentés par des symboles.

Ce système très sophistiqué mesure avec précision la ponctualité des sources sonores et donc une partie de la phase acoustique écoutée.

Jugeant ces tests insuffisamment pointus, des bruits d'oiseaux furent enregistrés en D-A-T, puis copiés, quatre paires d'enceintes réputées, plus une paire Audio Style Eolution furent disposées dans une chambre semi réverbérante. Ensuite on introduisit un chat dans le local et chaque fois l'animal s'est systématiquement dirigé vers les enceintes en fonctionnement, sauf dans le cas des Eolution où celui-ci après un moment d'hésitation et tournoiement sur lui-même sauta sur les murs, mais pas vers les enceintes.

Ce genre de test très fastidieux à mettre en place permet d'arriver à analyser pas mal de paramètres liés à la spécialisation des sons. L'image d'Audio Style est très forte dans le domaine professionnel et scientifique (30% du CA). Audio Style collabore d'ailleurs étroitement avec le CEA, le CNRS et le Ministère de la recherche. Son CA export atteint 40% dont 30% pour le Japon où une haute technologie est très appréciée ; Audio Style possède aussi une bonne image auprès des Audiophiles français, mais pas équivalente à celle perçue par les autres marchés internationaux. Il est à noter que 40% d'acheteurs des produits Audio Style sont des musiciens. Les recherches portent depuis quelque temps avec l'aide de certains laboratoires sur des tissus biologiques. Ceux-ci devraient permettre de créer une nouvelle technologie de reproducteurs capable de retranscrire avec précision l'ensemble du spectre et cela sans les contraintes liées à l'emploi de haut-parleurs. L'avenir est à notre porte et il se pourrait bien qu'il soit français.

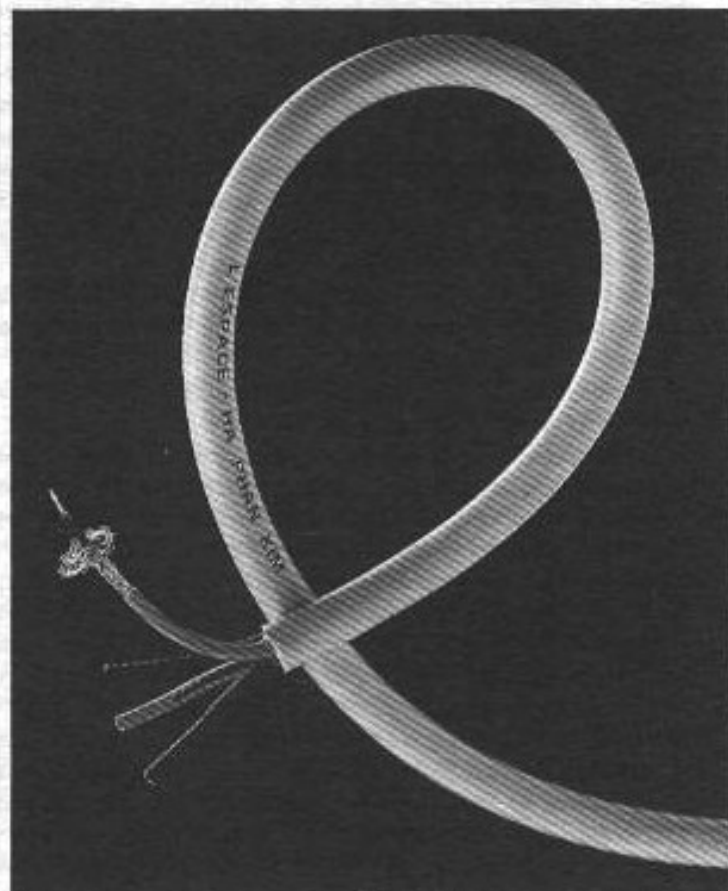
BEYER DYNAMIC

Eugene Beyer a commencé à Berlin en 1924 par la production de haut-parleurs pour les cinémas. Dès 1937, il produit le premier casque DT 48 qui, de nos jours, fait encore référence comme casque d'audiométrie.

En 1939, c'est le premier microphone dynamique qui voit le jour. C'est le M 19 qui sera utilisé par la radiodiffusion allemande. En 1950, Eugene Beyer présente le premier casque stéréophonique au monde. Depuis, Beyerdynamic a connu une évolution fulgurante tant côté casques que côté microphones.

Le succès fut tel que Beyer compte parmi les princi-

VOICI VOS NOUVELLES ENCEINTES ACOUSTIQUES



90 % d'entre vous ne savent certainement pas ce dont sont réellement capables leurs enceintes acoustiques. Pourquoi ? Tout simplement parce qu'ils utilisent des câbles de liaison inadaptés, voire mauvais.

Nous avons longtemps travaillé avant de vous proposer les câbles l'Espace. Pourquoi ? Pour pouvoir effectuer des comparaisons multiples avec tous les câbles spéciaux déjà proposés sur le marché. Ensuite, pour trouver un partenaire industriel capable de fabriquer les câbles l'ESPACE avec toute la qualité et toute la régularité souhaitées (il est le fabricant de câbles répondant aux sévères normes des armées française et américaine, et participe également au programme Ariane). Le résultat : un câble haut-parleurs que nous n'avons pas peur de comparer aux modèles les plus réputés du monde entier. Disponible aussi en version économique et version bi-câblage (quatre conducteurs).

Inutile de vous en dire plus ici. Lisez simplement les commentaires, unanimes, parus dans la presse spécialisée. Et surtout, surtout, faites vous-même l'essai et la comparaison avec le câble que vous utilisez actuellement. Alors seulement vous allez découvrir les vraies qualités (et éventuellement les vrais défauts...) de vos enceintes acoustiques !

L'ESPACE, c'est aussi une gamme complète de modèles pour les liaisons modulation et les liaisons vidéo.

Liste des revendeurs agréés, sur demande.

Distribution : ATELIER AUDIO - BP 912-08004 Charleville-Mézières
Cedex - Tél 24 58 20 27 - Fax 24 37 65 59

paux leaders dans son domaine. Ainsi, par exemple, les casques actuels DT 880 et DT 990 ont reçu un accueil unanime dans la presse spécialisée mondiale.

Parmi les inventions de Beyerdynamic, on peut noter dans le domaine de la haute-fidélité le casque dynamique et le casque stéréophonique. Pour mieux répondre aux demandes du marché actuel, Beyerdynamic a également mis sur le marché un des premiers systèmes casque sans fil à infrarouge stéréophonique, le DT 690. Ce système sans fil qui ne cède en rien à la qualité d'un casque traditionnel répond à toutes les demandes de l'amateur de musique qui ne tient pas à être dérangé et rester libre de ses mouvements.

Toujours à l'affût de technologies nouvelles, les ingénieurs de Beyerdynamic ont réussi à satisfaire les nouvelles exigences des appareils haute-fidélité, telles que le lecteur de compact-disc et les lecteurs DAT en particulier. La culture de l'entreprise Beyerdynamic veut que le développement aille vers l'évolution de transducteurs atteignant la limite physique possible. Pour l'avenir des produits, elle croit à une forte progression des systèmes de transmission infrarouges ou autres à l'étude.

B & W

Voilà des siècles que Londres est connue comme la Mecque des amateurs de musique classique, bien que ce genre de distraction eut été, naguère, l'apanage des classes aisées et aristocratiques. En fait, ce n'est qu'en 1900 que Sir Henry Wood créa sa célèbre série de "Promenade concerts", permettant ainsi à un vaste public d'entendre la plus belle musique et les meilleurs musiciens qui soient. Depuis lors, les passionnés de toutes origines n'ont cessé de remplir les salles de concert de la capitale, entre autres, John Bowers, que son amour de la musique décida à œuvrer au sein d'une industrie qui s'attache à recréer l'impression la plus parfaite possible de la musique vivante au domicile même de l'auditeur.

D'où la création de B & W en 1966. L'un des premiers produits de la nouvelle société fut le P2, premier haut-parleur avec restitution ionique des aigus destinés au secteur domestique. Avec l'aide de Peter Hayward, collaborateur de John Bowers depuis 1952, ce dernier introduisit l'un après l'autre le M2, le DM1, le DM2 et le P2H.

Avant 1969, B & W n'approvisionnait que la région de Worthing et quelques magasins de Londres. Cette année-là amena une transformation spectaculaire de la société par le truchement d'une exposition hi-fi à Londres. La démonstration de ses équipements impressionna à ce point les Hollandais et les Belges qu'ils passèrent immédiatement les premières commandes d'exportation à B & W, marquant ainsi l'aube d'un nouveau chapitre dans l'histoire de la société.

1969 fut une année décisive pour une autre raison, l'arrivée dans la société de Denis Ward, ancien ingénieur acousticien d'Emi, ce qui permit à B & W de se lancer dans la programmation et la fabrication de ses haut-parleurs. Conception et production prirent leur essor, et la nouvelle équipe fit rapidement sortir le DM70, modèle mixte électrostatique/dynamique.

Point culminant du paysage de la haute-fidélité, le DM70 est encore très demandé des collectionneurs.

Les exportations montant en flèche, B & W quitta Littlehampton Road à Worthing en 1972. B & W s'installa dans les locaux plus spacieux de Meadow Road. Les nouvelles installations, beaucoup plus importantes, comprenaient un laboratoire spécialement conçu, beaucoup plus de place pour une chambre sourde et des équipements ultra-sophistiqués.

La main-d'œuvre augmenta et, avec l'apparition régulière de nouveaux produits, John Bowers comprit rapidement qu'il lui fallait un spécialiste pour renforcer la technicité de B & W d'une esthétique professionnelle.

L'homme qu'il fallait fut Kenneth Grange de Pentagram Design. Son premier coup de maître pour B & W est le DM6, mondialement connu, qui devint rapidement le plus copié de tous les modèles B & W.

En 1973, B & W gagna la "Queen's Award to Industry". Par la suite, en raison du succès de ses produits, B & W augmenta de façon spectaculaire ses ventes à l'étranger en l'espace de cinq ans - honneur rarement conféré à une société relativement jeune !

Vers la fin des années 70, B & W mit au point le modèle 801, probablement le plus célèbre de toutes les enceintes de la firme, aboutissement de trois années de recherche et développement.

Le fait de travailler avec de grandes sociétés telles EMI, Decca, CBS et DGG a également aidé B & W à maintenir sa propre technologie à un niveau de pointe, reconnaît John Bowers. Aussi bon qu'il fut, le 801 restait soumis à l'attention scrupuleuse de John Bowers, que sa quête de perfection dans la reproduction sonore amenait à chercher d'autres perfectionnements. Cette quête aboutit à la mise au point du 801 F (Fibrecrete) en 1982. Le Fibrecrete, mélange de béton et de fibre de verre, fut utilisé pour accroître la rigidité de l'enceinte supérieure du 801.

1979/80 vit le début de la crise économique mondiale qui frappa de nombreux secteurs de l'industrie audio dans le monde, en particulier les petites sociétés du Royaume-Uni.

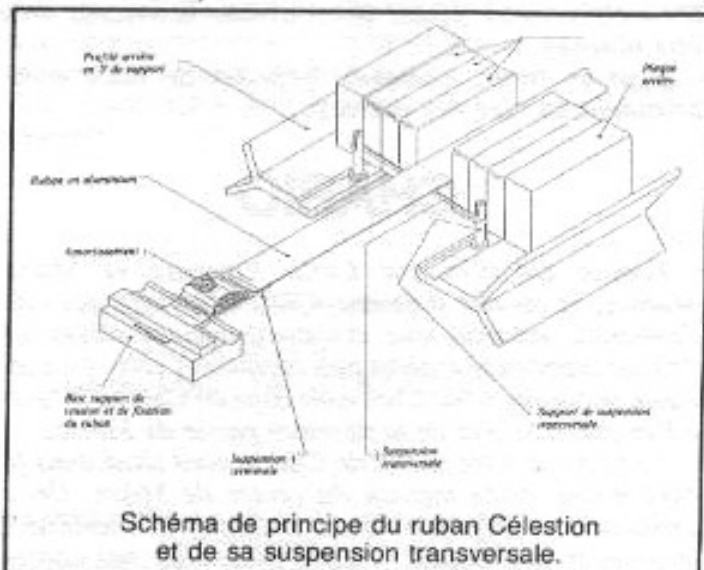
Pour essayer de rivaliser avec les produits d'Extrême-Orient dotés d'un meilleur rapport efficacité-coût, bon nombre de sociétés britanniques s'adressèrent à leurs concurrents eux-mêmes afin de leur acheter des éléments de commande à meilleur compte pour pouvoir garder leur avantage sur le marché. Ayant à faire face au même problème, John Bowers eut une réaction typique. Il se contenta de dire "ce qu'ils arrivent à faire, nous le ferons mieux encore", et l'arrivée de la nouvelle décennie vit une transformation spectaculaire au niveau de la conception et des techniques de production pour l'établissement B & W tout entier.

Pour améliorer la conception, on eut recours aux outils d'aujourd'hui : l'ordinateur de recherche, l'interféromètre à laser et autres, afin d'optimiser les modèles non seulement sur le plan de la perfection acoustique mais aussi sur celui du rapport efficacité/coût de la production, elle-même automatisée à l'aide de machines permettant de produire des appareils de haute qualité avec une bonne efficacité de coûts.

Depuis cette technologie B & W n'a cessé d'évoluer avec notamment l'arrivée du concept MATRIX désormais bien connu ; cette configuration particulière du coffret de l'enceinte met en œuvre une structure intérieure tridimensionnelle de type "nid d'abeille" extrêmement rigide, qui, prise en feuillure dans les parois internes, les raidit au point de les rendre pratiquement inertes. Les résultats ne se sont pas faits attendre car les enceintes B & W font partie des transducteurs de son. Les plus neutres du marché.

CELESTION

Celestion est certainement l'une des plus anciennes marques de haut-parleurs haute-fidélité. Ses débuts remontent à 1924 ! Mais, les premières enceintes haute-fidélité conçues et fabriquées par Celestion ont vu le jour en 1962. Dans les années 70, les anciens se souviennent très certainement de la fabuleuse Ditton 66 qui a été pendant longtemps l'une des enceintes étalon à l'époque de la Revue du Son. Son système par radiateurs passifs de charge dans le grave, son médium à dôme à large dispersion, sa cohérence sonore ont fait beaucoup d'émules. Toujours à la pointe de la recherche, en 1978, les laboratoires Celestion ont mis au point l'interférométrie laser afin de visualiser avec précision toutes les formes de déformation de structure. Actuellement, le laboratoire comprend 15 personnes qui travaillent à plein temps et étudient encore de nouvelles technologies, témoins les fantastiques transducteurs à ruban de la série 3000, 5000, 7000. De plus, Celestion s'est attaché à la rigidité des coffrets avec ses enceintes en sandwich d'aluminium de type nid d'abeilles. La philosophie d'écoute s'est orientée vers l'obtention d'une image stéréophonique très réaliste avec une chasse permanente contre les formes de distorsion par harmonique et intermodulation. Aussi, ils n'ont pas lésiné sur les composants, câblage des masses en étoile, borniers plaqués or, condensateurs spéciaux, câbles Hitachi, etc.



Celestion a su maîtriser toutes les étapes de la conception à la réalisation des produits. Aussi, il n'est pas étonnant de retrouver Celestion dans le monde entier, dans 43 pays et dispose de 4 filiales dont une en France extrêmement dynamique. Pour l'avenir, les recherches

se tournent vers la transcription ultra rapide et sans trace de traînage des transitoires dans le grave grâce à une technologie de pointe, ainsi que vers un meilleur couplage entre l'enceinte et le local d'écoute. Signalons que pour la petite histoire, les caches en tissu sont réalisés à la main par un tisserand du Yorkshire ! Comme quoi la haute technologie peut aussi côtoyer l'artisanat dans le sens noble du terme.

CELLO

Mark Levinson a fondé la société Cello voici 6 ans déjà avec à la direction technique Tom Colangelo, pour réaliser sans considérations « financières » des électroniques à transistors absolument sans compromis, fabriquées à la manière de véritables œuvres d'art. Aussi, il ne faut pas s'étonner de l'extrême sophistication des circuits, de la qualité extraordinaire des composants et de la précision d'assemblage. Ils créèrent un nouveau concept de correction électronique avec le désormais célèbre Audio Palette ne comprenant pas moins de 5 000 pièces détachées différentes avec plus de 50 petits amplificateurs en configuration discrète travaillant en classe A ! L'égalisation peut s'effectuer sur 6 bandes de fréquences différentes, 15 Hz, 120 Hz, 500 Hz, 2 kHz, 5 kHz et 25 kHz, avec une amplitude pouvant aller de + à - 25 dB pour l'extrême-grave et ± 6 dB pour le médium.

Le préampli Audio Suite de type modulaire autorise le maximum de combinaisons afin de traiter de manière optimale les sources sans limitation. Pour l'unité de puissance Performance, capable de fournir plus de 200 W en pure classe A, il se compose de deux châssis distincts, l'un contenant l'alimentation et l'autre les circuits d'amplification. Par la suite, furent réalisés le préampli Encore et l'amplificateur Amati eux aussi sans compromis mais avec des performances en puissance légèrement moindres. Dans la petite unité de production Cello, un soin attentif est porté à tous les détails, le temps ne compte pas trop, seule une qualité irréprochable fixant de nouveaux standards doit être obtenue.

Pour le futur, quelques surprises de taille nous attendent du côté des sources...

CHARIO

Fondée en 1976 par Carlo Vincento et Mario Murace, la société italienne Chario reprit le nom de l'ensemble musical que ces deux anciens élèves de l'École supérieure avaient précédemment créé. La première partie du nom, Cha, était issue de Charles (Carlo à l'anglaise) et Rio de la dernière partie de Mario.

Le premier siège social de Chario était situé dans la cave d'une vieille maison du centre de Milan. On y produisait à l'époque deux systèmes d'enceintes : le premier traditionnel, l'autre nécessitait par contre trois unités, avec tweeters et woofers situés sur les enceintes latérales alors que le médium était reproduit par l'enceinte centrale. Paradoxalement, ce système est à l'opposé du principe habituel qui situe les médiums-aigus en position latérale alors que le caisson unique

(central ou non) reste réservé aux fréquences extrêmes-graves.

Ce modèle appelé Trane procurait sur de nombreux critères de très bons résultats, le seul inconvénient étant un choix extrêmement critique de l'emplacement du système dans la pièce d'écoute. A cette époque, le marché italien n'était aucunement prêt pour des éléments audio nécessitant une quelconque recherche à des fins d'optimisation ; les systèmes traditionnels présentaient d'ailleurs parallèlement de grosses difficultés d'implantation chez les revendeurs. Petit à petit, le développement du marché national permit à Chario de devenir l'un des plus importants protagonistes sur la scène de l'électroacoustique italienne avec, notamment, la ligne TS (Traditional System) qui fut couronnée par l'imposant modèle Imago, colonne 5 voies, restée longtemps l'enceinte de référence pour beaucoup d'audiophiles italiens.

Désormais, le rayonnement de Chario hors de ses frontières l'impose comme l'un des leaders de l'électroacoustique internationale ; ainsi, dès 1986, un nouveau siège social très moderne remplaça les caves qui, désormais, ne sont plus qu'un souvenir.

Considérant avant tout que la musique aide à la maturité et à la culture des individus, Chario a pour principe d'encourager l'éducation musicale au travers de produits les meilleurs possibles et reconnus comme tels partout où ils sont implantés.

Après avoir consolidé sa position de leader sur le marché intérieur italien, l'occasion fut donnée à Chario de faire ses débuts officiels sur la scène internationale à l'occasion du CES de Chicago de 1986 (10^e anniversaire de Chario), dès ce moment, la gamme Hiper rencontra un franc succès qui fit connaître immédiatement la marque qui est à présent, exportée outre en France, en Grèce, en Suisse, au Japon, à Taïwan, Hongkong, Singapour, Corée, Canada, sans parler des accords prometteurs avec la RFA et les USA.

Cette gamme a été développée pour satisfaire les exigences nécessitées par la dynamique et la précision des sources digitales tout en restant parfaitement adaptée aux sources analogiques traditionnelles.

La finition remarquable de ces enceintes (noyer véritable, massif sur la version X) en fait l'un des transducteurs les mieux fabriqués du marché de l'électroacoustique, d'autant que les haut-parleurs et les composants du filtre sont également produits par le constructeur.

A l'occasion du dernier CES de Chicago, les Américains ont dit de Chario : « The best sounding speakers in the show », il est vrai qu'il était quasiment impossible d'imaginer à l'écoute des petites Hiper 2 qu'elles étaient seules à fonctionner, la plupart des auditeurs pensant qu'il s'agissait de modèles 4 considérablement plus imposantes.

CONFLUENCE

Jeune Société s'il en est Confluence fut créée en 1983 par M. Christian Gerhards. Depuis, malgré qu'il ne se soit écoulé que six années, cette marque s'est rapidement créée une image synonyme de parfaite synthèse entre volume de l'enceinte, esthétique, finition et qualités indéniables de très haute musicalité.

**Page non
disponible**

CONRAD JOHNSON

Il est intéressant de noter que Christian Gerhards utilise le plus souvent possible les mesures en champ libre, c'est-à-dire en extérieur. On s'affranchit ainsi d'éventuelles influences du local, même si celui-ci est : soit totalement absorbant, soit semi réverbérant, solution également retenue par Confluence pour une autre catégorie de mesures.

La réussite de Confluence réside probablement dans l'adoption systématique de solutions considérées comme les meilleures en matière d'électroacoustique ; chaque fois, il sera constaté qu'il ne s'agit jamais ni de la plus économique, ni de la plus simple sur un plan réalisation. Les résultats ne se sont pas fait attendre, comme en témoigne l'immense succès rencontré auprès des amateurs difficiles désireux de ne pas s'encombrer de monstres volumineux.

En premier lieu les ébénisteries des enceintes confluence n'ont aucune paroi parallèle, de plus les éléments latéraux sont volontairement voilés ou vrillés ce qui accroît considérablement la rigidité de l'ensemble. Un très important travail est effectué sur le couple haut-parleur ébénisterie pour s'approcher de la meilleure linéarité possible avant filtrage. En fait on pourrait sans difficulté comparer les méthodes de Confluence à de la « médecine douce » ou de l'homéopathie par rapport à l'utilisation à outrance d'antibiotiques.

Ayant obtenu un résultat correct en l'absence de filtrage Confluence se contente alors d'une pente ultra-simple d'atténuation de 6 dB par octave avec utilisation de selfs de très haute qualité ne pesant pas moins de 500 g ! Les condensateurs sont des polypropylène 5%.

Point primordial : le schéma des filtres ne comporte aucune résistance placée en série avec les haut-parleurs, et le câblage des masses est réalisé en étoile. D'office ces filtres sont situés sur un plan très éloigné des transducteurs afin que les valeurs de selfs ne soient pas perturbées par le champ magnétique des aimants. Le câblage est direct, sans aucun circuit imprimé, ceci est rendu possible par le peu d'éléments utilisés.

Les sections graves et aigues totalement indépendantes autorisent d'une part le bicâblage de l'enceinte, et d'autre part, la soudure directe des composants sur les bornes d'entrées correspondantes.

Si l'on ajoute que les parois sont à la fois vissées et collées, (très rare car beaucoup plus onéreux qu'un simple collage) avec évents conçus de manière à participer à la rigidité de la caisse, on comprend que rien n'a été laissé au hasard citons par exemple les renforts rigidificateurs (grosses enceintes) choisis de section cylindrique, on évite de cette façon l'éventuel renvoi de l'onde sur la membrane se produisant si la section du renfort est carrée.

Autre point important : les haut-parleurs sont des modèles standards afin que l'acheteur puisse sans problème faire réparer son enceinte dans 10 ou 15 ans, opération quasi impossible avec des transducteurs spéciaux. Nous vous le disions bien ; rien n'est laissé au hasard chez Confluence et la musicalité est au rendez-vous.

Cette firme a été fondée en 1977 par deux passionnés de transcription musicale qui décidèrent de fabriquer des électroniques à tubes tout d'abord pour leur usage personnel, puis pour leurs amis mais qui, devant le succès de telles unités d'amplification, se rendirent vite compte qu'il fallait franchir une étape plus industrielle. C'est ainsi qu'est né le premier préampli PV-1, puis peu de temps après l'amplificateur de puissance MV 75 qui remportèrent instantanément un très grand succès auprès des audiophiles US de la première heure. Peu après, la gamme « Premier » avec le monstrueux Premier One de 2 x 200 W, établit de nouvelles références en matière de capacité dynamique, respect des timbres et grandeur de l'image stéréo. Ensuite, ce furent autour des MV 45 et MV 50 avec leur push-pull de EL 34 de continuer sur la même voie de musicalité et de rendu de l'espace stéréophonique. Il est intéressant de noter que Conrad Johnson a une approche légèrement différente des autres grandes marques d'amplificateurs à tubes ou à transistors, il préfère « investir » dans les circuits apportant le maximum de plaisir auditif que dans « l'emballage », le cosmétique qui n'apportent rien. De même, pour les circuits, on ne trouve pas de sophistication extrême, mais au contraire une liaison la plus directe possible. Pour les composants, C.J fait fabriquer spécialement sur cahier des charges condensateurs, résistances, supports de lampes, lampes. Il s'agit d'une approche de puriste, dont le message est peut-être difficile à faire passer, mais qui a l'avantage d'être honnête par rapport aux futurs possesseurs de ces électroniques d'autant plus que la durée de vie en production des électroniques Conrad Johnson est longue. Parallèlement à la gamme tubes, C.J développe aussi sous le nom de Motif une ligne d'appareils à transistors Mos fet de puissance et aussi sous le nom de Sonographe des lecteurs CD de haute qualité. Actuellement, au niveau des électroniques à tubes, on constate avec plaisir un retour aux sources avec le fonctionnement en pure triode des tubes de sortie sur l'hyper musical Evolution 250. On retrouve aussi la même clarté de configuration de circuits sur le PV 10, préampli à tubes très abordable dont l'étage phono est universel, s'adaptant parfaitement aux cellules bobines mobiles et aimants mobiles. Dans le futur, C.J prévoit toujours la même orientation, tirer le maximum des circuits de configuration simple, mais ultra musicaux avec naturellement une ouverture sur les convertisseurs digitaux et lecteurs CD de très haute performance.

DAVIS

Bien connu dans le milieu de l'électroacoustique, M. Visan a d'emblée fait bénéficier sa jeune société Davis Acoustics d'une expérience de plus de 25 années de conception et de pratique des transducteurs électrodynamiques.

Créé en juin 1986, Davis Acoustics s'est rapidement imposé comme l'un des constructeurs de haut-parleurs et de kits d'enceintes les plus représentatifs de l'Hexa-

gone. Depuis sa création cette entreprise s'est attachée avant tout à la valeur qualitative des transducteurs élaborés à partir de matériaux nobles.

Cette orientation a rapidement permis de donner naissance à plusieurs familles de haut-parleurs de très haute technologie susceptibles de satisfaire les audiophiles les plus exigeants et les plus critiques.

La gamme Davis Acoustics étoffée d'un large panel de diffuseurs allant du 13 cm jusqu'au 38 de diamètre est conçue sur la base de membranes en fibres de verre, Kevlar, carbone et bénéficie de pièces structurelles associées comme : saladiers en alliage d'aluminium anti résonnant, aimant ferrite de Barryum, noyaux dirigés et bagués cuivre en tous points remarquables sur le plan de la réalisation, aboutissant à une qualité de transducteurs de très haut niveau.

De nombreux constructeurs d'enceintes parmi les plus grands ne s'y sont pas trompés, il suffit de savoir que plus de 28% de la production de Davis Acoustics est exportée hors de nos frontières pour réaliser qu'il s'agit là d'une véritable reconnaissance de la qualité de ces haut-parleurs car il est effectivement très rare qu'un tel succès soit obtenu à l'étranger en seulement quatre années d'activités.

La gamme actuelle comprend plus de 29 références de haut-parleurs nus, sans compter les kits complets aptes à faire le bonheur des amateurs de musique désireux de réaliser eux-mêmes leurs enceintes acoustiques.

Il ne faut pas non plus oublier les nombreux modèles spécifiques réalisés à la demande ; à cet égard, Davis offre une souplesse difficilement égalable sur le marché national.

Il est agréable de constater qu'un fabricant français est parvenu à se situer au plus haut niveau grâce à une technologie réellement performante et à la mise en œuvre de matériaux ultra-modernes ; les résultats sonores ne se sont pas fait attendre, chaque fois que l'occasion nous est donnée d'écouter une réalisation utilisant des haut-parleurs Davis, on est frappé par une grande rapidité des sons, avec des attaques franches et sans trainage se traduisant par une extrême transparence. Ici nous sommes aux antipodes du résultat sonore qu'apportent certains matériaux membraneux de type plastique lourd n'offrant que bien peu d'émotion musicale.

DENON

"La beauté primitive du son original" telle est la définition de la haute fidélité vue par la firme Denon, l'une des plus riches d'expérience musicale, sa compétence s'étant exercée dans tous les domaines touchant à l'audio et, ce depuis le début du siècle. A cet effet un bref historique ne nous semble pas inutile.

- 1910 Naissance de l'entreprise et début de la commercialisation de disques enregistrés sur une face, ainsi que de gramophones.

- 1939 Mise au point du 1er enregistreur de disques japonais.

- 1951 Début de la commercialisation de disques noirs.

- 1953 Production d'un enregistreur à bande pour l'industrie de la radio.

- 1963 Date fatidique entre toutes pour les Audiophiles

du monde entier car il s'agit de la naissance de l'une des cellules phono de référence, la fameuse Denon 103 : une des durées de vie la plus longue de toute l'histoire des produits audio. Celle-ci est d'ailleurs toujours utilisée par les professionnels et les amateurs avertis.

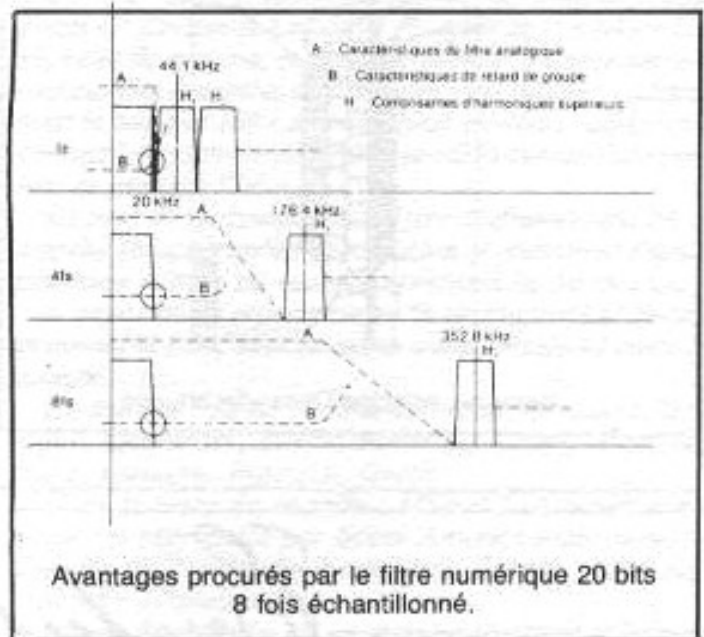
- 1971 Première commercialisation de toute une gamme d'appareils audio : platines-disques, amplis, tuners, enceintes.

- 1972 Premier enregistreur digital PCM qui défraya la chronique dans le monde entier, il est bon de se remémorer cet événement car sans flatterie outrancière pour cette marque on ne doit jamais oublier que Denon fut à l'origine de la révolution digitale que nous vivons actuellement. Ce fut également le début de la vente des disques noirs PCM.

- 1977 Prix "Trend Setter Award" décerné par le magazine américain Billboard pour l'enregistreur digital PCM et sa contribution à l'industrie de l'enregistrement.

- 1978 Vente de K7 série DX.

Puis une succession d'événements jusqu'à la dernière que fut 1982 avec la première commercialisation de disques compacts Denon qui devance ainsi ses concurrents en produisant des lecteurs lasers à usage grand-public. En 1989, Denon nous présente le premier lecteur CD travaillant avec des convertisseurs 20 bits.



L'amateur averti aura compris que la compétence de cette importante compagnie s'exerce dans chacun des domaines touchant notre « chère » musique enregistrée, qu'il s'agisse de la source originelle (prise de son) à l'élément final de la chaîne de reproduction (l'enceinte acoustique). Pour Denon chaque circonstance d'enregistrement est unique et représente un nouveau défi technique pour les ingénieurs. Dans ce domaine, Denon excelle, l'entreprise elle-même a souvent été honorée pour ses productions de haut niveau, et sa contribution à l'industrie de l'enregistrement. D'ailleurs ses concepteurs s'efforcent de rester régulièrement au contact de la réalité musicale. C'est peut être l'une des raisons qui incite la plupart des stations de radio japonaises à faire confiance à ses équipements.

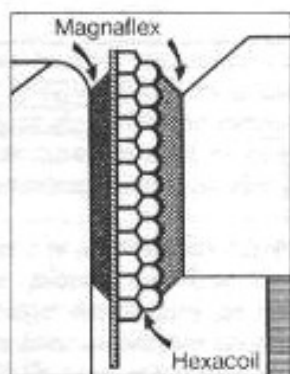
DYNAUDIO

Spécialiste de mécanique, Monsieur E. Skaaning fonda il y a 20 ans la firme DYNAUDIO.

Bien qu'étant d'origine danoise, c'est avec les Etats-Unis que commencent sérieusement les activités commerciales de DYNAUDIO avec l'un des personnages les plus représentatifs de la haute fidélité mondiale : M. David Hafler lui-même pour qui DYNAUDIO conçoit les haut-parleurs et les enceintes DYNACO.

Après une période de fabrication quasi industrielle (grandes quantités) E. Skaaning se mit à rêver de petites séries de qualités optimum. Ces vingt années passées furent mises à profit par le dépôt de toute une série de brevets :

- 1968 études sur les phénomènes de phases.
- 1970 comportement thermique et dynamique des bobines mobiles (Magnaflex).
- 1971 bobine Hexacoil.
- 1974 tweeter à charge apériodique.
- 1975 comportement en phase des haut-parleurs.
- 1978 études du comportement aérodynamique des saladiers de haut-parleurs.
- 1981 membrane polymère chargée de silice et de magnésium.
- 1988 comportement en phase des filtres.



Hexacoil, principe Dynaudio breveté

Pour atteindre une qualité optimum (véritable leitmotiv de DYNAUDIO) les différents stades de la fabrication furent intégrés donnant ainsi le jour à une usine réunissant un atelier d'ébénisterie et une unité complète de réalisation des éléments mécaniques constituant le haut-parleur (membranes, bobines, plaque de champ etc).

L'infrastructure de DYNAUDIO comprend aujourd'hui un laboratoire et une usine ultra moderne dans laquelle tous les contrôles de qualité sont désormais informatisés.

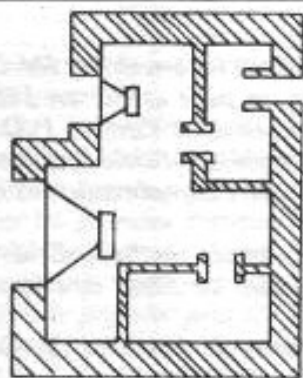
Commercialement parlant, DYNAUDIO exporte près de 98% de ses productions à travers le monde entier (USA, Japon, Europe).

Dans un proche avenir DYNAUDIO nous promet une nouvelle série d'enceintes nommées Contour I et III probablement présentées durant le prochain salon de la haute fidélité.

ELIPSON

La société Elipson a été fondée en 1938 par le grand acousticien M. Joseph Léon. On lui doit de très nombreux brevets sur les charges des enceintes acoustiques tels que les principes de double résonateur, charge symétrique, etc. Parmi les grandes étapes marquantes de cette société, on ne peut passer à côté des célèbres boules sorties en 1948, ni des conques et modèles spécifiques de style « quilles » O.R.T.F. Par la suite, l'enceinte colonne 1303, en 1977, a elle aussi marqué un tournant dans l'enceinte domestique par sa réponse dans l'extrême-grave, sa mise en phase. Avec la série 1400, en 1986, l'équipe d'Elipson a de nouveau accru le pouvoir de définition des systèmes électrodynamiques conventionnels avec toujours une très grande précision de l'image stéréophonique.

Actuellement, les moyens de recherche mis en œuvre par Elipson sont à la pointe de la métrologie acoustique, avec chambre sourde de grandes dimensions, bancs de mesure informatisés complétés pour la production par un contrôle automatique. Il n'est pas étonnant de trouver de très nombreux brevets à l'actif de



Résonateurs multiples.

cette société tels que le simple résonateur, double et triple résonateur, charge symétrique, mise en phase acoustique géométrique, etc. Les chercheurs de chez Elipson se sont toujours consacrés en priorité à la linéarité et la neutralité de leurs enceintes, avec une réponse impulsionnelle correcte et une image stéréophonique en trois dimensions très stable. La réalisation des enceintes s'effectue avec des composants déterminés par un cahier des charges très rigoureux. Les composants ont de très faibles tolérances pour les filtres, toujours très complexes et sophistiqués. Il n'est donc pas étonnant que ce constructeur français ait un rayonnement international de grande importance, il exporte aussi bien en Hollande qu'au Canada, qu'en Italie, en Suisse, qu'à Taïwan, Singapour ou Séoul. Toujours à la pointe des recherches, le bureau d'étude planche actuellement sur une enceinte asservie par capteurs, sortant une nouvelle fois de l'ordinaire par rapport aux autres systèmes de ce type. Elipson a toujours su produire une gamme très riche en modèles couvrant toutes les applications domestiques, mais aussi professionnelles avec en dénominateur commun une écoute de grande pureté.

EQUATION EUROPE

Marc Sorgeloose 25 ans d'une même passion « la musique et les moyens de la reproduire ». Tel pourrait être le leitmotiv de la marque belge Equation Europe.

Tout débuta en 1984, lorsque M. Sorgeloose rencontre un acousticien hors pair, convaincu du besoin impératif de faire évoluer l'acoustique en général, puis par la suite l'équipe s'étoffe de techniciens internationaux issus des quatre coins du monde ; tous ont le même but, et la même motivation.

Cette entreprise spécialisée dans l'enceinte acoustique bénéficie d'une banque internationale privée de données en acoustique, physiologie et psychologie.

De nombreuses techniques très particulières ou exclusives ont donné lieu à des brevets :

— utilisation de matériaux nouveaux comme la céramique industrielle.

— utilisation d'un filtre à pente douce muni d'un système exclusif à impédance constante (LS1).

La philosophie de l'équipe d'Equation Europe est avant tout axée sur la dynamique, la fidélité des timbres, l'image sonore, l'absence de distorsions, etc.

Pour les concepteurs le meilleur reproducteur du

monde serait celui qui se ferait totalement oublier tant sur un plan acoustique que sur celui de l'esthétique sonore. Ainsi les recherches se font dans tous les domaines qui touchent la perception avec un grand P c'est-à-dire : la forme et les lignes, souplesse de placement et d'intégration dans la pièce, finition, sans oublier les indispensables critères : dynamique, fidélité des timbres, image sonore, absence de distorsions.

Equation Europe parvient à ces résultats grâce à un choix rigoureux des matériaux employés ainsi que les différents composants dont les tolérances vont au-delà des normes militaires.

Ceux-ci sont conçus sur un sévère cahier des charges avec utilisation de matériaux issus de la recherche spatiale.

Distribué dans l'Europe entière Marc Sorgeloose envisage l'exportation vers les marchés américains et asiatiques dans un délai relativement bref.

L'équipe d'Equation Europe sait que la reproduction acoustique est probablement celle qui a le moins évolué depuis sa création.

Aussi leurs recherches s'orientent vers des solutions résolument révolutionnaires, mais de bon goût !

FOCAL

Créé à Saint-Etienne au début de l'année 1980, Focal est devenu le numéro 1 français de l'enceinte Hi-Fi, haut de gamme, et du haut-parleur à haute performance. Les enceintes acoustiques sont commercialisées sous la marque JM Lab et les haut-parleurs individuels comme les systèmes destinés à la Hi-Fi automobile portent la marque Focal.

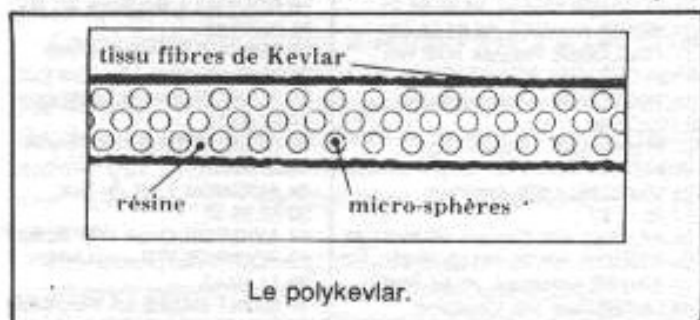
Le taux de croissance du chiffre d'affaires tant sur le marché français qu'à l'exportation se maintient depuis plusieurs années au taux exceptionnel de 50 % l'an.

L'exportation représente 40 % de l'activité et Focal, comme JM Lab, sont présents dans plus de 20 pays au monde.

En Europe : RFA, Pays-Bas, Grande-Bretagne, Belgique, Danemark, Suède, Finlande, Suisse, Autriche, Italie, Espagne, Portugal, Grèce.

Dans le reste du monde : USA à Los Angeles où Focal est représenté par Focal America mais aussi au Canada, en Thaïlande, Hongkong, Taïwan, Australie, Nouvelle-Zélande...

L'Asie du Sud-Est est un marché croissant et important pour Focal tout comme le sont les USA et la RFA



Le polykevlar.

où Focal bénéficie d'une image de marque exceptionnelle.

Les 2/3 du chiffre d'affaires global de la société sont

désormais réalisés par les enceintes JM Lab.

Démarrée dans un petit atelier en 1980 avec seulement deux personnes dont l'actuel P.D.G. de Focal, Jacques Mahul, Ingénieur Ecole Supérieure d'Electricité (E.S.E.), la société compte aujourd'hui 75 personnes.

M. Dubanchet, maire de Saint-Etienne, a honoré Focal en lui remettant au début de l'année la médaille d'or de la ville.

Le développement de Focal et de JM Lab est dû essentiellement à trois facteurs :

— Esprit d'innovation sous l'impulsion de Jacques Mahul. Du haut-parleur à double bobine permettant d'obtenir sur un même transducteur la reproduction parfaite des graves et des médiums jusqu'au lancement en 1987 du haut-parleur à membrane « Polykevlar » dont la légèreté assure une qualité et une fidélité sonore exceptionnelle.

Focal ne cesse de renouveler et d'améliorer la gamme de ses produits.

Ajoutons que le « Polykevlar », sandwich de deux tissus de fibres de Kevlar est un brevet international déposé par Focal.

— Présence commerciale en France et à l'étranger où plusieurs distributeurs ont tenu à inclure le nom « Focal » dans leur raison sociale. De nombreux constructeurs américains d'enceintes acoustiques sont équipés de Focal.

Rappelons que Focal produit 30 000 enceintes JM Lab et 150 000 haut-parleurs par an. 40 % des haut-parleurs Focal sont destinés à JM Lab. La gamme JM Lab comporte 15 modèles dont les prix s'échelonnent de 2 000 à 23 000 F la paire.

— Enfin, Focal a créé récemment deux divisions complémentaires appelées à un bel avenir : le matériel Professionnel destiné à la sonorisation de puissance pour concerts, cinémas et studios et une gamme originale et ultra-performante de systèmes personnalisés pour la Hi-Fi en automobile.

Le laboratoire Focal et ses ingénieurs ont d'autres projets à l'étude : nouveaux traitements de membrane à base de microbilles de verre, utilisation de la dernière génération d'aimants au Néodinium 15 à 20 fois plus puissants que les actuels, réduction des volumes des enceintes acoustiques grâce à des systèmes de basses très performants et compacts...

Focal estime que le marché de l'électroacoustique se développera encore fortement dans les années à venir vers le haut de gamme.

GRADO

Née en 1949, la société GRADO reste actuellement la seule grande marque de cellules encore dirigée par son fondateur.

Outre son talent d'ingénieur en micro mécanique, Joseph GRADO est un chanteur lyrique qui a créé sa propre école de chant aux Etats-Unis.

Le principe de transduction retenu, la réluctance variable, offre le grand intérêt d'être totalement insensible à la capacité des câbles de liaison. Ceci autorise une excellente reproduction de l'extrême aigu quelles

que soient la nature et la longueur de la liaison bras de lecture phonocapteur.

La recherche technologique permanente chez GRADO se fait dans l'absolu, c'est-à-dire sans aucune considération d'un éventuel prix de revient.

Comme pour les grandes marques automobiles, il y a aussi la catégorie formule 1 qui s'appelle ici Série Signature, on trouve également la gamme standard Laboratory dont le premier prix est la 2 CE + 1 produit de moyenne gamme, cette série va jusqu'au modèle 2 + 1.

Sur le plan réalisation, les cellules GRADO sont entièrement conçues et assemblées sur place à l'exception des diamants qui font l'objet d'un cahier des charges particulier.

La renommée de GRADO est l'une des plus internationales qui soient et ces cellules bénéficient d'une image de marque excellente auprès des mélomanes épris de beaux timbres et d'images sonores réalistes.

En matière de phonolecteurs si beaucoup de constructeurs ont abandonné les recherches, ça n'est aucunement le cas de Joseph GRADO qui continue d'améliorer des modèles déjà considérés comme extrêmement musicaux, mais il est vrai qu'aucune autre firme n'a la chance d'avoir un chanteur lyrique comme concepteur.

HARMAN KARDON

C'est en 1953 que Messieurs Sydney Harman et Benny Kardon fondaient la marque portant leurs deux noms. Dès le début, ils s'orientèrent vers la conception d'amplificateurs à très large bande passante avec la désormais légendaire série Citation. En 1958, ils conçurent le premier « ampli-tuner » haute-fidélité stéréo, qui marqua son époque. C'est en 1963, que vit le jour le premier Citation à tubes dont les transfos de sortie de très haute qualité autorisaient une bande passante très étendue jusque dans l'extrême-aigu, repoussant ainsi les problèmes de rotation de phase et de décalage dans le temps. Elle fut aussi la première société à équiper ses platines cassettes du système Dolby en 1971, ainsi que celui du Dolby HX professionnel en 1982. Chez Harman Kardon les concepteurs se sont toujours beaucoup plus attachés à la musicalité qu'aux performances « extravagantes ». Par contre, ils se sont orientés vers des points beaucoup plus importants tels que l'absence de phénomène de distorsion par intermodulation transitoire, mis en évidence par les travaux de Maty Ottala, avec réduction du gain dans la boucle de contre-réaction, cela dès 1977, étage de sortie pouvant procurer un très fort débit en courant (1981) pour pouvoir attaquer correctement l'impédance complexe des enceintes, circuits actifs de suivi pour les tuners FM et lecteurs CD avec interface à charge couplée pour une meilleure restitution des petits signaux de faible amplitude.

Le bureau d'étude est situé dans l'état de Washington avec des ingénieurs audio célèbres tels que Marty Zanfino, Richard Miller, Jack Hawthorne et Maty Ottala. Ce sont eux qui ont aussi mis en évidence la supériorité des circuits à base de composants discrets au lieu des circuits intégrés pour les étages d'entrée et

les alimentations surdimensionnées capables de fournir une puissance et des tensions élevées. Tous les produits sont étudiés dans ce laboratoire, qui réalise aussi les prototypes, la fabrication étant confiée à de grandes unités japonaises, mais cela changera bientôt car à la manière de la gamme Citation qui va bientôt être réalisée de nouveaux aux USA, il en sera de même dans un avenir proche pour les autres produits Harman Kardon. A signaler aussi que Harman Kardon est l'un des tout premiers à avoir commercialisé un lecteur CD avec décodeur 1 bit ne travaillant pas du tout de la même manière que les convertisseurs classiques. Enfin, il ne faut pas oublier que Harman est propriétaire du groupe Harman International qui comprend entre autres les marques JBL, Harman Kardon, Pyle, Concorde, Infinity.

INFINITY SYSTEMS

Historique de la société « Infinity Systems, Inc. »

Situé à Chatsworth, en Californie, la Cie Infinity a vu le jour très modestement en 1968, et n'a cessé de se développer tout au long de ces 20 dernières années. Aujourd'hui, elle est classée numéro 2 aux U.S.A en chiffre d'affaires, des fabricants de haut-parleurs. Depuis le plus petit haut-parleur jusqu'au modèle ultra perfectionné I.R.S d'une valeur de 500.000 F, Infinity est reconnu aujourd'hui dans le monde comme l'un des leaders en matière d'électroacoustique.

Arnie Nudell, actuellement Président et Cary Christie, Vice Président exécutif, n'étaient pas du tout satisfaits par la technologie des années 60, et se réunissaient le soir et les week ends, avec John Ulrick dans le garage de la propriété de Nudell pour poursuivre leur rêve de réaliser le système idéal. Nudell était physicien et Ulrick ingénieur. Christie était pilote de ligne. Tous trois avaient la conviction de pouvoir développer un haut-parleur de très haut niveau en appliquant les principes scientifiques sur lesquels étaient basés leurs vies professionnelles.

Le résultat de leurs efforts fut le Servo Statik I, haut-parleur étonnant utilisant pour la première fois des éléments électrostatiques associés à une enceinte de basse dynamique asservie. Ce système, assez cher à l'époque fut l'objet d'un article très élogieux dans le magazine High-Fidelity en 1970. Il fut ensuite suivi de haut-parleurs plus petits aux prix très raisonnables, mais incorporant le maximum de la technologie utilisée dans le Servo Statik I.

La philosophie propre à Infinity qui n'a pas dévié depuis 20 ans a maintenu la compagnie sur un plan particulier : construire des produits sans considération de prix, et ensuite transférer la nouvelle technologie autant que possible sur toute la ligne de haut-parleurs, avec un seul but : recréer chez soi l'écoute directe en concert.

Les co-fondateurs ont été ainsi conduits à utiliser de nouveaux produits tels que le Samarium-cobalt, la première membrane plane électromagnétique réellement opérationnelle, et les cônes en polypropylène.

En 1974, Infinity fut repris par Electro Audio Dynamics, propriétaire de KLH, qui lui assura le capital devenu nécessaire à sa croissance, et en 1981, naissait

le légendaire système *Infinity Référence Standard (IRS)*, un colosse de 2,20 m avec deux enceintes de basses et deux modules médium-aigus. Ce système à quatre éléments comprend plus de 100 haut-parleurs séparés avec ses deux amplificateurs propres de 200 W pour le grave.

En quelques mois, les IRS ont été reconnues comme systèmes de référence.

En 1982, *Infinity* est devenu une filiale de *Harman International*, et a pu s'étendre sur divers autres domaines. Au début des années 80, *Infinity* a conçu et développé une nouvelle ligne de haut-parleurs pour auto-radio basée sur la technologie de pointe Hi-Fi.

En tant que scientifique, ingénieur du son et musicien, *Nudell* a créé la Compagnie avec une quantité d'expérience personnelle remontant à son enfance. Passionné de musique classique depuis l'âge de 7 ans, quand il étudiait la clarinette, *Arnie* commençait à construire ses propres haut-parleurs lorsqu'il était au collège.

Il obtint un diplôme des sciences à l'Université de Californie à Berkeley, et un diplôme supérieur de physique nucléaire à l'université U.C.L.A. Pendant ses études, il avait l'habitude de se glisser la nuit dans les chambres sourdes du Collège pour mesurer tous les haut-parleurs disponibles.

Après ses études, *Nudell* se dirigea vers la branche aérospatiale et dirigea les laboratoires de recherche au laser de plusieurs firmes de Californie. Après un certain temps, il se rendit compte que l'industrie aérospatiale était, à son gré, stérile et répressive, et ne correspondait pas à son besoin croissant d'expression créative.

C'est ainsi que la firme donna naissance à de véritables innovations en matière de transducteurs, tels les fameux tweeters EMIT qui équipent nombre de modèles de la gamme. Ce haut-parleur de type Isodynamique, possède une membrane plane extrêmement fine et légère fonctionnant en push-pull.

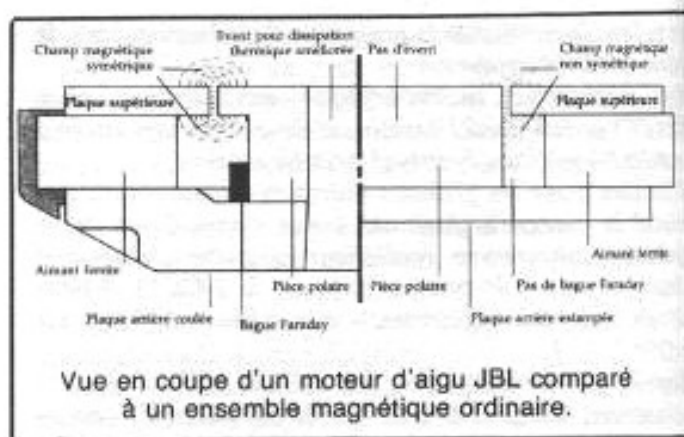
Actuellement l'un des plus extraordinaires systèmes de reproduction sonore dont l'audiophile puisse rêver est un *Infinity* ; en l'occurrence il s'agit du mythique IRS V.

J.B.L.

Les haut-parleurs et enceintes acoustiques américaines *J.B.L.* n'ont jamais laissé indifférent l'amateur s'intéressant aux reproducteurs sonores de qualité. Il n'est pas de discussions sur les haut-parleurs sans que *J.B.L.* ne soit cité, à un moment ou à un autre de la conversation. Ces transducteurs possèdent d'ailleurs leurs inconditionnels qui ne jurent que par eux et rien qu'eux.

Quant aux professionnels, qu'ils soient de Paris, Londres, Nashville en passant par Berlin et... même les capitales de l'Europe de l'Est, ils utilisent souvent pour leur écoute « monitoring » les enceintes de la marque, considérées par beaucoup comme un superbe outil de travail ayant servi à mixer les trois quarts des productions mondiales.

Le succès de ce véritable « monument » qu'est devenue la firme *J.B.L.* n'est pas dû au hasard mais plutôt



Vue en coupe d'un moteur d'aigu JBL comparé à un ensemble magnétique ordinaire.

à une immense expérience des transducteurs électrodynamiques.

La création de la société *J.B.L.* remonte à 1946, date à laquelle *James B. Lansing* conçoit les premiers transducteurs qui, dès cette époque, réunissaient un nombre important d'innovations technologiques ; à cet égard, on pense trop souvent que les bobines aluminium ou le fil de section carrée sont des techniques de fabrication récente ; il faut aussi savoir que les haut-parleurs créés dans les années 50 possédaient toujours un rendement très élevé, cela s'avérait nécessaire pour compenser la faible puissance des amplificateurs du moment. Il n'était pas rare de rencontrer des circuits magnétiques de près de 6 kg totalement enfermés dans un capot en fonte évitant les fuites magnétiques, ceci conjugué à un entrefer relativement étroit et une membrane papier légère et rigide permettait d'obtenir une efficacité de l'ordre de 98 dB sur la plupart des haut-parleurs de basses ou médiums alors que les moteurs à chambre de compression évoluaient autour, et même au-delà, des fatidiques 100 dB pour 1 watt à 1 mètre de distance (ces avantages persistent dans les réalisations actuelles) !

J.B.L. fut également l'un des premiers à utiliser le principe du haut-parleur passif ; et ce, de manière tellement efficace que les modèles de ce constructeur qui en sont équipés sont, pour ainsi dire, les seuls réussissant par ce principe à restituer un grave descendant à la fois excessivement bas et sans traînage. Il faut avoir écouté les véritables « best-sellers » que sont les anciennes *Olympus* ou le « mythique » *Paragon* (immense enceinte stéréophonique) pour comprendre la passion suscitée par *J.B.L.* Ces modèles parvenaient, malgré quelques défauts, à restituer de manière réaliste l'impact et l'ampleur du direct.

Depuis, la firme a su conserver l'exceptionnelle qualité de réalisation des haut-parleurs d'antan sur les séries actuelles qui bénéficient toujours de moteurs à très faibles pertes magnétiques, plaques de champ surdimensionnées, etc., tout en profitant des dernières innovations technologiques en matière de rigidité des matériaux (membranes). On peut donc dire que l'esprit de la marque n'a nullement changé en plus de 40 ans d'existence ; ce fait reste exceptionnel car les coûts de production, de plus en plus élevés, contraignent souvent les constructeurs à diminuer la qualité globale de leurs produits.

L'important bureau d'études de *J.B.L.*, situé à Northridge (Californie) dispose de nombreux moyens

**Page non
disponible**

d'investigation et de mesures (plusieurs chambres sourdes). Grâce à cela, J.B.L. est l'un des premiers à présenter des transducteurs utilisant un nouveau matériau magnétique ultra-puissant : le Néodinium, au moins trois fois plus puissant que les meilleurs alliages actuels. Ces nouveaux aimants autorisent, entre autres avantages, une réduction de taille aboutissant à une parfaite homogénéité du champ magnétique.

Cette technologie vient d'ailleurs de donner le jour à un superbe moteur 2 pouces à chambre de compression et dôme titane gaufré ; le modèle 2450 J.

La gamme haute-fidélité n'est pas en reste car le titane est également utilisé (malgré son prix) pour la réalisation de dômes de la nouvelle série TLX.

L'usine de Northridge couvrant 4 hectares, permet à J.B.L. de maîtriser la fabrication de A jusqu'à Z. En schématisant, on pourrait dire que les troncs d'arbres et les matériaux constituant les composants sont introduits d'un côté alors que les enceintes emballées sortent de l'autre (métaphore à peine exagérée).

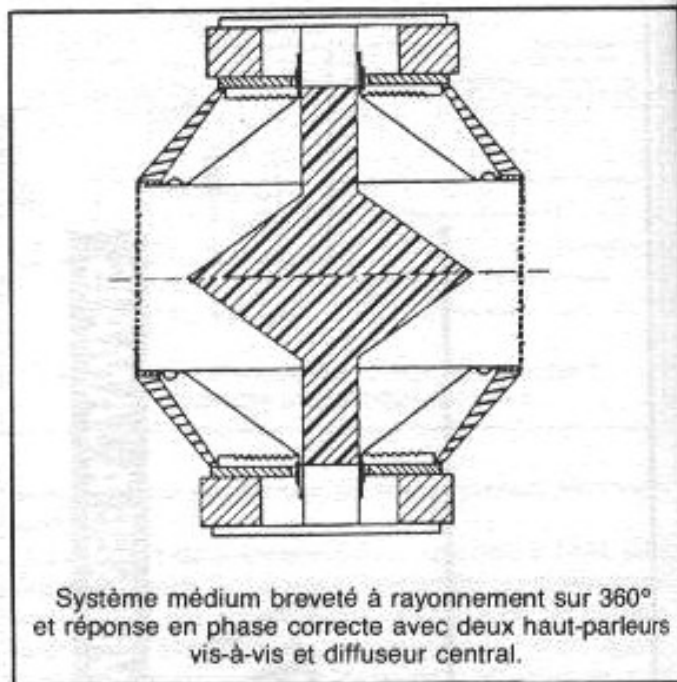
Si J.B.L. ne sous-traite aucun élément à l'origine de ses propres produits, l'usine fournit par contre certains composants pour d'autres constructeurs.

JEAN-MARIE REYNAUD

Jean-Marie Reynaud a fondé sa société en 1967. Chercheur infatigable, il a toujours su parfaitement maîtrisé les divers paramètres d'une enceinte acoustique pour obtenir une esthétique sonore raffinée, avec toujours un très bel effet spatial. Grand passionné de musique, il a su faire la synthèse entre les mesures objectives en laboratoire et de longues écoutes comparatives pour obtenir un très bel équilibre tonal, ainsi que des familles de timbres très cohérentes. Aussi, ne faut-il pas s'étonner de retrouver d'un bout à l'autre de sa gamme sa « signature sonore » prouvant une parfaite unité dans sa démarche de conception.

Aussi, ne faut-il pas s'étonner que dans les années 70, il fut l'un des précurseurs du « haut de gamme » français en matière d'enceintes acoustiques, appliquant de nombreuses solutions originales pour obtenir une superbe cohésion spatiale bien avant que de nombreux autres constructeurs découvrent l'importance de ce paramètre dans la reconstitution d'une image sonore plausible. En 1980, le modèle Opéra marque aussi un tournant dans les systèmes trois voies parfaitement optimisés en phase, avec une remarquable linéarité de la courbe de réponse qui se traduisait par une image sonore en trois dimensions ne se limitant pas à une zone d'écoute restreinte mais très large avec des timbres d'une rare délicatesse. Toujours au début 80, les petits systèmes Jean-Marie Reynaud innovaient aussi avec l'ensemble Micro Mégas de petite taille avec le filtre reporté à l'extérieur, et déjà la technique du bi-câblage que d'autres ont remis à la mode quelques dix ans plus tard ! Précurseur aussi dans le domaine des formes dictées par les lois de l'acoustique (et qui fera aussi des émules), témoin l'Opus en 83 où le rayonnement en énergie, la directivité des haut-parleurs, l'interaction des diagrammes de directivité ont été parfaitement maîtrisés.

Enfin, de nos jours, avec le modèle Référence où la



reproduction des registres médium/aigu, grâce à de nouveaux types de transducteurs vis-à-vis l'un de l'autre et diffracteur central, permet d'obtenir un signal qui ne travaille qu'en expansion et cohérent sur 360° avec un même niveau de pression sans avoir l'inconvénient des multi-sources mais au contraire d'une véritable source ponctuelle.

Bien entendu, pour arriver à de tels résultats, Jean-Marie Reynaud s'est équipé dès le début d'un laboratoire d'acoustique très performant mais qui a aussi évolué dans le temps pour mieux cerner les problèmes et mesurer les paramètres ayant une corrélation avec ce que l'on entend. Ainsi, dès les années 75, il préconisait déjà les mesures en milieu semi-réverbérant ! Aujourd'hui, il affine les données primordiales de rayonnement en énergie avec une méthode de mesures faisant intervenir plusieurs microphones associés à des lignes de retard pour quantifier la densité spectrale tout autour d'un système. Ces nouvelles méthodologies ont permis de mieux caractériser le comportement des haut-parleurs en régime dynamique et de réaliser de nouvelles générations de transducteurs qui équipent d'ailleurs les dernières lignes de produits.

L'usine de Barbezieux sur plus de 1 000 m² regroupe les lignes de montage équipées de machines outils ultra modernes garantissant une haute précision d'assemblage et un fini irréprochable. Naturellement, de multiples contrôles sont effectués et chaque enceinte est mesurée en sortie de fabrication. Il faut signaler que la toute dernière génération des enceintes bénéficie d'une structure double enveloppe à base de trois matériaux différents (panneaux de médite découplés par du caoutchouc naturel multi-cellulaire) pour éviter tout rayonnement parasite de coffret afin d'obtenir une parfaite neutralité, cela dès les premiers modèles.

J.V.C.

J.V.C. (Victor Company of Japan) n'a acquis cette appellation qu'au cours de l'année 1927 : auparavant, cette société portait le nom de : Nippon Victor Com-

pany (Nivico), créée elle en 1917. Ce n'est qu'après avoir pris la décision d'exporter vers l'Occident (1970) que celle-ci changea son nom en J.V.C. Nivico puis, quelques années plus tard, J.V.C. que nous connaissons actuellement.

Cette importante compagnie a marqué d'une manière indélébile la technologie de l'audio-vidéo par des inventions d'une importance tout à fait primordiales. Citons surtout l'effective mise à la disposition du grand public du disque stéréophonique 45°-45° (des tentatives réussies avaient eu lieu dès 1933). Ensuite, les fervents de la reproduction musicale grandeur nature purent profiter de l'ingénieux procédé du disque quadriphonique CD4. L'innovation marquante de la décennie étant sans conteste le système vidéo VHS qui finit par supplanter un à un tous ses concurrents.

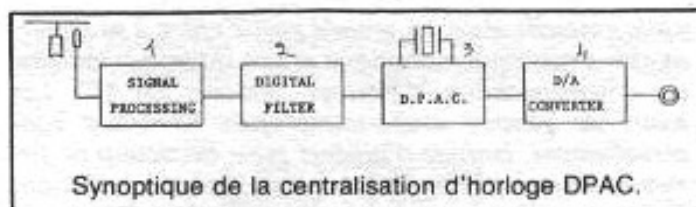
Totalement autonome sur tous les plans concernant la recherche et la fabrication, J.V.C. s'est spécialisé dans le matériel audio-vidéo de haute qualité, ce qui sous-entend : d'une part qu'aucun produit bas de gamme n'est produit par le groupe, mais également que celui-ci ne se disperse pas dans diverses autres activités.

La recherche actuelle de la compagnie s'oriente sur trois axes prioritaires : développement d'une technologie de plus en plus performantes en matière de vidéo, afin d'obtenir une très haute qualité d'image, miniaturisation des produits (caméscopes, etc.), recherche d'un nouveau concept associant de manière totalement originale l'image avec la vraie haute-fidélité, sans oublier le développement des futurs moyens télévisuels tels la haute résolution ou les techniques du type D2 Mac Paquet.

En 1990, J.V.C. n'a pas oublié sa vocation première de société de pressage de disques car si les audiophiles occidentaux n'ont que peu souvent l'occasion de profiter des enregistrements de la marque, c'est simplement que la production actuelle de CD J.V.C. (Victor Music Industry) ne concernant que les artistes asiatiques, la commercialisation de ces disques ne dépasse pas les limites de ce continent. Heureusement, en ce qui concerne la haut-fidélité audio qui intéresse particulièrement le lecteur de L'Audiophile, celui-ci peut à loisir profiter de produits de haute technologie comme le lecteur compact XL-Z1010TN présenté dans le numéro de novembre sous une référence involontairement erronée. Nous profitons donc de l'occasion qui nous est offerte pour préciser que cet appareil bénéficie de circuits très sophistiqués qui le situent d'emblée à un très haut niveau de qualité.

KENWOOD

Fondée il y a 42 ans au sortir de la guerre, la firme Trio-Kenwood débute son activité par la conception de bobinages HF de réception pour NHK, la radio-télévision nationale japonaise. Peu à peu, la production s'oriente vers celle de récepteur radio à usage grand public, à quoi s'ajoute une activité hi-fi dès le début des années 50. Aujourd'hui, les activités du groupe qui emploie plus de 2 500 personnes s'orientent selon trois axes : un, majeur, celui de la haute-fidélité audio qui représente près de 80 % du chiffre d'affaires



Synoptique de la centralisation d'horloge DPAC.

total de la société, mais aussi les secteurs radiocommunication/téléphone et instruments de mesure. Kenwood s'est notamment spécialisé dans les systèmes d'encodage et de contrôle pour la gravure numérique. Dans l'histoire de la hi-fi au Japon, Kenwood apparaît toujours en pointe grâce à son côté moderniste et à sa forte capacité d'innovation. Ainsi, dès 1962, la firme met sur le marché son TW 100, premier amplificateur entièrement transistorisé commercialisé au Japon. Quelques années plus tard, et dans le même esprit, suit un tuner, lui aussi à transistors. Dans les années 60/70, Kenwood qui, au Japon, s'appelle encore Trio, se dispute les trois premières places du marché avec Pioneer et Sansui. A cette époque, les autres marques que nous connaissons aujourd'hui sont encore peu significatives, voire inexistantes face aux trois « super-grands ».

De nos jours, Kenwood a su conserver une excellente place dans le classement des grandes marques puisqu'il occupe le rang de deuxième fabricant mondial de hi-fi derrière Pioneer et juste avant Technics. Rien que pour les tuners, domaine historiquement lié aux origines de la marque et dans lequel celle-ci possède un savoir-faire incontestable, Kenwood détient 40 % de parts de marché !

Cette place de leader au sein des grands fabricants de hi-fi, la firme Kenwood la doit bien sûr à la qualité de ses produits mais aussi à sa volonté de rester spécialisée dans le domaine du son. Consciente cependant de l'évolution du marché et de l'intégration de plus en plus marquée de l'audio et de la vidéo, Kenwood s'oriente peu à peu vers ce domaine nouveau pour elle au moyen d'équipements tels que BS tuners, lecteurs CDV ou processeurs d'ambiances type DSP.

Kenwood, fort de son expérience et de son savoir-faire en ce domaine, entend développer son activité dans cette voie à l'avenir prometteur.

Si l'on revient sur les quinze dernières années de l'activité de la marque, on constate que Kenwood a su marquer la haute-fidélité par des éléments de haut niveau appréciés de nombreux amateurs français. Sans vouloir en dresser une liste exhaustive, voici quelques dates significatives :

— 1975-1980 Tables de lecture KP 700 D, KP 660 D et L 07 D qui furent adulées par les audiophiles chanceux qui purent se les offrir, leur construction très lourde et la qualité d'usinage des composants les avaient placées au top niveau des platines les plus prestigieuses de l'époque.

— 1982 Amplificateurs très haut de gamme L01 et L02 à technologie Sygma Drive.

— 1983 Premier lecteur CD L-03 DP.

— 1983 Codeur pour CD DA 3500, convertisseur A/N DC 3510.

Puis vinrent les célèbres DP 1100 dont la version DP 1100 SG fut « Muse d'Or » du n° 1 de L'Audiophile.

phile nouvelle série, en grande partie grâce à sa remarquable réalisation mécanique et son ingénieux système de synchronisation d'horloge centrale DPAC. Les hauts de gamme audio-numériques Kenwood sont actuellement, comme d'ailleurs pour beaucoup de firmes ne restant pas sur leur acquis, en pleine évolution. Cela se manifeste sur chaque nouvelle série d'appareils comme, par exemple, l'ampli-préampli numérique DA 9010 couplé au « Drive » lecteur DP 9010, qui sont la concrétisation la plus « audible » des progrès accomplis par ce constructeur dont chaque prototype mis au point en laboratoire est longuement écouté sans concession aucune. A cet effet, les ingénieurs de Kenwood n'hésitent absolument pas à pousser les investigations jusqu'à écouter les écarts sonores produits par les vis de contact des condensateurs d'alimentation selon qu'elles sont faites d'acier, de cuivre ou de tout autre alliage. Nous ne développerons pas au-delà la « philosophie » Kenwood car que peut-on dire de plus après avoir cité un exemple aussi explicite ?

KIMBER KABLE

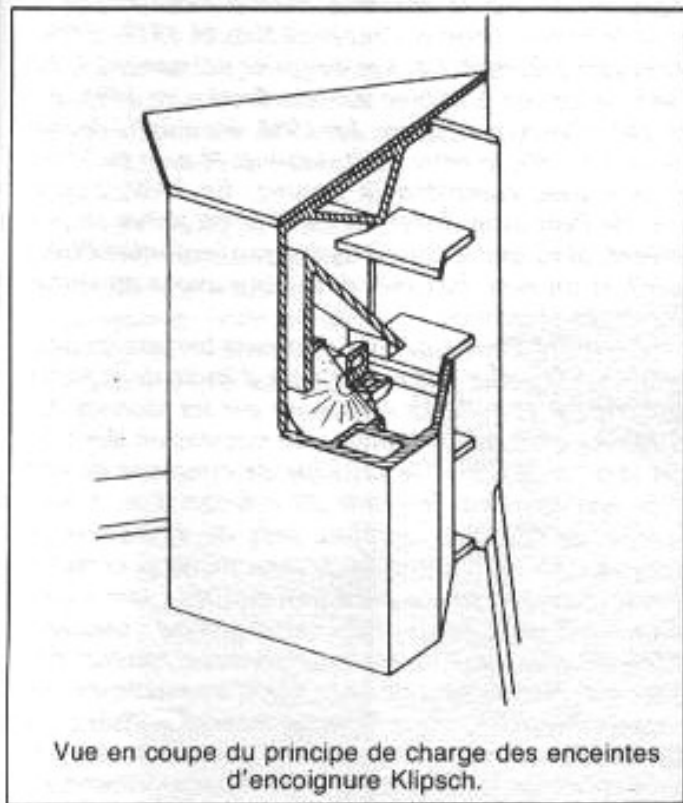
Pour l'ingénieur américain Ray Kimber (Utah, USA), lorsqu'on conçoit des câbles audio, il y a deux considérations majeures. D'abord, il y a la fonction de transmission qui est la capacité à transmettre le signal intact d'un point du câble à un autre. Deuxièmement, il y a le problème de ceux qui captent des parasites extérieurs et les reproduisent sur le système. La plupart du temps, si vous avez un câble possédant une bonne fonction de transmission mais qui capte les parasites extérieurs, celui-ci ne s'adaptera pas à la plupart des systèmes. En effet, il ne fonctionnera pas aussi bien qu'un autre ayant une médiocre fonction de transmission mais qui rejetterait efficacement les parasites. C'est pourquoi tous les câbles Kimber, y compris le moins cher, ont une fonction de rejet des parasites extrêmement élevée. Pour protéger (blinder) un câble contre les perturbations électrostatiques, on peut mettre une barrière telle que : guilage, feuille ou tissu (structure, matériau) conductifs pour faire passer le signal dans les conducteurs. Mais cela n'est pas effi-

cace pour les bruits électromagnétiques, un champ magnétique passera au travers de telles barrières. Le seul remède aux interférences électromagnétiques est un blindage fait de matériaux ferreux tels qu'un conduit en acier. Mais cela crée un problème différent. Le signal passant à travers le câble génère un champ magnétique. La proximité du blindage ferreux agira comme un shunt interrompant et changeant le passage du signal dans le conducteur. Si l'on ne met pas le câble dans un blindage ferreux, on récupère alors les parasites électromagnétiques. La façon dont Kimber Kable élimine le captage électromagnétique des câbles réside dans la conception géométrique. Le principe résulte en un conducteur qui n'agit pas comme une antenne. Cela, essentiellement, élimine le captage et par conséquent le besoin d'un blindage ferreux. Les éléments sont divisés (partagés) en plusieurs sections, ensuite guipés en utilisant une géométrie qui, effectivement, annule tout champ extérieur dès le départ. Celle-ci est telle que ce champ pousse une partie des conducteurs et en même temps tire sur les autres, ceci ramène l'effet à zéro. Sur les modèles de modulation, on utilise un tressage trois fils qui ne se mettent pas en parallèle et ne se tordent pas, ils sont seulement cousus ensemble. Ces trois conducteurs sont couverts par un tissu conducteur (conducteur) blindé qui les protège des parasites électrostatiques.

Voici la description détaillée de la construction des câbles de modulation Kimber Kable : le modèle KC1 (le moins cher) a un fil pour le « point chaud », deux fils pour la terre et de plus un blindage qui est interconnecté seulement à l'extrémité « préamp ». Pour les câbles argent KCAG et KCTG, on utilise un tressage trois conducteurs : un « point chaud », deux autres de masse. Les câbles de modulation argent utilisent de l'argent ultra-pur comme conducteur avec une isolation spéciale en Teflon. Kimber Kable monte d'ailleurs ses propres connecteurs sur tous les câbles Kimber. La première génération utilisait un revêtement argent. La sonorité était excellente mais le revêtement ternissait, en fait, les nouveaux connecteurs utilisés cette année ont un revêtement qui est, d'après Kimber, supérieur musicalement à tous les autres métaux.

KLIPSCH

Paul Klipsch est l'une des figures de la haute-fidélité, à 85 ans, il tient toujours les rênes de son usine, à la tête de près de 130 employés à Hope dans l'Arkansas. Dès les années 30, il s'intéressait déjà aux haut-parleurs à haut rendement mais en particulier aux chambres de compression de style Western Electric.



Vue en coupe du principe de charge des enceintes d'encoignure Klipsch.

C'est en 1941 que Paul Klipsch publia son premier article dans le journal de l'AES, consacré à un pavillon grave replié de petites dimensions, capable de reproduire la bande de 40 à 400 Hz avec un rendement remarquable de 104 dB/m/W. C'était la première fois que l'on proposait une enceinte à haut rendement pour application domestique, c'est ainsi que naquit la légendaire Klipschorn en 1942. Il s'intéressa aussi de près à la reproduction stéréophonique avec un troisième canal central pour une écoute optimale répartie sur une surface importante. En 1960, un autre système dit « Cornwall » est créé, enceinte de forme rectangulaire qui continue à être fabriquée.

Actuellement, l'usine Klipsch consacre naturellement une grande partie de ses activités à la construction des ébénisteries, mais de manière traditionnelle puisqu'une Klipschorn par exemple demande près de 48 heures de montage. Une autre partie de l'usine est réservée au montage des haut-parleurs, collage des membranes et montage des circuits magnétiques. Toutes les enceintes sont mesurées et ensuite associées par pair. Cinq ingénieurs travaillent en permanence dans un bâtiment annexe équipé d'une superbe chambre sourde avec plate-forme pivotante pour reconstituer par rotations successives de 90° les conditions d'absorption de parois différentes. Les petits modèles de chez Klipsch n'ont rien à envier à leurs prestigieux aînés au point de vue rendement et capacité dynamique, les recherches vont encore dans ce sens, tout en

restant fidèles aux critères de linéarité, de faible distorsion de modulation et de très large image stéréophonique.

LECTRON

A la fin des années 70, le marché de la haute-fidélité était en pleine expansion. C'était un des secteurs-clés de l'électronique grand public — la vidéo, la micro... n'étaient pas encore présentes. Cependant, l'industrie française de l'électronique audio avait déjà perdu la bataille. Quelques rares fabricants subsistaient, mais la grande vague de la fin des années 70 allait les balayer définitivement, emportant avec eux une tradition, un savoir-faire et un tissu industriel attachés à ce secteur. Ce ne fut pas le cas de tous les pays européens puisque l'Angleterre, par exemple, avec des produits originaux, a su tenir le cap et conserver sa compétitivité. Cette période fut aussi très riche du point de vue des idées et des tendances, avec l'apparition d'un secteur haut de gamme qui vint dynamiser le marché des passionnés, par opposition, ou par réaction, à la standardisation des produits grand public d'origine japonaise.

Vers le milieu des années 70, le monde de l'audio prenait conscience du fait que les paramètres utilisés pour définir un appareil n'étaient pas le reflet exact de ses performances subjectives. Un vaste domaine de recherches et d'investigations s'ouvrait.

Ce fut d'ailleurs la direction que prit dès son début le revue *L'Audiophile*. Très vite, la revue fit école et cela, bien au-delà de nos frontières. C'est alors que fut inaugurée une structure originale qui allait dans la droite ligne de cette démarche. En 1979, la société Lectron était créée. Cette dernière commença à distribuer des composants audio introuvables sur le marché français, pour satisfaire la demande des amateurs désireux de matérialiser leur passion au travers des articles et études publiées.

En dix ans, Lectron a acquis un savoir-faire et une spécificité qui lui ont permis d'imposer des électroniques françaises raffinées à un niveau international. Depuis octobre 1989, la société s'est dotée d'une nouvelle unité de fabrication afin de se donner les moyens de satisfaire une demande grandissante sur les marchés étrangers.

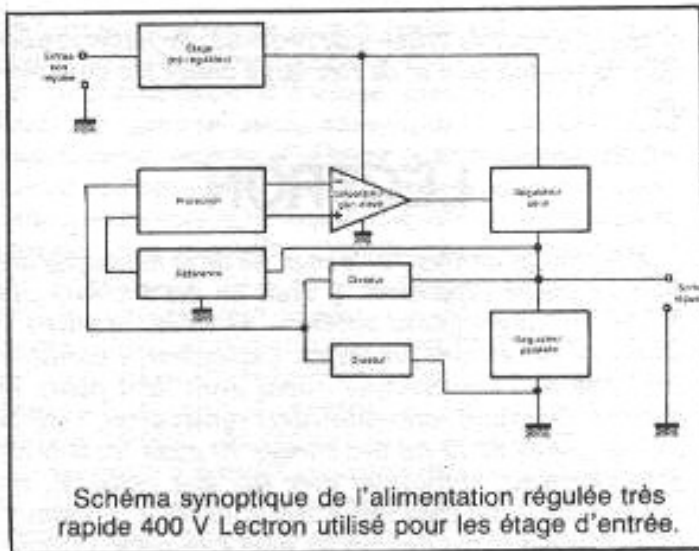
Cette société 100 % française exporte plus de 90 % de sa production, rares sont les fabricants français d'électronique haute-fidélité ayant réussi à s'imposer durablement au niveau international ; spécialement sur des marchés aussi concurrentiels que ceux du Japon et du Sud-Est asiatique.

Le premier produit proposé fut, en 1979, le préampli SRPP qui regroupait de nombreuses originalités dont une correction RIAA passive et un circuit sans aucune contre-réaction. En 1980, l'amplificateur Classe A Hiraga fut commercialisé. Malgré une puissance modeste et une présentation austère, il vainquit bien des réticences et s'imposa comme une valeur classique. Il faut dire que les choix techniques délibérés (classe A, alimentation surdimensionnée) ont conquis un vaste public de milliers d'amateurs à travers le monde. Son esthétique fut revue en 84 afin de lui donner un « look » plus actuel.

LINN PRODUCTS

Linn Products a été fondée en 1972 par Ivor Tiefenbrun qui a été le premier à souligner toute l'importance de la source dans la qualité finale d'écoute musicale. En 1973, il commercialisa la platine Sondek LP 12 ainsi que les enceintes Isobarik. Suivirent après de nombreux fleurons qui marquèrent l'évolution de la marque tels que la cellule à bobine mobile Asak, le bras de lecture Ittok et l'enceinte Kan en 1979, les électroniques préampli LK 1 et ampli de puissance LK 2 en 1985, la cellule à bobine mobile Troïka en 1986, puis en 1987 l'enceinte Nexus. En 1988, les amplis de puissance LK 280, le filtre actif Aktiv et le bras de lecture Ekos vinrent compléter la gamme. En 1989, c'est au tour de l'enceinte Kaber, et en 90 il est prévu un petit intégré, ainsi que le convertisseur professionnel Pronumerik et un superbe tuner dont nous avons pu voir les premières ébauches.

La société Linn a déposé plusieurs brevets en particulier sur le palier unipivot à bain d'huile de la platine Sondek LP 12 (adapté également sur les platines Axis et Basik) ainsi que le système de suspension des platines Axis et Basik et le principe de couplage de deux haut-parleurs dans le grave dit « Isobarik ». L'usine proche de Glasgow, emploie près de 130 personnes dans un cadre très agréable. L'assemblage et la réalisation de chaque produit Linn sont confiés à une seule et unique personne pour assurer une meilleure qualité de fabrication et de finition et le meilleur résultat final d'écoute. Naturellement, chez Linn, les meilleurs composants électroniques et mécaniques sont utilisés à tous les niveaux de prix. Pour faire un produit moins onéreux qu'un autre, chez Linn, ils préfèrent diminuer la composition et la structure du produit plutôt que de réduire la qualité intrinsèque des composants eux-mêmes. Le laboratoire de recherches se compose d'une équipe de 20 personnes spécialisées en mécanique, en acoustique et en électronique ayant à leur disposition un équipement de pointe en informatique. Les axes de recherche dans un futur proche sont dirigés vers l'audio-numérique, les systèmes actifs, les équipements pour studios d'enregistrement. Il est intéressant de constater que Linn ne croit absolument pas à l'idée « d'esthétique sonore », le but d'un système de reproduction musicale est de reproduire (justement) au mieux ce qui est gravé sur un disque microsillon, un disque compact ou bien le signal issu d'un tuner, d'un magnétophone, mais il ne s'agit surtout pas d'interpréter selon ses goûts le signal musical issu de ces sources. Il faut donc que l'acheteur potentiel d'un appareil puisse écouter les appareils deux à deux dans une comparaison directe A-B juste et dans les conditions qui lui permettront de former sa propre opinion sur les mérites respectifs des appareils comparés. Les différences de qualité musicale entre deux appareils sont faciles à percevoir du moment que l'on se pose les bonnes questions sur la musique à savoir : si les musiciens paraissent jouer tous ensemble, si on peut suivre tous les instruments facilement et à tous moments, si on a envie de chantonner ou de battre la musique, si cela paraît ou ressemble à de la musique et pas à quelque chose d'artificiel ou d'ordre hi-fi caractérisant le grave, l'aigu, la profondeur de l'image, etc.



En 1981, le pré-préampli pour cellule à bobine mobile allait apporter un sérieux « plus » à la lecture du disque vinyle.

En 1982, avec le préamplificateur DC1 était franchie une nouvelle étape avec une alimentation d'un volume inhabituel pour l'époque, un choix de composants triés, etc.

En 1983, le préamplificateur « Le Tube » permettait à un large public d'accéder, pour un budget modique, aux qualités d'un très bon préampli. Le schéma extrêmement original et particulièrement simple se contentait d'un seul tube double triode par canal.

Depuis, les réalisations Lectron se sont succédées avec, notamment, le filtre actif FA1 et le préampli Solstice qui représentait, quant à lui, la réalisation type sans compromis... avec un accent tout particulier sur le confort d'utilisation.

En 86-87, le Lectron JH 50 constitue sans doute l'une des étapes les plus marquantes de la firme car, bien que de technologie à tubes, cet amplificateur n'en est pas moins un appareil des années 90. En effet, il met en œuvre les technologies les plus récentes en matière de composants (semi-conducteurs) qui, associés aux tubes (EL 34), permettent d'atteindre un très haut niveau de restitution, et cela avec une puissance conséquente.

Le dernier-né, le JH 30, conserve quant à lui un étage de sortie (double push-pull de EL 84) mais bénéficie d'un étage d'entrée à très haute performance mettant en œuvre des transistors à effets de champ.

Sur le plan de la fabrication, il est intéressant de savoir que le souci majeur des concepteurs étant résolument d'obtenir à la fois performances d'écoute optimales et fiabilité, aucun compromis n'est consenti sur la qualité des matériaux et des composants qui sont soit réalisés sur sévère cahier des charges (transformateur Partridge), soit triés sur le volet (résistances tantales, condensateurs spéciaux, etc.). Les tubes sont aussi rigoureusement appairés en fonctionnement réel sur l'amplificateur : les transformateurs de sortie le sont également.

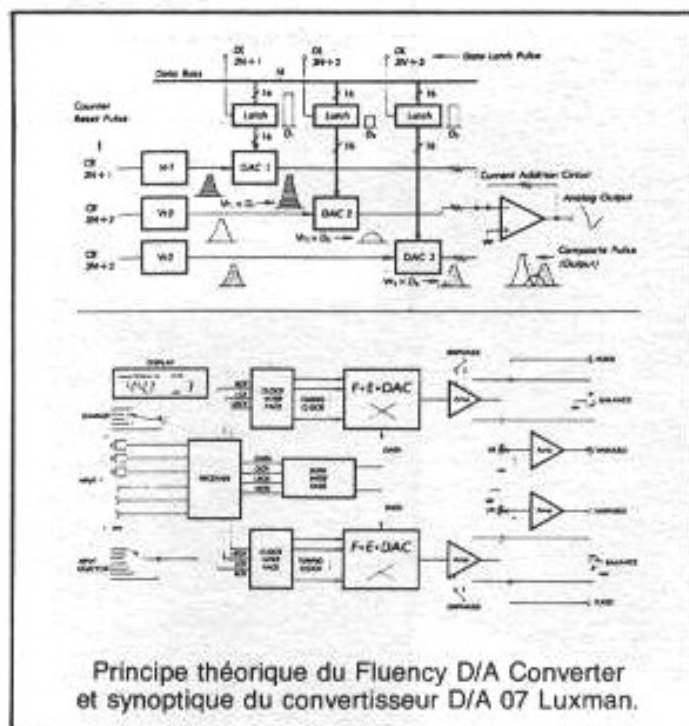
Chaque appareil fait l'objet d'un test rigoureux et possède sa fiche d'identité sur laquelle sont reportées plus de 60 mesures. Ce soin artisanal associé à une esthétique recherchée ne sont pas étrangers au succès remporté par la marque dans plus de 15 pays...

**Page non
disponible**

LUXMAN

La Lux Corporation d'Osaka au Japon a été fondée en 1925. A ses débuts, la société Lux était spécialisée dans la fabrication des supports de tubes, interrupteurs et connecteurs. L'une de ses premières spécialités fut la réalisation de transformateurs pour ses propres besoins, mais aussi pour de nombreuses autres compagnies. Elle prit ainsi une certaine avance sur ses concurrents par la connaissance profonde des problèmes inhérents aux transformateurs que ce soit d'alimentation ou de sortie pour les amplificateurs à tubes.

En 1930, Lux construisit l'un des premiers amplificateurs de sonorisation dont la qualité sonore fut particulièrement remarquée, qualité due en grande partie au transformateur de sortie.



Au début des années 40, Lux sortit ses premiers ensembles monophoniques à tubes haute-fidélité à usage domestique réservés au marché japonais.

Avec l'avènement de la stéréophonie, ce fut au Japon à qui sortit le premier ensemble stéréo. Lux, loin de se précipiter, étudia tous les problèmes propres à cette nouvelle technique pour l'époque et sortit (bien après les autres compagnies) son premier ensemble stéréo qui, du point de vue séparation des canaux et absence de diaphonie définissait un nouveau standard.

Cette attitude de Lux « attendre et voir » se renouvela au moment de l'avènement des transistors où, là encore, toutes les autres sociétés se précipitèrent pour sortir le premier ampli « Solid State ». Etrangers à cette course, les services de recherche de Lux étudièrent tous les problèmes que pouvait soulever cette nouvelle technique. Ils ne sortirent les premiers modèles transistorisés qu'après avoir correctement maîtrisé cette technique. Cela se traduisit par l'absence sur les premiers modèles Lux, du son transistor.

Il est intéressant de constater que Lux est l'une des rares compagnies (elles peuvent se compter sur les doigts d'une main) qui continue, parallèlement à sa production à transistors, la fabrication des amplis sté-

réo, mono et préamplificateurs à tubes.

Mais ce qui marqua récemment à la fois l'image de Luxman et la haute-fidélité domestique en général, c'est la technologie hybride que ce constructeur a su démocratiser avec les célèbres amplis-préamplis LV 105 et LV 103 devenus LV 105U et 103U.

Sur le plan de la lecture laser, Luxman a également joué la carte de l'hybride (tubes et transistors) avec les modèles D 105U et D 103U.

Si une expression devait caractériser la philosophie Luxman, ce serait « Ultime Haute-Fidélité », c'est-à-dire ne pas concevoir des appareils pour leur caractère technologique avant-gardiste, mais garantir une reproduction musicale proche de celle des instruments originaux.

A cet égard, l'importance de la qualité intrinsèque des composants est primordiale, ceux-ci sont donc triés et sélectionnés en fonction de résultats d'écoute dans la configuration du circuit auxquels ils sont destinés.

Les recherches actuelles de Luxman très orientées sur le numérique ont permis d'aboutir à un étonnant circuit nommé « Fluency DAC » qui met en œuvre un nouveau type de convertisseur N/A autorisant de transformer directement les signaux numériques en analogiques. Nous ne possédons actuellement que peu d'informations détaillées sur cette nouveauté « marquante » qui, d'après le constructeur, ne génère aucun bruit parasite à haute fréquence (bruits de commutation). On évite de cette façon l'usage de filtres passe-bas tant analogiques que numériques. L'avantage est l'élimination des distorsions consécutives à la conversion habituelle N/A et une amélioration du bruit et de la dynamique.

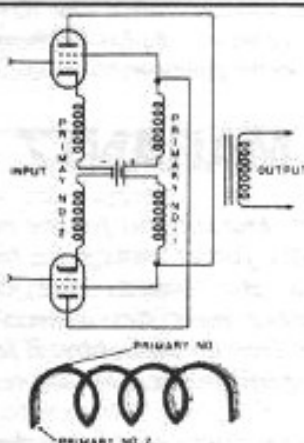
L'ensemble de très haut de gamme DP 07 (lecteur) et DA 07 (convertisseur) bénéficie du « Fluency DAC ».

MAC INTOSH

Frank H. Mac Intosh a fondé la société qui porte son nom peu après la deuxième guerre mondiale en 1946, avec M^r Gordon Gow (décédé voici six mois). Tous deux se sont rencontrés dans les services radar de l'US Navy, et étaient des spécialistes des transmissions mais ayant en commun une passion pour la basse fréquence. Dès 1947, débuta une petite production de transformateurs spéciaux pour application « audio ». Or, ces deux spécialistes se rendirent compte très vite qu'il n'existait à l'époque aucun amplificateur qui, sous forme commercialisée, était à la fois fidèle et puissant. Or, le premier ampli prototype fut du type sans transformateur de sortie, extrêmement complexe et qui posait cependant quelques problèmes d'adaptation d'impédance. Peu après, ils décidèrent de réaliser un autre amplificateur travaillant en pure classe A avec six tubes 807 et un énorme transformateur de sortie. Ce monstre de 62 kg était aussi difficilement commercialisable. Aussi, ils se tournèrent vers le principe de fonctionnement en classe B, mais avec des idées totalement nouvelles en particulier au niveau du transformateur de sortie à enroulement bifilaire pour éliminer les problèmes de distorsion de commutation car il était désormais possible de coupler suffisamment les enroulements primaires pour obtenir un bon recouvrement des

caractéristiques de transfert de chaque tube. Ainsi est né en 1949 le premier amplificateur de puissance Mac Intosh 50W en compagnie d'un petit préampli compact AE-2. Ce fut le début d'une grande lignée d'électroniques à tubes dont les noms réveilleront pas mal de souvenirs à certains tels que les MC-30, MC-60, MC-75, préampli C-21, C-22, indicateur de performances MI 3, pour terminer par l'impressionnant bloc mono MC 3500 qui marqua l'apogée du tube en 1968. A cette époque Mac Intosh passa aux amplis à transistors avec cependant des solutions hybrides telles que le MA 230 suivi après par le MA 5100 tout transistors et les unités 2505 et 2105 et en 1973 par le 2300. Il faut noter que pour les grosses unités de puissance, les transformateurs de sortie ont continué à être adoptés pour assurer une parfaite interface avec les haut-parleurs selon leur impédance de charge. Et là aussi sur les circuits à transistors, Mac Intosh a beaucoup innové avec en particulier des circuits Power Guard, qui limitent automatiquement le niveau d'entrée au-delà de la puissance maximale pour éviter les risques de distorsion, les circuits à couplage direct, etc. En matière de réception, les tuners Mac Intosh du MR 55 jusqu'au récent MR 7082 ont bénéficié eux aussi de techniques particulières pour obtenir la meilleure sélectivité possible même dans des conditions de réception difficiles. Chaque Mac Intosh est conçu de A à Z sur les lignes de montage où chaque appareil est fabriqué intégralement par une seule personne, avec contrôle à chaque étape de la réalisation plus un contrôle final qui prend plus de 10 % du temps total. Ce souci de perfection a permis à Mac Intosh de garantir les performances de ses produits. Le centre d'étude et de recherches, sous l'impulsion de M. Cordeman est toujours à la pointe des techniques. Chez Mac Intosh, on aime bien expérimenter longtemps les nouveaux composants, pour s'assurer non seulement de leur fiabilité, mais aussi de l'apport réel aussi bien aux mesures qu'à l'écoute.

Pour le futur, Mac Intosh oriente beaucoup ses recherches vers un agrément d'utilisation encore plus grand, avec possibilité de télécommande à distance, témoin le préampli universel audio-vidéo CV 35 V, dans le sens d'un système domotique et d'égalisation très précise pour une bonne interface entre enceintes acoustiques et salle d'écoute. La notion de centre audio-vidéo n'est pas non plus laissée de côté, et il se peut que là aussi nous ayons des surprises.



Principe du transformateur de sortie bifilaire.

MADRIGAL

Madrigal Levinson.

La Société Madrigal Audio Laboratory en 1984 a repris la Société Mark Levinson ainsi que la majorité des personnes y travaillant.

Elle a développé son propre programme de recherche non pas basé sur le « génie » d'une seule personne mais d'un groupe de concepteurs chacun spécialisé dans un domaine précis. Actuellement 152 personnes travaillent chez Madrigal dont 18 au centre de recherche.

Ses ingénieurs sont spécialisés chacun dans l'analogique, le digital, l'informatique programme, la mécanique, le design industriel etc. La politique de Madrigal est de concevoir les produits analogiques et développer des nouvelles techniques dans le domaine digital bénéficiant d'une très haute technologie.

Madrigal développe, fabrique et commercialise deux lignes de produits sous les noms Madrigal et Mark Levinson. Ainsi est né chez Madrigal le lecteur CD Proceed qui a nécessité plus de trois années de recherche dans le domaine du digital en offrant par sa conception modulaire toutes les possibilités d'évolution.

Les produits Madrigal sont différents dans leur concept des appareils Mark Levinson. Par leur esthétique, leur forme, leur prix, l'approche de l'ergonomie (il est prévu un préampli télécommandable ainsi qu'un rythme domestique). En effet, un haut-parleur Proceed avec section amplificatrice incorporée et un préamplificateur avec microprocesseur sont actuellement à l'étude. Un décodeur indépendant Madrigal va être commercialisé dans très peu de temps pour compléter le lecteur CD Proceed, il disposera de plusieurs entrées digitales et pourra décoder toutes les sources CD - DAT - FM satellites.

Toutes ces études bénéficieront également au premier processeur digital Mark Levinson sur lequel plusieurs options techniques sont actuellement en comparaison. Il est intéressant et rassurant de noter que les deux ingénieurs qui s'occupent de ces convertisseurs sont aussi des musiciens et qu'ils ne perdent pas de vue la finalité de la transcription sonore. Chez Mark Levinson il est prévu trois nouveaux produits : un nouvel amplificateur modèle 29 de 50 W de conception double mono, le modèle 30 préamplificateur avec sortie symétrique et un convertisseur processeur digital sans compromis avec un tout nouveau principe de traitement et le filtrage numérique.

Madrigal vient récemment d'agrandir ses unités de production en doublant la surface des ateliers. Madrigal est devenu en 6 ans l'un des grands de la technologie de pointe audio sans compromis avec ces deux lignées distinctes de produits.

MAGNUM-DYNALAB

On parle beaucoup, depuis quelques temps, des excellents tuners canadiens Magnum-Dynalab. A l'origine de la société que nous connaissons aujourd'hui, existait une association à la fois commerciale et financière entre MM. Breunig et Muntz mais, pour des rai-

sons de coûts, celui-ci décida en 1975 d'acheter directement ses tuners au Japon. M. Breunig, en total désaccord avec cette formule, décida de mettre fin à cette collaboration.

A la suite de cette rupture, M. Breunig reprit la distribution de la marque Magnum sous le label Magnum Electronics Ltd (rebaptisé en 1985 Magnum Dynalab).

Tentant de se réimplanter sur le réseau national, il dut faire face à une délicate situation le confrontant soit à un réseau de revendeurs s'étant approvisionné ailleurs, soit ayant purement et simplement disparu. L'idée de tout abandonner l'effleura, mais reprenant le dessus il trouva la bonne solution : vendre directement aux consommateurs.

Ainsi la société reprit son essor et en 1985, le chiffre d'affaires Magnum atteignait les 250 000 \$. Cette sécurité sur le plan de la trésorerie permit à M. Breunig de continuer ses recherches afin de mettre au point un amplificateur FM qu'il vendit en petites quantités, c'était en 1978. A cette époque, le marché proposait très peu de tuners capables de recevoir des stations trop éloignées. Dans le même temps, il poursuivit l'élaboration d'un produit au potentiel beaucoup plus important qu'il présenta en 1984 au CES de Chicago.

L'appareil en question était un tuner qu'il avait lui-même conçu de manière relativement simple (ce n'était encore qu'un prototype), mais à sa plus grande surprise, une grande part des revendeurs de matériel audio apprécièrent le produit et l'encouragèrent à le commercialiser.

C'est ainsi que naquit le fameux Magnum Dynalab FT 101 dont la version commerciale fut introduite sur le marché en 1985. Ce tuner reçut rapidement les éloges de la presse spécialisée car il réunissait à la fois une musicalité hors pair considérée comme difficile, voire impossible, à atteindre à partir d'un récepteur aussi simple n'utilisant pas de synthétiseur de fréquences. Sa sensibilité supérieure à celle de tous ses concurrents de l'époque lui autorisant de fonctionner de manière remarquable sur antenne intérieure.

Durant cette même année 85, M. Larry Zurowski s'intéressa à la société Magnum Dynalab et lui offrit un soutien financier qui aboutit sur l'essor que cette marque connaît désormais. Au moment de son entrée dans la société, M. Zurowski avait précisé : « Si nous fabriquons le meilleur tuner, nous gagnerons. »

Ce vœu se trouve aujourd'hui exaucé car le plus célèbre tuner du monde utilise une tête HF Magnum-Dynalab ; n'est-ce pas là le plus bel hommage que l'on puisse rendre à cette firme méritante.

MARANTZ

Officiellement, Marantz fut fondée en 1951 mais les premiers produits furent construits bien antérieurement. M. Saül B. Marantz (né en 1917, était concepteur-créditeur pour des agences de publicité. L'électronique n'était qu'un hobby. Il fabriquait, pour ses amis, des amplificateurs dans son cellier (une vraie carte postale)...

Les premières productions de série datent de l'après-guerre. Ce n'est qu'en 1954 qu'une réelle industrialisation vit le jour, tant la demande était forte. En 1964,

une production de masse est réalisée. La société Superscope finance la mondialisation de Marantz.

C'est en 1980 que, pour diverses raisons, Marantz est repris par Philips, soucieux de compléter l'éventail de ses productions audio.

La caractéristique principale de cette complémentarité est l'entière indépendance de Marantz pour la conception, la construction et la distribution de ses produits.

Bien sûr, quelques produits sont restés célèbres et, encore aujourd'hui, font figure de références : préampli 7C, ampli model 8B, tuner 10B, ampli-tuner quadriphonique A200, 4400, 4500, amplis intégrés 1060, 1090, etc.

La production de Marantz est très diversifiée mais on trouve toujours le souci de la qualité du son :

— Matériel de communication, émetteurs, récepteurs, talkies-walkies...

— Vidéo portable ou de salon.

— Mini-récepteurs TV à cristaux liquides.

— Compacts-discs vidéo.

— Etudes de production pour quelques confrères

— Et, bien sûr, la haute-fidélité.

Palette très riche d'éléments haute-fidélité :

— Amplification :

• Analogique (stéréo, mono, mono bridgeable).

• Ce que peut apporter de positif le « numérique ».

• Filtres de croisement.

— Lecture analogique et numérique.

Les développements sont orientés vers l'optimisation de la maîtrise mécanique des vibrations et le traitement analogique des signaux après la conversion numérique/analogique.

• Platines cassette.

— Tuner :

• Développement des têtes MOS-FET.

De très nombreux brevets ont été déposés (plus de 1 000) et utilisés par de très grandes marques (azimutage automatique des têtes de lecture d'une cassette, alimentation...), touchant soit la construction, la conversion N/A, ou la convivialité (gyro-touche).

La philosophie de Marantz est très simple : elle respecte la petite phrase de Saül B. Marantz : « Notre raison essentielle est la reproduction la plus réaliste de la musique. »

L'émotion que l'on peut ressentir lors d'un concert (classique ou non), doit être avant tout le but de la conception d'un produit électronique. Exacerber une image, des extrêmes-aigus, un temps de réverbération vers une distorsion « zéro » ne semble pas à Marantz la bonne solution.

Il faut être conscient que la haute-fidélité ne sera jamais la Vérité... seulement une approche, et privilégier un élément par rapport à un autre serait une erreur.

Mettre des pneumatiques de Ferrari sur une 4L n'en fera jamais un engin de compétition.

Seule la cohérence des différents constituants permet une reproduction agréable.

Aujourd'hui, tous les constructeurs ont accès aux composants les plus sophistiqués. Ce n'est qu'avec la rigueur des tolérances et leur qualité intrinsèque qu'on peut concevoir un appareil musical. Dans la communication actuelle vers le grand public, on assiste à une

débauche de termes technologiques. On oublie volontier que les excès sont néfastes : les watts et les bits ne se vendent pas au kilo.

C'est pourquoi Marantz lutte d'abord pour la qualité de chaque composant, de l'entrée à la sortie du signal, tant pour l'alimentation du CD (alimentations séparées des parties analogiques, mécaniques, numériques, commandes, etc.) que pour les commutations (relais OR pour les enceintes, potentiomètre de volume à cinq voies).

La plupart de ces produits sont fabriqués dans les quatre usines japonaises (1 500 personnes). Seuls certains lecteurs de disques compacts sont réalisés en Europe, utilisant une base mécanique et numérique Philips, la partie analogique et certaines possibilités de commande sont propres à Marantz.

Les consommateurs accordent généralement à cette marque une grande confiance, tant en raison d'un passé prestigieux qu'au regard des produits actuels.

Les recherches actuelles portent sur la maîtrise du numérique pour faire de la Musique. Pour cela, il ne faut surtout pas se contenter d'aligner CAO et graphiques en lançant des communications délirantes mais imaginer les loisirs audio et vidéo dans quelques années et tendre vers la perfection du signal analogique en combattant les formes parasites de distorsion dues aux vibrations et aux interactions des différents composants.

En un mot, Marantz considère que nous vivons une époque où les technologies progressent extrêmement vite, mais elles doivent avant tout servir le bien-être de l'homme et rien d'autre, car la Musique est un des rares modes d'expression universelle.

MERIDIAN

La société Meridian, créée en 1977 par Bob Stuart et Alan Boothrood, a fabriqué de toute pièce une gamme complète de matériel haute-fidélité capable de répondre à la demande d'une clientèle soucieuse de posséder un matériel de haut niveau technologique mais aussi correspondant aux meilleurs critères d'esthétique, d'ergonomie et, bien entendu, de haute musicalité.

Les étapes marquantes de l'évolution de la firme furent une première génération d'appareils appelée « série 100 » qui fit le bonheur d'une clientèle lasse de se contenter de simples coffrets souvent inesthétiques équipés de boutons et d'horribles VU-mètres. Il faut dire qu'auparavant Meridian avait conçu en 1984 un lecteur CD de studio, le CD 100, qui devint la platine numérique professionnelle de référence.

Ensuite, présentation du système actuel Multiroom en (1987) et première enceinte digitale en 1989 (D 600).

Meridian remporta d'ailleurs le prix de l'innovation technologique de Chicago en 1987 ainsi que le British Design Award.

La maîtrise de la fabrication est totale, notamment sur le lecteur CD 201 dont les seuls éléments extérieurs restent la diode laser et le châssis qui sont fournis directement par Philips.

Le rayonnement de Meridian est international avec, entre autres, une excellente pénétration des marchés japonais et américains.

Les projets futurs de la marque (encore secrets) sont totalement orientés sur les techniques digitales ; pour cela Meridian a développé des moyens de recherche de très haut niveau.

MICROMÉGA

Microméga est le seul constructeur français à fabriquer exclusivement les sources numériques, lecteurs CD, décodeurs, alimentations spécifiques. Daniel Shär a su combiner à merveille les connaissances théoriques (études supérieures d'électronique), avec un sens du concret (il a été ingénieur du son et a travaillé aussi chez Mark Levinson aux USA pendant plus de deux ans, puis fut responsable des produits chez Harman).

Il a créé sa propre entreprise Microméga en 87, il sortit le premier lecteur CD français CDF1, véritablement révolutionnaire par son design. En effet, au lieu du traditionnel tiroir de chargement, il a repensé le concept du lecteur CD en s'inspirant du principe de la table de lecture analogique avec couvercle de protection, placement du disque CD sur un plateau, palet-presseur, contre-platine suspendue. Cet original CDF1 n'a pas manqué de faire quelques émules plusieurs années plus tard, nul n'étant prophète en son pays. Il a su mettre en évidence toute l'importance de la section analogique en réalisant l'étage de sortie à partir de transistors discrets en lieu et place de circuits intégrés, souvent coupables de sonorités agressives et d'aigus plus ou moins brillants. Il consacra beaucoup d'efforts aux alimentations, totalement séparées pour les circuits analogiques et digitaux. Il eut aussi l'idée de la contre-platine suspendue pour la mécanique dont la résonance fondamentale était située en dessous de 10 Hz, rejetée en dehors de la gamme audio.

Par la suite, vinrent le CDF1 Pro, le CDF1 Digital et les convertisseurs Duo et Duetto. La gamme fut remaniée avec les modèles Basic, Optic et Digit. Avec la venue du tout récent ensemble Trio, Microméga présente en avant-première le principe de conversion Bitstream (technique 1 bit) qui supprime tous les phénomènes de glitch. Cet ensemble se compose d'un bloc d'alimentation, du convertisseur proprement dit de type Bit Stream et le drive, de même design que le CDF1. Cette nouvelle technique apporte sans contestation un surcroît de définition sur les petits signaux, une image d'une profondeur incroyable et une analyse des hautes fréquences de très grande précision. Parmi les développements futurs, il est prévu une gamme électronique avec un tuner et un intégré puis par la suite un ampli et un préampli. Le centre d'études prévoit aussi la conception et l'amélioration d'une nouvelle mécanique pour l'entraînement du disque CD. Actuellement, 17 personnes travaillent dans les ateliers « cliniques » de chez Microméga où chaque appareil est assemblé avec un soin méticuleux et passe par un banc de chauffe pendant 48 heures. Les circuits imprimés sont fabriqués sur place, avec machines à souder à la vague et de nombreux éléments mécaniques sont aussi usinés dans les locaux (fraiseuse numérique). Le laboratoire de recherches est équipé en matériels de mesures du dernier cri, avec assistance par ordinateur pour la configuration des circuits. Microméga possède une vitalité peu

commune et cela se traduit par une très forte expansion. Près de 40 % de la production est exportée à l'étranger, au Canada, à Hong Kong, à Taïwan. Nous laisserons le mot de la fin à Daniel Shär : "le but est atteint quand, à partir d'appareils, on a envie d'écouter plus de musique, la technique n'étant pas une fin en soi".

MISSION

C'est en 1977 que M. Farad Azima a fondé la société Mission en Angleterre. Audiophile passionné, considérant la transcription musicale avec beaucoup de sensibilité, il a réussi à imposer de nouvelles idées en matière d'électroniques et d'enceintes qui tout en restant de prix abordable, étaient capables de transcrire toutes les subtilités des interprétations. Très rapidement, ses produits connurent un très grand succès et désormais, Mission fait partie des grands constructeurs fabriquant uniquement des matériels haute-fidélité musicaux. L'unité de production de 3 500 m² regroupe également les services administratifs et les laboratoires de recherche ainsi qu'une chambre sourde. Les lignes de montage d'enceintes acoustiques côtoient celles d'électroniques générales, les composants et circuits étant stockés dans un immense magasin géré par ordinateurs.

Pour les enceintes, de nombreux contrôles sont effectués et en sortie une courbe de réponse est tracée afin d'apaiser les modèles. Pour les circuits électroniques, un ordinateur ultra-performant peut effectuer et traiter 2 000 points de mesure simultanés et sortir une fiche signalétique. En fin de chaîne, chaque électronique passe de nouveau par une série de tests et aussi une écoute au casque.

Les laboratoires de recherches de Mission sont équipés d'instruments de mesures sophistiqués eux aussi pilotés par ordinateurs. Ils ont été les premiers à utiliser pour leur investigations les graphiques tridimensionnels pour visualiser l'établissement de l'onde sonore ainsi que le traînage succédant une impulsion. Les recherches en acoustique ont porté sur l'amélioration du rendement, une diffusion spatiale beaucoup plus cohérente associée à un minimum de distorsion. Ainsi, tout dernièrement vient d'être commercialisée la Mission 767, système sans compromis sous forme de colonne de 1,40 m de hauteur pour 27 x 43 cm de base avec rigidification interne et positionnement symétrique deux par deux des haut-parleurs grave de 21 cm, médium de 17,5 cm de diamètre de part et d'autre du tweeter à dôme hémisphérique avec charge elliptique avant. Ce système inclut un amplificateur de grave spécifique, il peut être ainsi attaqué par un simple Cyrus One sans aucun problème d'écroulement. Le tuner Cyrus, tant attendu est enfin en production, il est télécommandé à distance et fonctionne suivant les principes analogiques bien que l'affichage soit digital. Côté lecteurs CD, le PCM continue sa brillante carrière, mais les ingénieurs de Mission étudient aussi de nouvelles technologies au niveau des filtres numériques et des convertisseurs, mais en ne perdant pas de vue les véritables améliorations auditives qu'elles pourront apporter, on peut leur faire confiance car à l'image de leur « boss » ils sont passionnés de musique.

**Page non
disponible**

MULIDINE

Musicien dès la petite enfance, Marcel Rochet savait lire la musique avant l'alphabet, et jouait de plusieurs instruments. Sa formation de base est technique, avec orientation mécanique générale. Pendant dix-sept ans, il professa dans cette branche tout en menant parallèlement ses recherches acoustiques. Il travailla ensuite quatre ans sur son projet avant de déposer un brevet sur un principe particulier de lentille acoustique.

Finalement la passion de la musique et de l'acoustique fut plus forte que celle de l'enseignement.

En janvier 1981, il créa la société Mulidine afin de pouvoir concrétiser ses idées sur la reproduction musicale. Ayant fait beaucoup de restaurations et réparations d'instruments de musique, il fut naturellement amené à traiter ses enceintes comme tels. Le filtre acoustique breveté en est une déduction logique (voir croquis).

Quelques étapes marquantes situent l'évolution de la marque :

1) Sortie en 1981 de la 1ère génération d'enceintes en béton-plâtre sous forme de colonnes tronquées au sommet, avec principe de charge en quart d'ondes et filtre acoustique.

2) Sortie en 1984 de la 2ème génération d'enceintes bois sur le principe du double quart d'ondes avec filtre acoustique, solution permettant de passer de 26 cm à 17 cm au niveau des haut-parleurs de graves avec un rendu de graves meilleur sur le 17 que sur le 26 de l'ancienne génération.

L'innovation technique et exclusive de ces enceintes réside dans le principe de base du filtre acoustique. Cette lentille brevetée représente trente années de recherches, son fonctionnement a des analogies avec la lentille optique (d'où son nom de lentille acoustique).

Celle-ci est constituée de tuyaux de plastique de différents diamètres accordés à 10 KHz et noyés à chaque extrémité dans une préparation complexe à base de

fibres de verre, de plâtre, et de plusieurs autres composants non divulgués par le constructeur, le tout étant contenu dans un cadre rectangulaire en bois. Le vide intérieur entre les parois du filtre a pour but d'éliminer la propre résonance de celui-ci (évent de décompression sur le côté).

Ce filtre a pour principale fonction de supprimer les toniques générées par la caisse et d'éviter qu'elles ne reviennent perturber l'onde arrière du haut-parleur.

Nous sommes ici en présence d'un système acoustique actif et non pas Bass-Reflex ou régulateur.

Pour éliminer les fréquences indésirables amplifiées par le système, on utilise le quart d'ondes de manière décalée de façon à ce que les harmoniques de ces deux charges s'opposent pour se neutraliser à la sortie de l'évent situé en façade vers le bas de l'enceinte.

Pour Mulidine, une enceinte doit reproduire les sons et non les créer. Elle doit s'effacer devant la musique et ne doit pas en faire plus que l'orchestre. Les critères prépondérants sont : la fidélité des timbres, l'espace sonore, le positionnement spatial de l'orchestre.

L'image sonore doit être vraie et tridimensionnelle, le son ne doit pas sembler sortir des enceintes, il doit se situer dans l'espace.

La construction est entièrement artisanale, avec une impeccable finition d'ébénisterie sous-traitée sur un cahier de charges très élaboré (choix du bois, appairage des veines du bois etc...).

Les haut-parleurs utilisés sont fabriqués chez Focal sur cahier de charges ; ils sont tous mesurés, étalonnés un à un et stockés avec leurs propres courbes.

Les filtres entièrement réalisés chez Mulidine utilisent des composants triés à 1% de tolérance (condensateurs, self, etc...).

Les enceintes sont ensuite assemblées, testées et mesurées une à une, puis appairées et numérotées. Elles sont toutes munies d'un fusible thermique à réenclenchement manuel, afin de les protéger de manœuvres accidentelles.

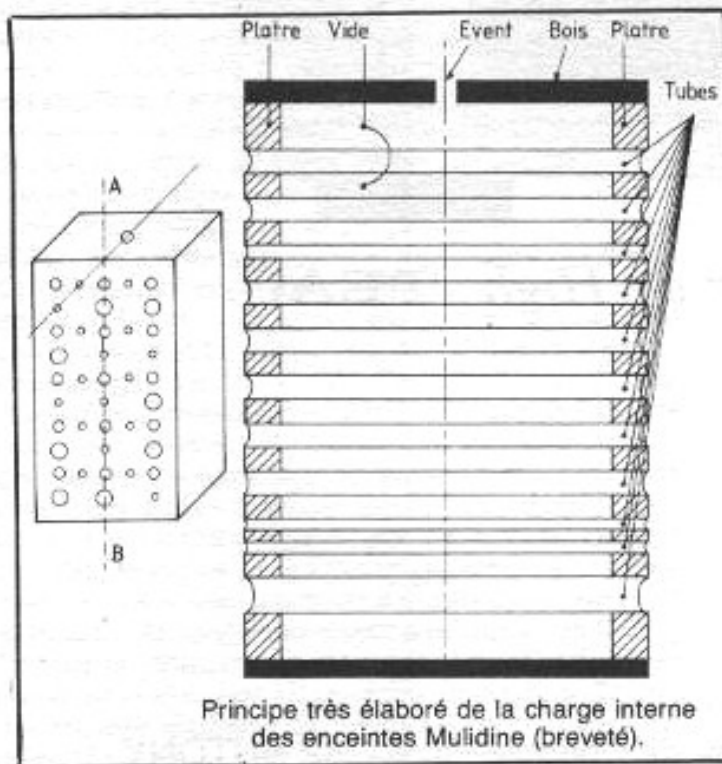
Celles-ci ne sont jamais des enceintes flatteuses. Elles reproduisent la musique telle qu'elle est, sans ajouter de fioritures. Le but du concepteur est de former les oreilles des auditeurs à la musique, et non pas de déformer les produits aux oreilles de ceux-ci, la référence sonore étant toujours le concert.

Mulidine a acquis depuis cette année un rayonnement international, grâce à sa participation Salon de Francfort (High End 89) en collaboration avec le constructeur allemand d'amplis à tube Kepschull, celui-ci distribue d'ailleurs le produit sur le territoire de la RFA. Des négociations sont en cours avec la Hollande et le Japon.

Mulidine, c'est aussi l'enceinte professionnelle en application cinématographique (salle dolby stéréo).

Les projets sont nombreux : une électronique Mulidine devrait être commercialisée en 1990, un nouveau brevet sur l'acoustique architecturale (applications à la correction acoustique domestique), mise en place des procédés de mesures acoustiques nouveaux, applications à l'acoustique médicale, etc...

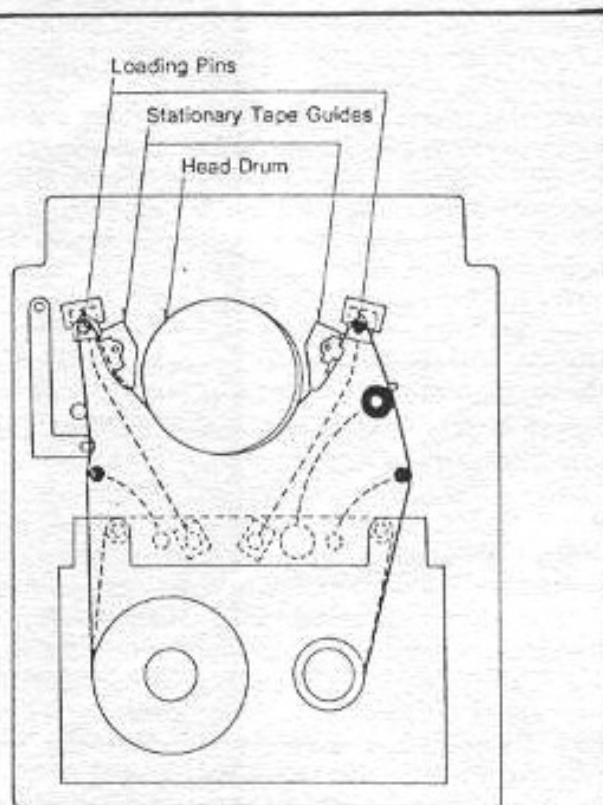
La société Mulidine veut être présente dans tous les domaines où elle pourra apporter de nouvelles idées, de nouveaux concepts, même si, quelquefois, elle dérange des idées acquises et souvent préconçues.



NAKAMICHI

Nakamichi, il y a 15 ans, a véritablement révolutionné le domaine de l'enregistrement magnétique sur cassette en commercialisant le modèle 1000. Cette platine trois têtes disposant d'une mécanique trois moteurs de très haute précision, a même donné ses lettres de noblesse à la cassette en tant que support haute-fidélité. En effet, c'était la première fois qu'une platine cassette pouvait atteindre les performances en linéarité, capacité dynamique et distorsion d'une platine magnétophone à bobine tournant en 19 cm/s.

Précurseurs dans de nombreux domaines, de l'enregistrement et de la lecture, ils furent les premiers à utiliser des têtes « discrètes » et à les garantir pour 10 000 heures de fonctionnement. Ils furent aussi les premiers à commercialiser des platines cassettes avec corrections d'azimut tout d'abord manuelles, et ensuite automatiques en lecture (NAAC). N'omettons pas non plus la première tête de lecture quatre pistes sur le modèle Dragon ainsi que le système mécanique très ingénieux de retournement de la cassette sur le RX-505E qui garantit ainsi la constance des performances d'une plage à l'autre. Enfin, sur le modèle 1000 ZXL, le fameux système ABLE qui assure automatiquement les réglages d'azimuts, le courant de pré-magnétisation, les courbes de correction, ajuste ainsi les conditions optimales en fonction de la cassette utilisée.



Mécanisme de transport de bande du DAT Nakamichi.

Enfin, le 11 novembre 1988, date historique, Nakamichi lance son premier enregistreur digital de cassette audio DAT qui lui aussi reprend le célèbre patronyme de 1000 auquel a d'ailleurs été décerné notre Muse d'Or pour l'immense apport technologique de sa mécanique

et de ses circuits électroniques évolutifs. Rappelons brièvement que ce système d'enregistrement DAT est en deux coffrets, l'un renfermant la mécanique d'entraînement dite Fast (spécifique à Nakamichi) avec des guide-bandes totalement fixes pour une précision optimale du placement de la bande face au tambour de tête et un accès ultra rapide à n'importe quelle partie de la bande, et l'autre le convertisseur digital/analogique calibré à 20 bits et 8 fois suréchantillonné pour une très haute résolution et éviter ainsi tous les problèmes de glitch. Il ne faut pas oublier non plus qu'en matière de tables de lecture, Nakamichi en 1980 a commercialisé un prodigieux système avec recentrage automatique du disque par l'intermédiaire d'un bras annexe.

En électronique, pour ses amplis de puissance de haut de gamme, il a adopté le principe Stasis assurant des performances stables quel que soit le type d'impédance que les étages de sortie regardent. Que ce soit dans le domaine analogique ou digital, Nakamichi est à la pointe de la technologie et le prouve par des produits qui montrent souvent la voie à suivre.

NIKKO

Nikko est une très ancienne firme japonaise fondée en 1935, spécialisée tout d'abord dans les tableaux distributeurs électriques pour bateaux et avions. En 1947, elle se spécialisa dans les disjoncteurs et commutateurs à relais pour la haute tension. La qualité de ses commutateurs à relais était telle que l'armée américaine en 1954 les adopta. Parallèlement à cette activité industrielle, en 1963, Nikko conçut sa première ligne d'amplificateurs audio. C'est en 1976 que fut créée la célèbre série Alpha et Beta, propulsant Nikko au rang des marques de prestige. En effet, ces électroniques travaillaient en pure classe A sur l'énorme Alpha 5 avec déjà des transistors de sortie à très haute vitesse de commutation ainsi qu'une alimentation surdimensionnée capable de fournir le courant nécessaire à ce type d'amplification. La très vaste gamme s'est par la suite étoffée avec des tuners de haute sélectivité, platines cassettes, lecteurs CD. Le centre de recherches ayant à sa tête un jeune ingénieur « audiophile dans l'âme » n'a pas hésité à reconsidérer totalement la configuration des circuits des amplis de puissance pour obtenir des performances mesurables hors du commun mais aussi une musicalité exceptionnelle surtout si on la compare au prix de vente. Témoin de cette nouvelle philosophie, le prodigieux amplificateur Alpha 2000 capable de fournir une puissance de 400 W sur 8 Ohms avec un temps de montée de l'ordre de 1 microseconde sans pour autant craindre d'instabilités de fonctionnement même sur charge réactive. Les alimentations symétriques régulées sont adoptées pour les étages d'entrée et driver et indépendantes de celles de sortie. L'étage de puissance est en fait un quadruple push-pull précédé d'un étage driver Darlington, d'un pré-driver double différentiel avec un étage d'entrée cascade différentiel lui aussi. Ce principe est appliqué aux autres unités de puissance. Pour le préamplificateur, la simplicité est de mise, un minimum d'étage de gain garantit une excellente immunité contre les bruits

parasites. Dans le futur, Nikko s'oriente de plus en plus vers des électroniques capables de satisfaire les audiophiles les plus exigeants, et pouvant fonctionner correctement sur une plage de puissance très large avec une parfaite stabilité même sur des charges complexes.

ONKYO

Onkyo fut fondée à Osaka en 1946, spécialisée dans la fabrication des cellules phono-lectrices et des haut-parleurs. Elle développa de nouveaux cônes en pulpe de cellulose non pressée qui fit faire un grand bond en avant à la transcription sonore sans coloration. En 1956, elle réalisa le premier haut-parleur coaxial japonais ainsi que les premiers cônes en « plastique ». Dès 1960, elle mit au point le haut-parleur asservi MFB, qui révolutionna l'industrie. La production de haut-parleurs à cette époque s'élevait déjà à 100 000 unités par mois. A l'heure actuelle, il ne faut pas oublier que Onkyo est le plus grand fabricant en nombre de haut-parleurs au monde. C'est en 1966 qu'Onkyo démarra la production d'ensembles haute-fidélité avec la célèbre série Integra qui déjà à l'époque adoptait la configuration de circuits à couplage direct pour une plus grande linéarité. En 1972, elle fut la première à produire des diaphragmes en titane pour les tweeters et moteurs à chambre de compression. A l'époque, il était plutôt difficile de former ce matériau extrêmement rigide. C'est en 1977 que le préampli P-303 et l'ampli M-505 de forte puissance s'attaquèrent au marché audiophile. Toujours à la pointe en matière de transducteurs, en 1984 Onkyo mit au point le désormais légendaire système Grand Scepter à multiples pavillons repliés et directs dans une configuration particulière pour éviter les effets néfastes de réflexion parasite entre les parois qui entraînent souvent de multiples images fantômes.

En 1985, l'amplificateur M-510 de très forte puissance sans compromis fut acclamé par les critiques des revues spécialisées du monde entier pour sa musicalité incontestable mais aussi pour sa facilité à attaquer n'importe quel type de charge avec une très grande réserve de puissance et sans modification d'équilibre. En 1986, sur les lecteurs compact-disc, Onkyo appliqua le premier le principe d'isolation par un couplage optique entre les circuits numériques et analogiques. Cette isolation permettait d'éviter que les parasites aléatoires des circuits digitaux ne viennent polluer les circuits analogiques. Ces mêmes circuits ont été appliqués sur l'enregistreur-lecteur DAT pour obtenir des enregistrements d'une très grande pureté.

Actuellement, les recherches se sont portées sur l'élimination de la distorsion à bas niveau sur les convertisseurs avec l'application de techniques jusqu'alors réservées aux enregistreurs professionnels pour obtenir une conversion aussi linéaire que possible. Ce nouveau type de convertisseurs « Accu Bit » fait appel à un circuit de compensation qui ajuste en permanence le bit de poids fort qui joue le rôle principal en matière de linéarité. Ces circuits fonctionnent en permanence quel que soit le niveau du signal mais ses effets sont plus importants sur la reproduction d'un signal de faible amplitude. Pour les circuits d'alimentation des ampli-

ficateurs, Onkyo a repensé la forme des transformateurs avec un noyau spécifique et un blindage en acier au silicium plus une bague pour diminuer les pertes magnétiques. Ce nouveau type de transformateur fonctionne beaucoup mieux sur les forts appels en courant avec une meilleure stabilité de niveau et une image stéréo bien centrée.

PROTON

Proton fut fondée en 1981 par M. T. Hong, créateur en 1946 du Groupe Nationa Electric, membre d'une famille d'industriels spécialisés en électronique grand public depuis maintenant près de 40 ans. Cette marque propose une gamme d'amplificateurs, de tuners, de magnétocassettes et de téléviseurs haute définition qui a rapidement rencontré un vif succès dans le monde entier. De nombreuses récompenses ont d'ailleurs été remportées par cette marque entre 1979 (3020 Integrated Amplifier — Hi-Fi Grand Prix Award) et 1988 (AA 1150 Power Amplifier — Hi-Fi Grand Prix Award, Special Recommand) ; on ne compte pas moins de 21 prix concernant des produits Proton.

La philosophie de base de cet important groupe est de réaliser des appareils hautement musicaux accessibles à un grand nombre d'amateurs grâce à un rapport qualité/prix difficilement égalable. Les grandes lignes directrices de Proton sont les suivantes : obtenir une haute musicalité avec la mise en œuvre d'alimentations particulièrement musclées et d'astuces toujours très originales au niveau des circuits.

Les composants sont choisis de manière à assurer à la fois une excellente fiabilité à l'usage et une régularité des performances les meilleures qui soient. Proton ne succombe jamais à la tentation de l'innovation technique « mode » si celle-ci n'apporte pas une réelle amélioration.

Par contre, certains circuits sont particulièrement prisés par les concepteurs, tels les circuits Sholtz II, Aphex, DPD, qui apportent, d'après le constructeur, d'importants avantages sur les critères de dynamique, absence de distorsion de croisement, écrêtage doux, ou enrichissement des harmoniques.

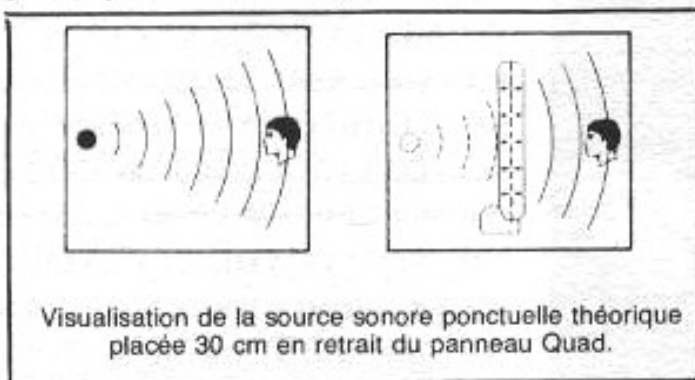
Cette importante entreprise ne comporte pas moins de 270 ingénieurs au service de la recherche. Ceux-ci forment un grand groupe dont les orientations sont diverses car il faut savoir que cette firme qui fabrique une grande part des composants internes à ses propres appareils, sous-traite pour de nombreuses autres marques de par le monde. Chaque nouvelle série de Proton nous gratifie d'appareils qui rencontrent un succès mérité. Citons par exemple les excellents amplis-préamplis Proton 520, 540 et Proton AM 200, ce dernier est d'ailleurs considéré comme l'un des intégrés les plus réussis du marché.

QUAD

C'est en 1936 que M. Peter Walker (seulement âgé de 19 ans !) fonda à Londres sa société Acoustical Manufacturing dont la principale activité était les travaux de sonorisation et des amplificateurs pour Public

**Page non
disponible**

Adress. Cependant, c'est en 1949 que le premier « Quality Amplifier » voyait le jour, d'une puissance de 12 W, doté d'un préamplificateur, il fut le premier produit conçu pour l'écoute domestique. La même année, une enceinte d'encoignure avec transducteurs à ruban chargés par un pavillon et grave électrodynamique lui aussi chargé par un pavillon mais replié, créait la surprise par l'étendue de sa bande passante. De même, le premier récepteur HR 1 a largement contribué à l'écoute des stations dans de bonnes conditions. C'est en 1951 que Quad a fixé à notre avis les canons esthétiques d'une prestigieuse lignée avec le préamplificateur QA 12/P. En 1953, les classiques Quad II unités monophoniques et préamplificateur QC 2 sont devenus de véritables best-seller, fabriqués pendant près de 18 ans, il en fut vendu plus de 80 000 ! En 1987, le premier haut-parleur électrostatique large bande ESL a fixé un nouveau standard en matière de transcription sonore. En 1958, avec l'avènement de la stéréophonie, le préamplificateur Quad 22 ainsi que le tuner avec décodeur stéréo furent proposés avec toujours les célèbres blocs mono Quad II. Ce n'est qu'en 1967 que Quad commercialisa ses premières unités de préamplification et d'amplification à transistors avec les 33 et 303 résolvant de nombreux problèmes techniques inhérents aux transistors. En 1975, avec le 405, une nouvelle configuration de circuits d'amplification « current dumping » fut appliquée, éliminant la nécessité d'utiliser des transistors très soigneusement sélectionnés et relativement fragiles pour obtenir des performances optimum. Quad reçut à cette occasion le « Prix Royal de l'Exploit Technologique » pour cette invention et reste le seul fabricant d'appareils haute-fidélité pouvant s'en enorgueillir.



Par la suite, le Quad ESL 63 panneau électrostatique, dont le diaphragme est suspendu entre deux jeux d'électrodes annulaires concentriques sur lesquels sont appliqués le signal audio par l'intermédiaire de lignes de retard séquentielles, bouleversa toutes les notions de positionnement spatial des sources, les mouvements du diaphragme produisant des ondes de pression acoustique qui sont la réplique exacte d'une source ponctuelle théorique. L'ESL 63 représente la source sonore la plus homogène avec une réponse en phase vraie à la fois dans l'axe et hors de l'axe.

Actuellement, la large gamme des électroniques Quad vient de se voir adjoindre un nouveau préampli à télécommande ainsi qu'un lecteur CD lui aussi à télécommande dont l'ergonomie est très poussée. Quad s'oriente d'ailleurs dans ses recherches vers des systèmes de type « domotiques », toujours fidèle à sa

notion de qualité d'écoute domestique et cela dans toutes les pièces de l'appartement ou de la maison. Pour ce faire, de nombreux produits sont en gestation aussi bien en électronique qu'en panneaux électrostatiques et décodeurs digitaux. L'unité de fabrication sur un peu plus de 3 000 m² regroupe plus de 200 personnes et a su conserver son caractère « humain ».

REDHEKO

Vingt ans ! Vingt ans déjà que Weber Redhe fonde la société Redheko.

Weber Redhe, ingénieur danois, a d'abord fait une carrière musicale internationale en tant que chef d'orchestre et soliste clarinettiste virtuose. A dix ans, il fut médaillé des propres mains de son roi Christian X. Il enregistra beaucoup de disques et participa aux plus célèbres émissions radiophoniques d'alors.

En France, il fut plusieurs fois soliste à l'ORTF puis travailla onze ans à la RTL en tant que chef d'orchestre, puis passionné de technique, comme ingénieur du son. Il fit de nombreux disques, films et émissions télévisées, ainsi que des milliers d'heures radiophoniques en direct.

Dans les années 60, il mit au point le premier microphone reverberant qui fit sensation dans les studios et développa ensuite ses haut-parleurs réverbérants bien connus.

Durant cinq années il dirigea un laboratoire de recherche chez l'un des plus grands constructeurs de haut-parleurs européens. En 1968, fut créée sa propre entreprise, la société Redheko. C'est, en l'occurrence, de l'association vraie connaissance musicale et expérience technologique poussée que sont nées les enceintes Redheko.

Les étapes marquantes de l'entreprise furent :

1968 : Fabrication unique de haut-parleurs réverbérants vendus seulement aux professionnels (studios TV, radio grossistes export).

1974 : Commercialisation de la première génération d'enceintes acoustiques.

1989 : Présentation de la quatrième génération d'enceintes Redheko aujourd'hui mondialement distribuées par le biais d'importateurs (pour le particulier) et toujours aux professionnels, studios, TV, films, etc.

Les moyens de recherche importants dont dispose M. Redhe (équipement Brüel & Kjær, etc.) ont permis d'obtenir d'importantes innovations techniques telles que :

- traitement particulier de membranes (non un barbouillage de surface) en différentes zones, calculées pour une reproduction parfaite des fondamentales, des harmoniques, des timbres selon des mesures « spéciales » créées en laboratoire ;

- de nombreuses autres originalités et plusieurs dizaines de brevets sont détenus par Redheko y compris au Japon, ce qui est extrêmement rare.

L'esthétique sonore recherchée par le concepteur est avant tout la meilleure reproduction possible des fondamentales, harmoniques et timbres originaux. Ceci a été rendu possible, d'après M. Redhe, grâce aux traitements décrits plus haut.

Un important travail est également fait sur la dyna-

mique et la réponse transitoire afin de retrouver l'impact de l'instrument utilisé en direct (reproduction de signaux carrés à différentes fréquences).

En règle générale, les enceintes de ce constructeur français se caractérisent par un rendement excessivement élevé, de l'ordre de 102 à 104 dB grâce à l'utilisation de circuits magnétiques surpuissants, l'accent est ainsi mis sur une belle présence et une grande dynamique.

REVOX

La firme Willi Studer a été créée le 2 janvier 1948. Elle se composait alors de trois personnes. La même année, elle se vit confier l'adaptation de magnétophones aux besoins de la radio suisse. De là à vouloir faire mieux, il n'y avait qu'un pas. Willi Studer a fait ce pas et sortait ses 500 premiers magnétophones Dynavox en 1950. C'est en 1951 que la marque Revox vit le jour. Le souci principal de ses concepteurs était déjà la recherche de la perfection. La réputation du magnétophone à 3 têtes et 3 moteurs ne s'est pas fait attendre, et cela pour un budget amateur.

La série des magnétophones à tubes A à G36 a conquis l'un après l'autre les marchés mondiaux. 70 000 magnétophones 36 seront vendus avant l'avènement du A77 en 1967. Son succès est unique en son genre puisque plus de 400 000 unités seront produites jusqu'en 1977. En 1977, le B77 et le PR99 prennent dignement la relève et sont maintenant complétés par série multipistes Revox C270, C274 et C278.

Dès 1961, Revox produit également des laboratoires de langues et, à ce jour, plus de 45 000 magnétophones élèves sont en service sur les cinq continents.

Mais identifier Revox aux seuls magnétophones serait erroné. La haute fidélité débutait en 1954 avec la table de lecture 60 et l'amplificateur 59. Dès 1961, avec l'avènement de la stéréophonie, amplificateurs, enceintes et, dès 1969, le tuner FM révolutionnaire A76 allaient donner le coup d'envoi à une activité sur le plan de la haute fidélité qui représente aujourd'hui 50% du chiffre d'affaires. La haute fidélité Revox est devenue un standard comme ses magnétophones.

Studer Revox est implanté dans 12 pays avec sa propre filiale et représenté pratiquement dans tous les pays du monde. Fidèle à une tradition suisse, Revox exporte son savoir-faire et sa qualité.

Pour l'avenir proche, Revox pense que le marché s'ouvrira de plus en plus vers des systèmes que les Américains appellent déjà « Home entertainment center » où musique, télévision et vidéo pourront être télécommandées et écoutées dans n'importe quelle pièce d'une habitation. Cette liberté d'action est, dès à présent, disponible chez Revox dont le système « Easy-line » a déjà convaincu de nombreux amateurs de musique et de vidéo.

SELAC

Ingénieur électro-acousticien au service de la « Royale » jusqu'en 1973, Michel Selac fabriquait déjà des électroniques à tubes et quelques systèmes à

caisson de grave central (Monsieur Selac signale que cette mise en œuvre, contrairement à ce que l'on veut faire croire, existe depuis des dizaines d'années!!!).

Les premières activités de la société consistaient surtout à la fabrication de bras de lecture, de tables de mixage et d'amplificateurs audio à tubes. Ces fabrications furent abandonnées en 1982.

Toute la gamme des amplificateurs à tubes sera de nouveau présente aux prochaines journées de la haute fidélité de 1990. Il est assez rare qu'un constructeur propose une gamme de produits de très haute fidélité aussi diversifiée, on trouve notamment au catalogue Selac : des électroniques à tubes, des platines tourne-disques sous les références PL 300 et PL 600. Des enceintes acoustiques modèles deux voies MG 70 et MG 75, des trois voies avec les MG 95, MG 108, MG 150, MG 200 et CALYPSO 1.

M. Selac traite également les acoustiques (traitement phonique). Les moyens de recherche sont importants pour un constructeur de structure moyenne ; le matériel dont dispose le laboratoire comporte : CAO, Mac Intosh II, Hewlett Pacard, logiciel Douglas CAD/CAM PCB Routeur, Neutrick et chambre sourde de 240 m³.

Selac a également développé des innovations techniques particulières telles que l'asservissement mécanique et la technique de calcul des filtres.

La philosophie de M. Selac est simple : avant tout reproduction des sons et non fabrication de ceux-ci ; c'est pourquoi il ne considère son travail terminé que lorsque le matériel est installé dans le local auquel il est destiné. Il est déjà utopique de faire entrer l'acoustique d'un orchestre mêlée à celle de son environnement sur un support magnétique, mais vouloir reproduire l'ensemble dans un autre local relève d'un véritable défi !

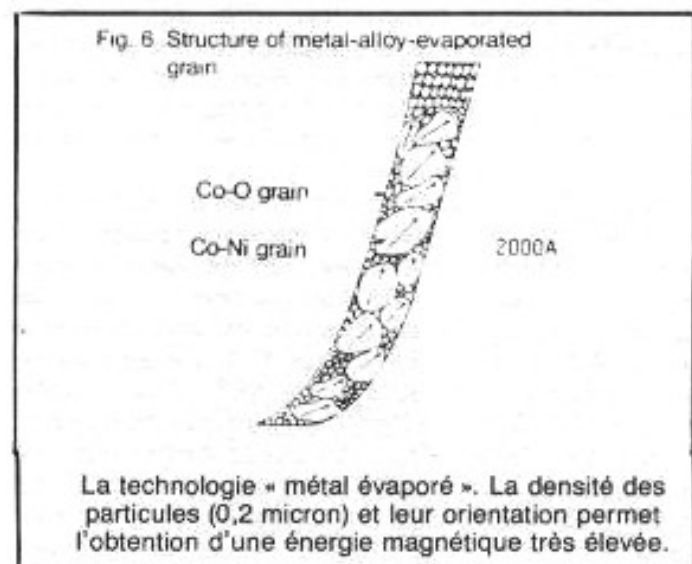
Priorité est donnée chez SELAC à la qualité des timbres, pour cela ce constructeur utilise des matériaux qu'il considère comme les meilleurs comme par exemple : carbone-kevlar, titane etc. Bien utilisés ces matériaux peuvent donner des résultats stupéfiants notamment lorsque la structure nid d'abeille est mise en œuvre pour les membranes.

Les coffrets d'enceintes sont réalisés en médite de 22 et 30 mm suivant les modèles, selfs à air bobinées sur place et coulées dans la résine, SELAC fabrique aussi une grande partie de ses haut-parleurs et 100% de rubans titane que ce constructeur est actuellement le seul à réaliser. Très apprécié aux U.S.A et en Europe, il est surprenant de constater que SELAC est actuellement le chef de file de l'électroacoustique française au Cambodge. De fait, il faut dire que la marque n'est pas suffisamment connue en France au niveau du grand public ; par contre chez les professionnels et les conservatoires elle rencontre un succès parfaitement mérité vu la haute technologie employée à tous les niveaux.

SONY

Commençons par un chiffre : 10 000 employés, cela devrait déjà asseoir la réputation d'importance de la firme Sony, mais il ne s'agit là que de l'effectif

Europe, car si l'on considère Sony dans le monde, c'est de 80 000 personnes qu'il s'agit. Il faut savoir qu'en 1988 cet effectif était de 70 000, ce qui situe l'effort consenti par ce géant de l'électronique qui a augmenté en un an son potentiel humain de 10 000 âmes ce qui, il faut bien l'admettre, laisse songeur quant à la puissance industrielle (y compris le rachat de CBS). Tout commença l'après-midi du 7 mai 1946, une vingtaine de personnes étaient réunies au troisième étage d'un immeuble brûlé, dans un Tokyo dévasté par la guerre, pour créer une nouvelle société : la Tokyo Telecommunication Engineering Corporation, qui allait devenir Sony Corporation. Le fondateur, Masaru Ibuka, avait trente-huit ans. Les débuts furent laborieux, il suffit de se référer au livre de Akio Morita, cofondateur de Sony, pour réaliser le peu de moyens dont disposaient ces jeunes industriels japonais. Pourtant pleins de fougue, et de la fougue il en fallait, peut-être même de l'acharnement, prouvant ainsi un courage et une volonté de fer. Voici donc un exemple concernant les débuts du support magnétique, inventé auparavant par les Allemands et déjà commercialisé aux USA par Ampex. Ces bandes magnétiques succédaient donc au précédent principe du fil magnétique. (Dixit Akio Morita) « Pour nos bandes, il nous fallait un matériau magnétique moins fort que des aimants réduits en poudre, nos recherches nous conduisirent à la ferrite oxalique qui, par combustion, se transforme en oxyde de fer. Nous en achetâmes deux bouteilles et revînmes au labo. Sans four électrique, il ne restait qu'une solution, la poêle et, remuant avec une cuillère en bois, nous obtînmes enfin un produit noir et brun ; c'était l'oxyde de fer. Le noir, c'était le tétraoxyde ferreux. Il fallait alors surveiller la couleur de la poudre et l'ôter de la poêle juste à la bonne teinte. Puis, une fois mélangée à de la laque japonaise, nous l'étalâmes au pinceau vaporisateur sur nos bandes. »



Sony est actuellement leader mondial de l'audiovisuel au travers de ses différents départements, le plus important étant la vidéo (27 %), l'audio (26 %), la télévision (16 %), les disques CBS (16 %) et 15 % d'activités diverses.

« Sony le créateur » dit le slogan. Il faut avouer que du fameux Walkman que l'on ne présente plus, en pas-

sant par le lecteur laser portable Discman, il s'agit bien là de créations rapidement suivies par les marques concurrentes. N'oublions pas non plus que Sony est le co-inventeur avec Philips de notre lecteur laser actuel.

Un effort considérable a été consenti en matière de haute-fidélité avec la création d'un nouveau service de recherche composé de plusieurs ingénieurs spécialisés, usant à la fois des formidables moyens de Sony et des investigations les plus élaborées en matière d'audiophilie.

Ce service a donné naissance à un grand nombre d'éléments de qualité dénommés Série ES (Excellent Série), dont fait partie le lecteur compact CDP-X7 ESD et le surprenant amplificateur 530 ES dont le prix est d'environ 3 000 F. Sony est également à l'origine de l'une des révolutions mondiales en matière d'audio : le casque MDR-R10 dont la membrane est issue de la biotechnologie qui consiste à la faire réaliser par une bactérie. Grâce à une mise en culture de deux jours on obtient un gel spécial qui sera par la suite déshydraté et pressé. Le résultat est tout simplement un son « extra-ordinaire » dû à l'extrême rigidité du diaphragme, un son réellement dénué de toutes distorsions.

Une série spéciale d'éléments hors normes a également été planifiée à raison d'un appareil par an. Il ne s'agit pas là d'un choix dicté par des raisons d'ordre marketing mais plutôt d'un laps de temps minimum indispensable à leur parfaite réalisation.

1989 nous a permis de découvrir l'ensemble lecteurs CD+ convertisseur CDP-R1 et DAS-R1, 1990 verra l'arrivée sur le marché d'un amplificateur de puissance monaural, le TA-NR1, travaillant en pure classe A, capable de fournir une puissance considérable sur des impédances de l'ordre de 1 ohm, avec la promesse d'une qualité sonore exceptionnelle... Attendons.

TANNOY

Penser Tannoy c'est avant tout penser transducteur de prestige car cette firme est perçue de part le monde comme l'un des monstres sacrés de l'électroacoustique et en particulier comme le plus grand spécialiste mondial du haut parleur coaxial ; comme le lecteur le constatera cela ne date pas d'aujourd'hui.

Voici maintenant plus de 60 ans que Tannoy a été créé dans le but de développer et de fabriquer des systèmes acoustiques, sa réputation en fit rapidement l'archétype du transducteur anglais à un point tel que certains dictionnaires britanniques mentionnent le nom de Tannoy comme terme générique pour les systèmes de sonorisation !

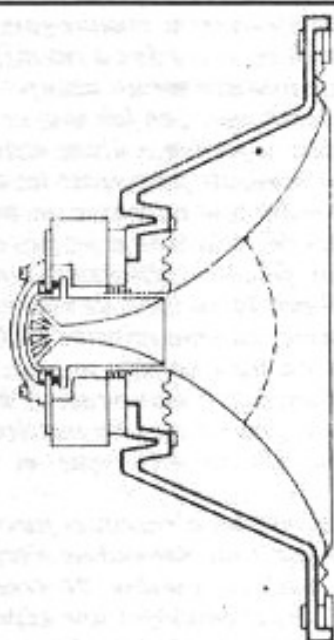
L'historique de la marque commence très peu de temps après les débuts de la radio à Londres. Guy R. Fountain était un ingénieur propriétaire d'un garage ; une de ses activités les plus rentables consista vite comme plusieurs de ses confrères à recharger les batteries des postes de radio. C'est ainsi qu'il commença par perfectionner un redresseur en utilisant deux matériaux peu usités à cette époque (pour cet usage) : le tantale et un alliage (en anglais Alloy) de plomb « Tantalum et Alloy » donnèrent par contraction le nom de Tannoy. Peu après Guy R. Fountain créait sa première

usine et commença à procéder à des expérimentations sur les haut-parleurs à bobine mobile à aimants permanents. Ensuite un contrat de sonorisation obtenu avec un célèbre cirque permit à Tannoy de ne plus cesser ses activités.

Puis vinrent les années 40 qui assurèrent la réputation de la marque en tant que leader dans l'équipement de communication portable (matériel militaire) ; les années 50 quant à elles virent la naissance des premiers haut-parleurs coaxiaux.

Le haut-parleur Coaxial-Tannoy

L'idéal théorique serait un transducteur capable de reproduire toutes les fréquences audibles de la plus grave à la plus aigüe. Malheureusement un tel haut-parleur ne peut exister, c'est pourquoi on trouve fréquemment deux, trois, quatre voies ou plus, compromis permettant de couvrir de la meilleure manière possible toute la bande de fréquences. Le principal défaut d'une multiplication des voies est dû à deux facteurs prépondérants : recouvrement parfois approximatif entre deux transducteurs et sources graves et aigües (ou médium) provenant de points d'émission différents, éloignés parfois de plus de 10 ou 15 cm. Lorsque l'on sait que les longueurs d'onde des fréquences correspondantes à l'émission d'un haut-parleur d'aigüe sont de l'ordre de quelques millimètres, on imagine aisément que sur un message tel que l'attaque d'une caisse claire, celle-ci se trouve reproduite simultanément par le tweeter (partie aigüe du son) et par le médium grave (dans le cas d'une enceinte deux voies). On obtient ainsi une source sonore semblant se trouver à la fois sous et derrière le point d'émission d'où un « flou » créant une image confuse aux contours très imprécis. Le haut-parleur coaxial Tannoy reproduit lui ces « portions » de son sur un même et unique plan. L'image de la caisse claire prise comme exemple est dans ce cas parfaitement centrée entre les enceintes et apparaît réellement « en relief » comme l'instrument original, et non comme une simple reproduction approximative.



Principe du haut-parleur coaxial Tannoy.

Chez Tannoy tous les modèles bénéficient de cette technologie coaxiale, qu'il s'agisse de la série 90 ou des célèbres Westminster, chaque fois l'acheteur pourra être certain de posséder une prestigieuse enceinte désormais mise au point grâce aux techniques d'étude et de mesures les plus modernes telles la C-A-O (conception assistée par ordinateur), le critère de jugement crucial chez Tannoy restant malgré tout l'écoute !

TEAC

Teac a démarré en 1956 au Japon avec seulement une dizaine d'ingénieurs particulièrement motivés dans les nouvelles technologies d'enregistrement magnétique. Aujourd'hui, cette compagnie prestigieuse compte plus de 1 600 employés et ses activités couvrent aussi bien les domaines de l'audio professionnelle que domestique.

En dénominateur commun, on trouve toujours ce souci de développement de nouvelles technologies aussi bien dans le domaine de l'enregistrement que dans celui de la reproduction sonore. Ainsi furent développés plus de 3 000 produits. Actuellement, Teac produit aussi énormément de platines mécaniques pour les périphériques des ordinateurs telles que les « drive » pour Floppy Disk. Fort de cette expérience en matière de mécanique de précision, Teac s'est penché sur les lecteurs CD dont les systèmes d'entraînement ont été entièrement repensés (voir les Muses d'Or dans le présent numéro). Les matériels professionnels d'équipement et d'enregistrement de studios sont produits sous le nom de Tascam. Teac est aussi ouvert vers le futur avec le développement de systèmes d'enregistrement lecture opto-électronique sur disques pouvant être effacés et enregistrés ouvrant la voie vers d'innombrables possibilités (CD, vidéo-disques enregistrables, etc.).

Dans le domaine de l'audio, il ne faut pas oublier que Teac a été l'un des premiers à construire pour le grand public une platine enregistreuse trois têtes trois moteurs et produire une platine cassette avec système Dolby de réduction de bruit. Aussi, il ne faut pas s'étonner de l'extrême sophistication de ces platines cassettes où chaque détail a été vu avec la plus grande attention pour obtenir un défilement sans irrégularités, le maximum de dynamique, la meilleure séparation des canaux. Plus que toute autre société, Teac investit énormément dans la recherche pour développer aussi bien dans le domaine électro-mécanique que logique électronique, des concepts nouveaux dans le but de s'approcher encore de plus près de la réalité sonore.

TECHNICS-MATSUSHITA

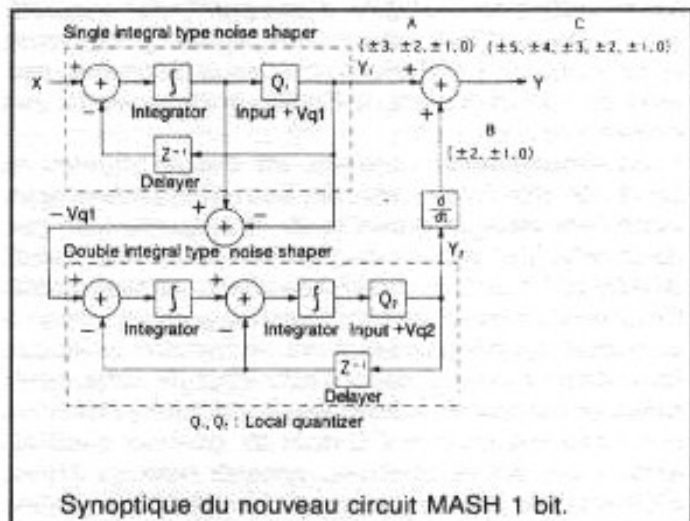
1989 fut, malheureusement, l'année de la disparition de l'un des hommes les plus importants du Japon, Konosuke Matsushita. Fondateur du groupe Matsushita Electric dont dépend le département audio haute-fidélité Technics, sans oublier bien entendu la vidéo avec Panasonic.

M. Matsushita naquit dans le village de Wasa Wakayama, situé à environ 60 km au sud d'Osaka au

Japon. Très jeune, âgé à peine d'une quinzaine d'années, il manifeste un grand intérêt pour tout ce qui tournait autour de l'industrie de l'électricité et se fit engager comme apprenti par la Osawa Electric Light Company, c'était en 1910.

En 1918, âgé de 23 ans, il créait déjà sa propre entreprise artisanale (dans sa propre maison) et se spécialisait dans la réalisation des premières ampoules électriques à filament carbone.

Puis la société n'a cessé d'évoluer : 1923, fabrication de batteries pour éclairage de bicyclettes, etc., etc. Passons directement à 1931 où fut produit un récepteur de radio qui remporta le premier prix du concours sponsorisé par la Tokyo Broadcasting Station.



Synoptique du nouveau circuit MASH 1 bit.

1932 : création d'un département commercial. Dès cet instant, les principaux objectifs de la société étaient déjà définis. La suite fut une succession de réalisations remportant chaque fois un succès commercial, cela jusqu'en 1939, début de la seconde guerre mondiale.

1952 : un important accord est signé avec Philips Hollande et Matsushita Electronics Corporation.

1953 : un laboratoire central de recherche est créé ainsi qu'un bureau aux Etats-Unis (New York).

1956. C'est le véritable début de la construction de l'empire Matsushita, dont le chiffre d'affaires atteint déjà 100 billions de yens, chiffre correspondant à un objectif qu'il s'était fixé pour cinq années.

N'allons pas au-delà dans la biographie de cet homme exceptionnel qui sut à la fois créer, diriger et parfaitement gérer sa compagnie devenue actuellement un véritable empire industriel.

Les grands principes fondamentaux de M. Matsushita sont actuellement considérés par tous les collaborateurs de la société comme une véritable bible :

Reconnaître ses responsabilités en tant qu'industriel, encourager le progrès, promouvoir le bien-être de la société et se consacrer au développement de la culture mondiale, etc. Suit l'attitude fondamentale des employés (effort commun et collaboration étroite). Honnêteté, aussi bien dans la vie professionnelle que dans la vie privée, harmonie et coopération, lutte permanente pour le mieux-être (avoir confiance en ses propres capacités, gagner son indépendance, faire toujours mieux). Respect et modestie, intégration et adaptation (sans intégration aux nouvelles conditions de vie

et de travail, il n'y a pas de progrès, le monde avance, il faut suivre), etc., etc.

L'un de nos journalistes rentrant d'un voyage reportage au Japon peut témoigner du respect de ces véritables règles morales au sein même des usines National Technics Panasonic.

A ce sujet, l'automatisation du montage et de la fabrication est poussée à l'extrême, au point que la main de l'homme n'intervient pratiquement qu'en cas de blocage d'une pièce ou d'un composant sur une chaîne entièrement automatisée. Il faut avoir vu virevolter les bras mécaniques des centaines de robots de l'usine de Sendai pour comprendre que nous sommes à l'orée d'une autre ère. Chez Technics, le contrôle de la fabrication est total, à chaque étape du montage, un contrôle dynamique est effectué ; on s'approche ainsi du zéro défaut représentant le rêve de tout industriel performant.

Sur le plan des technologies numériques, Technics a mis au point le principe du convertisseur MASH 1 bit qui équipe déjà certains modèles de la gamme actuelle. Les haut-parleurs bénéficient, quant à eux, d'un nouveau matériau à base de mica offrant une rigidité fantastique avec une vitesse de transmission de l'onde dans le matériau atteignant 6 700 m par seconde. Technics, c'est de la très haute technologie... Avant-gardiste.

TRIANGLE ELECTROACOUSTIQUE

Pour Renaud de Vergnette, comme pour bien d'autres « hommes » de la haute-fidélité, tout commença par une passion débordante pour le beau son, le « vrai » ; celui qui se rapproche au mieux de la réalité. Ayant très tôt baigné dans une ambiance musicale (M. de Vergnette père possédait déjà une belle installation pour l'époque), il souhaite rapidement acquérir sa propre chaîne ; les tentatives successives pour obtenir le résultat souhaité s'avèrent chaque fois peu satisfaisantes, le principal reproche fait à ces différents matériels était chaque fois axé sur un manque de clarté, de transparence, d'ambiance ; en fait tout ce qui crée subjectivement le côté « feeling » d'une écoute.

Ayant eu l'habitude de fréquenter les salles de concert et sans prétendre tout retrouver sur son système, il constatait que les dégradations et les pertes d'informations étaient en finalité difficilement supportables. C'est ainsi qu'il prit la décision de construire ses propres enceintes avec, comme principe de base, la solution séduisante du haut-parleur unique, donc utilisé sans filtre ni adjonction d'aucune sorte. Les avantages théoriques étaient prometteurs en matière de dynamique, rendement, phase électrique et couplage à l'amplificateur.

De nombreux modèles d'enceintes furent ainsi réalisés jusqu'au moment où Renaud de Vergnette décide de franchir le pas, c'est-à-dire de créer sa propre société ; depuis, pour employer une expression largement usitée, de l'eau a coulé sous les ponts...

1983 : Création de Triangle Electroacoustique avec la présentation d'un modèle haut de gamme, la 1180,

composée d'un caisson grave surmonté d'un satellite médium-aigu de forme triangulaire, composé d'un matériau moulé à base de plâtre armé par de la filasse. De nombreux détails trop longs à décrire dans cet article pourraient confirmer qu'il est non seulement rare, mais exceptionnel que le premier modèle d'un jeune constructeur aux moyens limités puisse atteindre un tel degré de perfectionnement alors que d'autres se contentent de disposer des haut-parleurs dans de simples caisses en bois.

Ici en 1983, Triangle offrait un produit dont l'élaboration surprit : 3 voies, satellite indépendant en plâtre armé avec fond revêtu d'une plaque de plomb de 5 mm d'épaisseur, joint silicone d'isolation afin d'éviter la transmission des vibrations, montage encastré et vis BTR charge hybride : close + labyrinthe, etc., etc.

Cette enceinte représentant à elle seule toute la philosophie de ce jeune constructeur qui n'a jamais à aucun moment recherché la facilité ; si un principe simple peut, dans une configuration donnée offrir d'excellents résultats, cette option sera retenue par Triangle, mais rien ne l'empêchera d'envisager à bon escient un cahier des charges complexe.

1985 : Une étape, ô combien importante, est franchie avec le passage du stade conception-assemblage à celui de fabricant de haut-parleurs à part entière, avec l'étude et la réalisation d'un premier modèle de transducteur large bande de la série T17. Ses principes de base relèvent du souhait de toujours de Renaud de Vergnette : disposer d'un haut-parleur à membrane légère, montant suffisamment haut en fréquence pour couvrir au mieux la partie la plus importante du spectre audible. Ce pari, car c'en était un, fut tenu car le T17FL (bicône) remporta un immense succès auprès des amateurs épris d'homogénéité sonore, de sons vifs et dynamiques, sans pour cela être tributaire de colorations ou de toniques gênantes.

Construisant ses propres haut-parleurs, Triangle put développer une gamme d'enceintes de haut niveau, toutes caractérisées par un côté vivant très particulier à la marque (Graphite, Méridien, Minimum, etc.)

1988 : Deuxième étape du développement de l'entreprise qui passe désormais au véritable stade industriel avec unité de production comprenant notamment plusieurs bobineuses (pour bobinage intérieur et extérieur) dont un modèle ultra-moderne commandé numériquement, machines à aimanter, bancs de montage, etc.

Les connaisseurs sauront apprécier l'équipement de haut niveau dont dispose le laboratoire de mesure Triangle dirigé par Gilles Belot. On y trouve en effet, outre des capteurs B & K, un analyseur Hewlett Packard FFT 35660A avec ordinateur intégré et disque dur 40 méga-octets, synthétiseur de signaux Hewlett Packard 8904A, ordinateur Hewlett Packard avec disque dur 400 méga-octets.

Ampli de mesure Triangle MOSFET 400 watts impulsions (montée 0,6 ms), table traçante HP 8 couleurs, oscilloscope impulsif numérique Hameg, oscilloscope impulsif à haute résolution Schlumberger 749R, générateur B & K 2022, gaussmètre à effet « Hall » LMM GN106, analyseurs en temps réel tiers d'octave Audio Control, etc., etc.

Les immenses possibilités de mesure de ce laboratoire ont permis de donner le jour à toute la nouvelle

gamme de ce constructeur français avec entre autres une nouvelle version de la Transept (totalement différente des séries précédentes) dont le prototype sera présenté durant les Journées de la Haute-Fidélité de mars 1990.

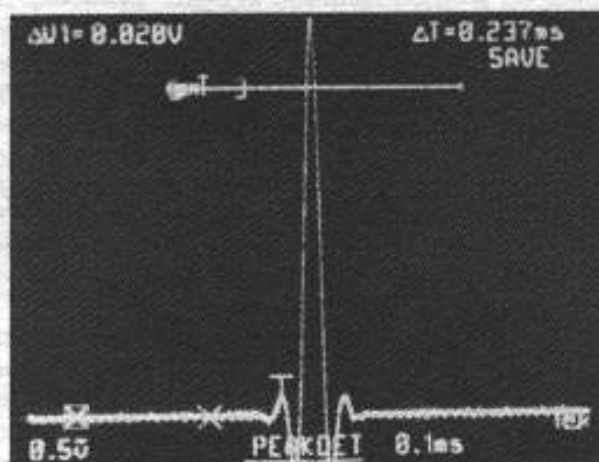
WADIA

Comme l'historique succinct le précisait dans l'article Muse d'Or du n°6 de septembre 1989, Wadia Digital Corporation est une firme américaine, division de Medea Ltd, impliquée dans de nombreux aspects des technologies numériques, plus particulièrement celles ayant trait aux communications. Son fondateur, F. Moses Wadia, développa son premier projet audio dès 1927.

Les appareils Wadia sont des convertisseurs analogique-numérique destinés à être connectés sur un « drive » ou lecteur laser muni d'une sortie numérique. Cette précision peut paraître naïve pour les connaisseurs, mais la revue L'Audiophile augmentant son lectorat à chaque parution, nous savons que cette mise au point ne sera pas inutile.

Compte tenu de l'ultime label, les « Muses d'Or », décerné au modèle Wadia 2000 dans le numéro de septembre 1989, il ne nous semble pas indispensable de revenir une fois encore sur les techniques mises en œuvre, celles-ci ayant été largement décrites dans ce numéro. Voici plutôt un exemple, ô combien significatif, qui situe parfaitement le niveau technologique : le Wadia 2000 atteint une puissance de calcul équivalente à une centaine de micro-ordinateurs PC IBM !

Pour une majorité d'audiophiles amateurs de musique, seul le résultat compte : sur ce plan la réussite est totale, le rendu sonore des Wadia (quel que soit le modèle) est le meilleur que nous ayons entendu jusqu'à présent, d'autant que le dernier exemplaire écouté bénéficiait de l'apport du « Sledgehammer », circuit additionnel adaptateur d'impédance. Les amateurs désireux d'en savoir plus peuvent se référer au numéro de la revue cité plus haut, cela en vaut vraiment la peine !



L'algorithme de calcul du filtrage numérique des convertisseurs Wadia est optimisé dans le domaine temporel, il n'y a pas de suroscillations sur la réponse impulsionnelle.

YAMAHA KK

Un jour de 1886 à Hamamatsu, ville située au centre du Japon, l'orgue scolaire de l'école primaire se mit en panne et personne ne savait que faire pour le remettre en état. On fit appel à un réparateur de matériel médical présent dans l'établissement, M. Torakusu Yamaha, sans grand espoir, mais celui-ci très intrigué par la technique de l'instrument, trouva intéressant d'essayer de le remettre en état et y parvint. La fascination de Torakusu Yamaha pour l'appareil fut telle qu'en moins d'un an, il avait réussi à fabriquer son premier orgue. Un demi-siècle plus tard, Yamaha était devenue l'une des plus importantes et des plus diversifiées firmes du Japon moderne. L'esprit qui contribua à la création de l'entreprise permit, par une philosophie de recherche permanente et de travail bien fait, de faire connaître Yamaha aux quatre coins du monde.

Bien que nos lecteurs soient avant tout intéressés par les divisions audio et électronique, il est intéressant de connaître les autres départements qui sont :

- Instruments de musique (pianos, synthétiseurs).
- Yamaha Motor Company (motocyclettes, hors-bords, scooters des neiges et marins, karts, golf-cars).
- Sports (arcs, skis, raquettes, vêtements de sport, clubs de golf, etc.).
- Meubles.

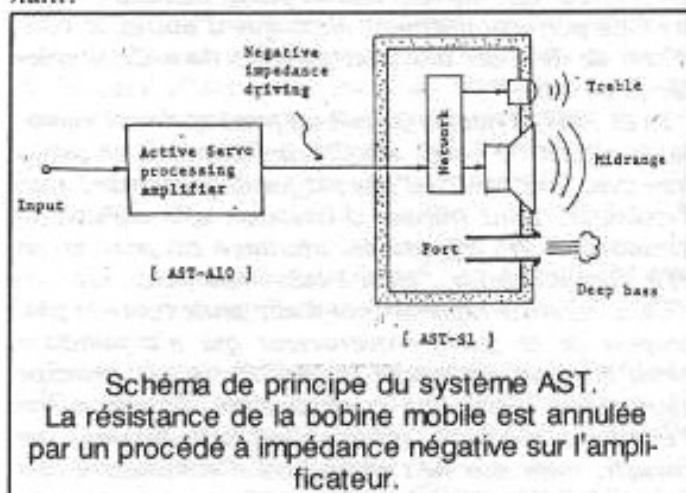
Dans notre pays, en matière d'audio, Yamaha acquit rapidement une grande notoriété avec ses amplificateurs haute-fidélité dont certains comme les CA 1000 et CA 800 pouvaient à volonté fonctionner dans les deux modes de polarisation classe A ou classe AB. Il suffisait pour cela de commuter une touche en façade.

— 1974 Événement dans le monde de l'électroacoustique, avec la réalisation des premiers dômes ou diaphragmes beryllium, métal qu'aucun constructeur jusqu'à cette époque n'était parvenu à travailler. Yamaha y parvint par la sublimation sous vide, méthode considérée en 74 comme un véritable exploit technique. Cette technologie d'avant-garde permit la réalisation d'une enceinte utilisant des dômes beryllium pour les secteurs médiums et aigus. Beaucoup de connaisseurs français se régalaient encore à l'écoute de ce remarquable transducteur, le NS 1000 M, toujours très coté sur le marché de l'occasion. Un autre important événement survint cette même année avec la commercialisation du premier amplificateur audio haute-fidélité utilisant la technologie des transistors à effet de champ à structure verticale (VFET), le magnifique B1.

— 1976 Adoption de l'enceinte NS 1000 M comme monitor de la Swedish National Broadcasting Corporation.

Puis vint l'ère du digital qui vit la naissance de nombreux lecteurs numériques dont l'aboutissement actuel est le CDX 2000 utilisant le principe super-Hi-Bit décrit dans le n° 7 de L'Audiophile. Très en avance dans le domaine du digital, Yamaha développe ses propres circuits depuis plusieurs années. Il n'est pas surprenant que l'un des premiers processeurs du marché, le DSP1, ait pu être présenté par cette firme dès 1987 ; depuis, ce nouveau concept ne cesse de se développer avec, notamment, le modèle DSP10. La politique

actuelle de Yamaha est résolument axée vers l'avenir avec des systèmes intégrant un asservissement de l'enceinte tel les principes AST (AST1, AST10). Ce principe, très efficace, permet, avec des enceintes de dimensions réduites d'obtenir un grave impressionnant.



Yamaha mise beaucoup sur l'AST qui représente peut-être la vraie solution d'avenir compte tenu du peu de place dont disposent la plupart des citadins.

MADE IN

JØRGEN



SCHOU

DENMARK

Audio transformers

Input, Line and Power-Output transformers for Tube amplifiers and Mixing-consoles.

Also World-Wide Agent for:

JENSEN Capacitors

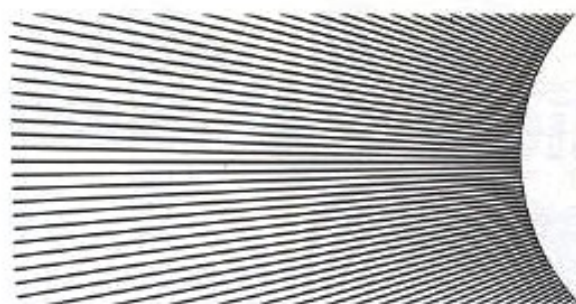
High quality, high voltage capacitors for audio-equipment.

Jorgen Schou Audio-Transformers
 Ornevej 7 - 2400 Copenhagen NV
 DENMARK
 Ph: +45 31 106363 - Fax: +45 42 333520

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**



QU



Accuphase M 1000

Le M 1000 est le plus puissant des amplificateurs construits actuellement par Accuphase. Cette superbe pièce d'orfèvrerie (les maillons qui atteignent le même degré de finition sont très rares) ne pèse pas moins de 50 kg. Pour obtenir cette énorme puissance sous un faible taux de distorsion (0,002 % en moyenne), Accuphase a dû cette fois avoir recours à un étage de puissance constitué d'un multiple push-pull de 56 transistors bipolaires très récents (2SA1553/2SC4029) ayant chacun un Pc de 150 W. Dans cette utilisation, la dissipation totale des 56 transistors de puissance atteint 8 400 W. Il est obtenu ainsi une puissance de sortie de 1 000 W sur 8 Ω avec un taux de distorsion harmonique inférieur ou égal à 0,01 % à toutes les fréquences comprises entre 20 Hz et 20 000 Hz. Réalisé à partir d'un montage parfaitement symétrique, il est doté d'une entrée symétrique au standard XLR. Amplificateur

monaural, le M 1000 peut s'adapter sur des charges de valeurs moyennes (4 à 16 Ω) ou basses, 1 à 2 Ω . Sur 1 Ω , 1 600 W sont obtenus avec un taux de distorsion harmonique qui reste égal ou inférieur à 0,05 %. La face avant du M 1000 est assortie d'un grand VU-mètre lumineux et d'un indicateur numérique de puissance. Rappelons qu'une version proche, deux fois moins puissante mais stéréophonique, est connue sous la référence P 800. Toujours chez Accuphase, signalons qu'il existe un filtre actif de très haut de gamme à cartes enfichables (21 fréquences de coupure disponibles), le F-15L, ainsi qu'un égaliseur graphique à 33 points d'inflexions placés à 16 Hz et 25 kHz, le G-18. Ce dernier est réalisé non pas à partir de circuits intégrés mais de composants discrets avec couplage direct et étages push-pull classe A.

J.H.

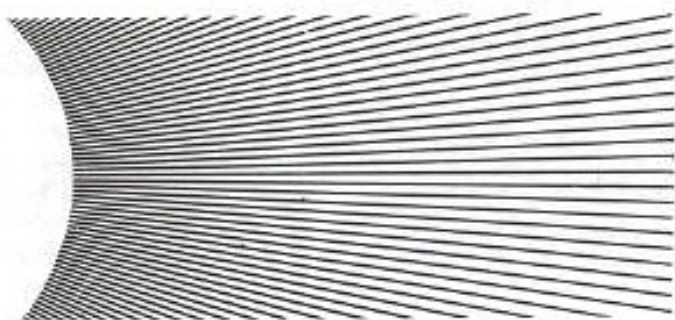
Sennheiser

Offrir aux visiteurs du CNIT de Paris la Défense une vitrine technologique de tous les appareils de sa gamme, c'est le pari tenu et réalisé par Sennheiser au travers de son nouveau show-room installé au quatrième étage de l'espace Infomart, un espace spécialement réservé à la communication d'entreprise. Ces visiteurs y trouveront, en même temps que l'ensemble des produits exposés, les renseignements techniques et conseils d'utilisation les concernant. Ce nouveau show-room constitue de plus un lieu idéal de rencontres pour les nombreux installateurs et clients professionnels qui pourront admirer in situ un certain nombre d'installations — systèmes d'interprétation simultanée à transmission par infrarouge, sonorisation HF, systèmes de transmission HF pour visites guidées, etc. — qui équipent les nombreuses salles de conférences (17 au total) du nouveau palais des congrès. Parmi un certain nombre de nouveautés présentées par Sennheiser en ce début d'année 1990, le casque HD 560 Ovation se taille la part du lion. Il s'agit d'un casque électrodynamique de type ouvert avec aimants néodyme et bobines en fil d'aluminium pour une excellente réponse transitoire et une sonorité plus naturelle. Les premiers tests d'écoute ont mis en évidence ces qualités d'autant plus remarquables que le prix de ce casque reste très raisonnable : 1 490 prix public. Encore une bonne année qui s'annonce pour Sennheiser...



V.C.

LD



Sony, support magnétique en métal évaporé

La technologie des supports magnétiques progresse à pas de géant. Les applications sont immenses de l'audio à l'informatique sans oublier la vidéo. Ce dernier secteur est, sans doute, l'un des plus exigeants. Ainsi, le passage du format 8 mm au format Hi-8 implique-t-il une densité d'enregistrement hors pair, la longueur d'onde d'enregistrement a été diminuée de $0,7 \mu\text{m}$ à $0,49 \mu\text{m}$. Pour atteindre de telles exigences, Sony a développé la bande au métal évaporé dont le processus de fabrication est résolument nouveau. A l'intérieur d'un compartiment sous vide, un canon à électrons bombarde le matériau magnétique (alliage cobalt-nickel) et l'amène à une température de plusieurs milliers de degrés qui passe ainsi en phase vapeur. Celle-ci se dépose sur un film en une couche extrêmement fine de $2 \mu\text{m}$. Cette couche composée essentiellement de métal dont les grains ont un diamètre moyen



de $0,2 \mu\text{m}$, est donc très dense. Il en découle une énergie magnétique exceptionnellement élevée (rémanence de

3 700 gauss).

G.C.



Micromega Trio

Le seul constructeur français de sources digitales vient de révolutionner le monde des lecteurs CD avec son système Trio. En effet, celui-ci se compose de trois éléments distincts. Une alimentation ultrasophistiquée, un convertisseur de type Bitstream (qui supprime tous les problèmes de glitch), une « platine » de lecture dont le design est similaire au CDF-1 digital mais sans alimentation. Les trois coffrets sont découplés, avec un point dur d'évacuation des vibrations. Nous avons écouté le prototype : superbe, une définition extraordinaire, des plans sonores d'une profondeur inimaginable...

P.V.



Technics SL 1200 MK2

Les tables de lecture analogiques disparaissent peu à peu du marché, modèles de haut de gamme ou à usage professionnel compris. En France, la disparition de la majorité des tables de lecture valant moins de 3 500 F pourrait être due à l'importation massive de lecteur CD (et de disques CD) proposés à des prix extrêmement bas. A titre d'exemple, une grande surface de la banlieue nord de Paris a proposé, pour les fêtes de fin d'année, un lecteur CD japonais de marque « Osaka » au prix de 595 F (!) accompagnés de disques CD (enregistrés en DDD) à 9,90 F l'unité. Il existe, parmi les tables de lecture encore disponibles, une version semi-professionnelle dont le succès ne date pas d'aujourd'hui mais remonte aux années 70, la Technics SL-1200 MK2. Pour un investissement modéré (3 000 F environ), on dispose d'une table de lecture à entraînement direct pilotée par quartz. Les exigences des professionnels ont rendu nécessaires plusieurs modifications de la version de base SL-1200. L'isolation acoustique, est obtenue par traitement des deux faces du plateau en fonte d'aluminium, avec dessous enduit

d'une couche de caoutchouc et couvre-plateau absorbant. La partie inférieure du socle est constituée d'un matériau composite souple, de densité élevée. Le tout est supporté par quatre pieds amortisseurs. Le moteur à entraînement direct est puissant (couple 1,5 kg/cm). Son asservissement garantit un taux de pleurage et de scintillement inférieur à 0,01 %. Sur le dessus du socle et à droite du bras de lecture, se trouve un curseur qui permet d'ajuster la vitesse dans une plage de ± 8 %. Ce réglage, indispensable pour la synchronisation des rythmes en discothèque, sert aussi à affiner la hauteur musicale de certains disques (piano en particulier) dont la vitesse n'est pas tout à fait exacte (elle provient le plus souvent d'écarts de vitesse entre les magnétophones au moment du montage de la bande). Le temps d'établissement de la vitesse (temps nécessaire à l'obtention de la vitesse de rotation exacte à partir de la position arrêt) est ici de 0,6 à 1 seconde seulement (selon qu'il s'agisse de la vitesse de rotation 33 ou 45 tours/minute). L'utilisation de cette table de lecture dans la pénombre est facilitée par un éclairage discret en lumière rasante située au niveau de la tête de lecture. Ajoutons que la partie supérieure du socle est en fonte d'aluminium injectée sous pression et que le bras de lecture est un modèle de haute qualité : jeux de 0,5 μ m, sensibilité vue de la pointe lectrice 7 mg. Illel à Paris propose ce modèle pour 3 500 F, cellule professionnelle Shure SC 35C comprise. Voilà un exemple de très bon produit qui se vend « comme des petits pains ».

J.H.

Alpine 7385R

Identifier automatiquement une station radio par son nom, suivre un programme FM tout en traversant la France et sans intervenir sur son poste, disposer à tout instant de l'heure exacte, ce sont quelques-uns des services offerts par le RDS (Radio Data System) et que proposent déjà les stations de radio nationales (FIP, France-Inter, France-Culture, France-Musique...). Le combiné Alpine 7385R est d'origine équipé d'un décodeur RDS qui permettra également le repérage



automatique des informations de radio guidage lorsque celles-ci seront émises. Pour le reste, il s'agit d'un combiné de haut de gamme intégrant un tuner T10 II à haute sensibilité (12 présélections en FM, 6 en PO, 6 en GO) avec accord par pas de 25 kHz en FM. La section cassette met en œuvre une mécanique GZ autoreverse sophistiquée à commandes entièrement logiques et se trouve équipée des Dolby B et C, et de nombreuses facilités de repérage et de lecture. Le 7385R est équipé en outre d'une section préampli très complète avec sorties pour une installation à quatre canaux. Il est vendu aux alentours de 5 590 F public, un prix raisonnable si l'on considère l'étendue des

possibilités de ce très bel appareil.

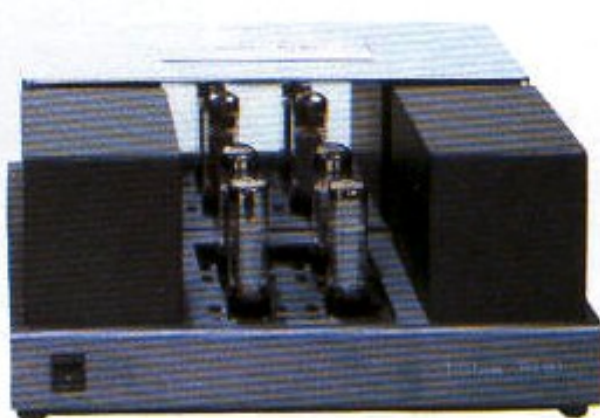
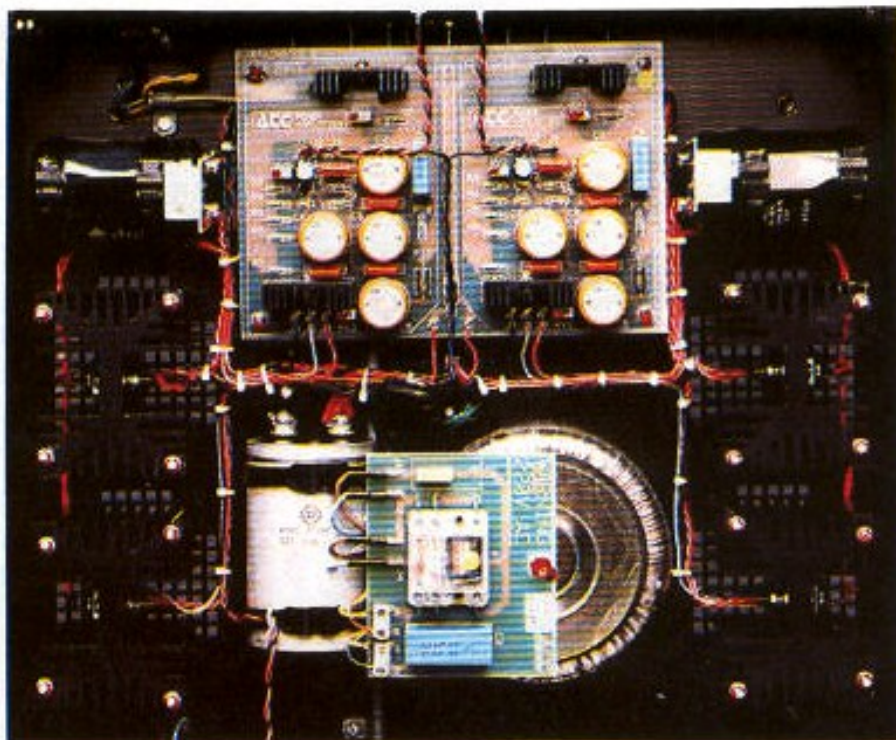
V. C.

Amplificateur Vecteur 1032

Malgré sa taille importante, l'amplificateur Vecteur 1032 ne fournit, lorsque ses deux canaux sont en service qu'une puissance de $2 \times 35 \text{ W}$ sur charge 8Ω .

C'est, comme on s'en doutait un peu, un montage travaillant en pure classe A, que l'on considère à juste titre comme la voie royale de l'amplification basse fréquence de haute qualité. Si l'on en connaît les avantages qui sont une haute musicalité, un son dynamique, riche en détails et raffiné, on en connaît également les principaux inconvénients qui sont le faible rendement et la dissipation thermique élevée qui nécessite une bonne ventilation. Comme les bons amplificateurs classe A, le Vecteur 1032 se reconnaît à l'écoute par une puissance subjective nettement supérieure à sa puissance mesurée, par un son très ouvert, tridimensionnel, extrêmement nuancé et fruité dont le délié et la richesse des détails décuplent le plaisir de l'écoute.

J.H.

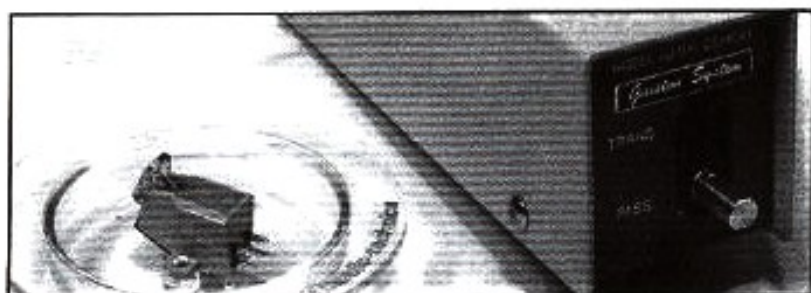


Amplificateur Lectron JH 80.

Le JH 80 est un amplificateur hybride monaural de puissance 80 W . Sa philosophie de conception est dérivée de celle des versions JH 30 et JH 50. Sur ce très haut de gamme, tout le savoir-faire de la société Lectron a été déployée en vue du meilleur résultat d'écoute possible.

Le transformateur de sortie, de très haute qualité, a été conçu spécialement par la firme anglaise Partridge. Il assure, en plus de performances de bande passante et de distorsion très poussées, une adaptation optimale à tous les types existants de charges grâce à des enroulements secondaires multiples associés à des circuits de contre-réaction. Un sélecteur $1-4-8-16 \Omega$ garantit ainsi des performances optimales sur chaque impédance. L'étage d'entrée, de type cascode différentiel à grand gain, assure une très large bande passante et une faible distorsion. Le faible taux de contre-réaction participe à une grande stabilité du montage sur tous les types de charges. Les possibilités étonnantes de cet amplificateur en matière de définition et de vérité sonore sont liées en grande partie à l'utilisation de condensateurs de filtrage non polarisés au polypropylène ainsi qu'à plusieurs alimentations régulées ultra-rapides. Le JH 80 marque ainsi un grand pas en avant en matière de fidélité sonore.

C.B.

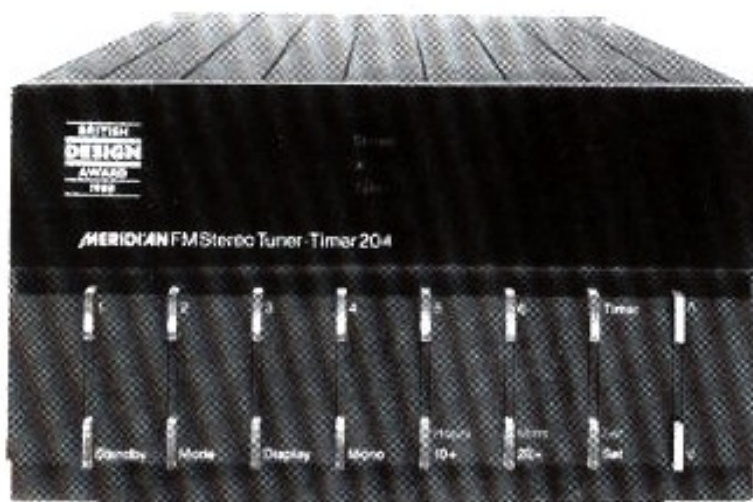


Guiston, une précision s'impose

De nombreux lecteurs, intéressés par les possibilités de l'ensemble cellule + transformateur Guiston présenté dans le panorama des sources de *L'Audiophile* n° 7, ont contacté le distributeur afin de se procurer l'un ou l'autre de ces éléments constituant en fait une paire quasi indissociable. Nous profitons donc de ce « Quid » pour apporter la précision manquante : les cellules MC à haut niveau de sortie proposées dans cette configuration

(Audiotechnica ou Satin) subissent une importante modification interne sans laquelle le signal de niveau élevé issu de cette association laisserait apparaître des distorsions existantes passant habituellement inaperçues. Mais ici, l'amplification obtenue est de 10 fois supérieure à celle relevée sur les systèmes à très grande dynamique, soit un gain de 20 dB par rapport à ces derniers. Stylets, bobines mobiles, boîtiers sont traités par des gels spécialement conçus, stabilisés en température, et dont le dosage et l'application requièrent la plus haute précision. Voici une mise au point qui s'imposait.

C.B.



Audio Contacts joue la carte de la

décentralisation et part se mettre au vert dans de plus vastes locaux situés à Rouen. Ce sera l'occasion pour tous les audiophiles de la région normande et pour tous ceux qui sont de passage dans cette belle ville de visiter le showroom qu'Audio Contacts ouvrira à cette occasion et d'y découvrir les dernières nouveautés des marques QED, Meridian et Grado. Audio Contacts 26 bis, rue Lenôtre 76000 Rouen.

V.C.

Transcablaudio

Malgré la consonance quelque peu anglo-saxonne du nom, les câbles Transcablaudio sont franco-français.

Ils jouissent de plus d'une qualité de fabrication exceptionnelle à un prix des plus raisonnables (de 49 F à 299 F/m). Pour l'instant, la gamme se décline en trois modèles de câbles de liaison pour enceintes, HP-A, HP-B et HP-C « Classic ». Le modèle HP-A est un câble cylindrique formé de deux conducteurs de 2,5 mm² de section en cuivre pur et de deux autres conducteurs assez fins (0,22 mm²) utilisables pour véhiculer des signaux de télécommande et s'opposant par leur présence aux champs magnétiques parasites générés par les haut-parleurs. Le modèle HP-B présente une section de 4,47 mm² par conducteur et combine cuivre pur et cuivre argenté dans une proportion de 32 %. Enfin, le câble HP-C est le plus évolué du lot. Il s'agit d'un câble à six conducteurs de 2,5 mm² en cuivre argenté permettant la bi ou la tri-amplification. En mono-amplification, on dispose, en réunissant les conducteurs trois par trois, d'une section totale de 7,5 mm². De quoi satisfaire les plus exigeants, d'autant que ces câbles présentent des qualités musicales évidentes. A découvrir donc...

V.C.

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**



THEORIES



audio-numérique ne doit pas rester un domaine négligé, voire méprisé, par les audiophiles. Ici encore, ils peuvent, par leur démarche originale, contribuer aux progrès de la reproduction sonore. Mais l'audio-numérique est une nouvelle technique qu'il faut déjà apprendre à connaître avant de vouloir agir. Nous consacrons donc une série d'exposés aux techniques numériques en insistant sur les circuits au niveau desquels l'audiophile peut intervenir. Dans le n° 7 (nouvelle série) de L'Audiophile, nous avons vu les principes utilisés pour le compact-disc et les techniques des convertisseurs digital-analogique. Dans notre exposé d'aujourd'hui, nous verrons les problèmes posés par les convertisseurs, nous analyserons les remèdes couramment utilisés, enfin nous examinerons des schémas à retenir pour des expérimentations subjectives.

Les problèmes des convertisseurs

Le principal problème des convertisseurs c'est la précision : le convertisseur doit transposer dans le monde analogique, la précision mathématique du monde digital. La précision d'un convertisseur est déterminée par sa résolution et par sa linéarité. La résolution définit la finesse du code d'entrée, c'est, en quelque sorte, la précision d'entrée. Elle est généralement exprimée par le nombre de bits utilisés en entrée et elle fixe la dynamique du signal (limité entre le niveau

de sortie maximum et le niveau de bruit lié à la résolution).

La linéarité correspond à l'exactitude avec laquelle la valeur du code d'entrée est obtenue en sortie du convertisseur (voir la figure n° 1) ; c'est la précision de sortie du convertisseur. Les précisions d'entrée et de sortie sont théoriquement indépendantes, mais dans la pratique elles sont liées : à quoi peut servir une résolution de 20 bits avec une linéarité de 10 bits ? (nous verrons un peu plus loin comment, cette évidence est parfois un peu vite oubliée). En général, la limite supérieure des écarts de

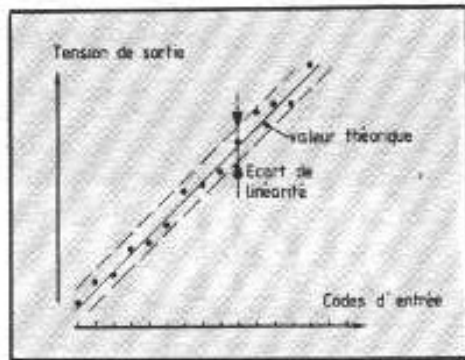


Fig. 1 : Définition de la linéarité.

linéarité correspond à la moitié de la résolution ; cela permet d'obtenir une fonction de transfert toujours monotone (voir la figure n°2). Toutefois, on constate quelques exceptions à cette règle, comme par exemple le TDA 1540 (circuit très utilisé en audio, que nous avons déjà décrit), sa linéarité est donnée pour 1/2 LSB en valeur typique ; cela signifie que l'erreur maximale de linéarité peut être plusieurs fois supérieure à la résolution.

La linéarité

Les non-linéarités de la fonction de transfert d'un convertisseur sont la conséquence des défauts des composants élémentaires (à l'intérieur du composant qu'est le convertisseur lui-même) : ils ne sont pas parfaits. Leurs défauts peuvent être intrinsèques (mais dans ce cas on sait souvent les compenser par des schémas appropriés) ou être dus à la réalisation : principalement des dispersions entre

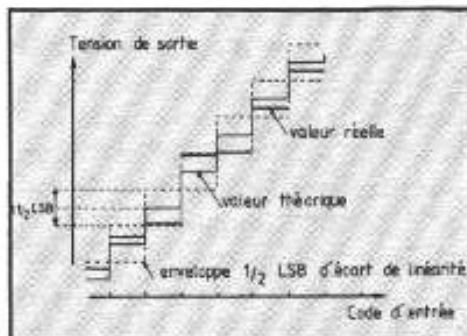


Fig. 2 : Une erreur de linéarité inférieure à 1/2 LSB (Less Significant Bit : bit le plus faible = valeur de la résolution en sortie) garantit la monotonie.

valeurs obtenues en microélectronique monolithique. Les progrès récents des convertisseurs sont principalement liés aux améliorations technologiques qui ont permis de réduire les dispersions sur les caractéristiques des composants (transistors et résistances).

Indépendamment des progrès technologiques, on sait appliquer quelques remèdes aux non-linéarités des convertisseurs : ce sont l'ajustage et la compensation (fixe ou variable).

• L'ajustage

Par principe, la notion d'ajustage est antinomique à la philosophie de production des circuits intégrés : en effet, un ajustage est une intervention qui prend du temps (plusieurs fois le temps d'un simple contrôle puisqu'il faut faire plusieurs mesures) et qui implique un équipement de mesure et de correction pouvant être coûteux, alors qu'une production de masse à faible coût unitaire est recherchée. Toutefois, une application limitée de l'ajustage mais permettant de repousser les limites de précision d'une technologie peut être rentable et c'est ainsi qu'on utilise l'ajustage dans les convertisseurs.

L'ajustage concerne essentiellement les résistances ; les technologies utilisées permettent de bien maîtriser les éléments actifs auxquels, il est vrai, on demande une moins grande précision. Un ajustage se définit par la technologie de réglage et par le principe de réglage (schéma et procédure).

• Les technologies d'ajustage

Les technologies de réglage se divisent en deux catégories : le réglage continu d'une résistance ou le réglage par variation discrète. Le réglage continu se fait en utilisant un faisceau laser qui détruit le dépôt conducteur ; on commence par couper la résistance perpendiculairement au courant (voir la figure n°3) et

quand on approche du bon réglage, le faisceau laser change de direction, de manière à produire des variations de résistance plus faibles pour un même déplacement et ainsi donner une plus grande précision au réglage.

Cette technique permet une grande souplesse et une grande précision de réglage mais elle présente deux inconvénients majeurs : un réglage continu implique des mesures nombreuses et prend ainsi beaucoup de temps ; plus graves sont les conséquences de l'utilisation du laser : la puissance très importante qui lui permet de volatiliser la couche conductrice, crée ther-

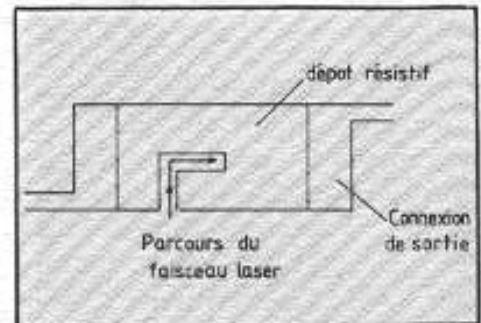


Fig. 3 : Découpe pour ajustage au laser.

miquement de très fortes contraintes mécaniques sur la puce ; ces contraintes se traduisent par de nombreuses fissures (voir la figure n°4) qui peuvent évoluer avec le temps, produisant une évolution de la valeur de l'élément ajusté et même dans certains cas réduisant fortement sa fiabilité.

C'est pourquoi on préfère souvent un ajustage par valeurs dis-

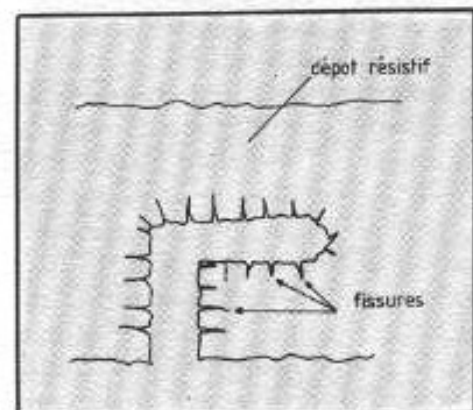
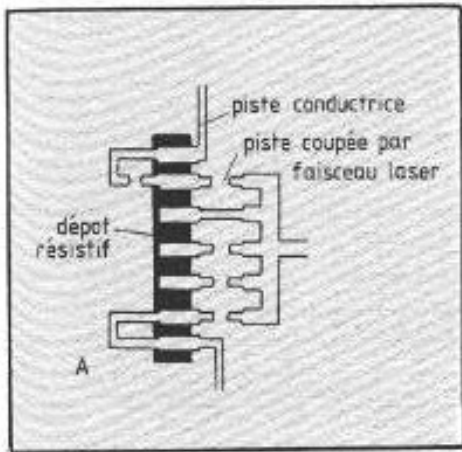


Fig. 4 : Trace du faisceau laser.



crêtes moins souple mais plus fiable. Cet ajustage correspond à l'ouverture de conduction ou au court-circuit de résistances. L'ouverture de circuit (voir la figure n°5) peut se faire par faisceau laser ou par destruction de fusibles.

L'utilisation d'un faisceau laser pour ouvrir un circuit ne présente pas les inconvénients décrits ci-dessus, mais le circuit ajusté est encore soumis à un stress produit par le choc thermique local. L'utilisation de fusibles est moins brutale mais nécessite des densités de courant élevées (les micropoints qui apportent le courant destructif sur la puce s'usent très vite) et si cette fusion n'est pas bien faite, des déplacements d'atomes métalliques conducteurs (phénomène d'électromigration) risquent de rétablir une conduction entre les extrémités du fusible fondu.

Parmi les techniques de court-circuit, la plus remarquable est la technique du « zener zapping » (court-circuit par fusion de zener) brevetée par PMI (Precision Monolithics Inc.) ; c'est elle qui a permis à cette firme de produire des amplificateurs opérationnels de très faible offset et de prendre une des toutes premières places dans le domaine des circuits linéaires. La figure n°6 nous montre l'application de cette technique, pour l'ajustage de l'offset d'un amplificateur opérationnel (« A Precision Trim Technique for Monolithic

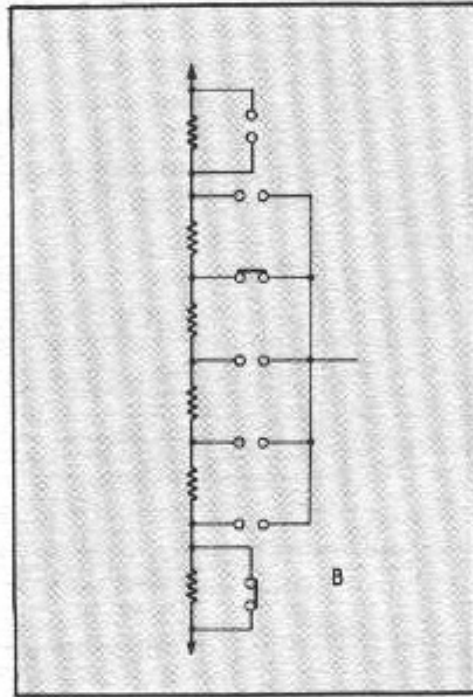


Fig. 5 : Exemple de potentiomètre ajusté par laser (A) et son schéma (B) (utilisé pour le circuit de la fig. 7).

Analog Circuits » par G. Erdi, dans IEEE J. of Solid-State Circuits de dec. 1975) : les jonctions base-émetteur polarisées en inverse se conduisent comme des diodes zener et ne conduisent pas. En les court-circuitant on peut faire varier les résistances d'émetteur du premier étage de l'amplificateur opérationnel et ainsi réduire son offset. La zener se comporte comme un fusible de court-circuit idéal : la chaleur produite par un surcourant se concentre naturellement dans une zone très petite, cela entraîne

une fusion en court-circuit très propre et nécessitant peu de courant.

• Les principes de réglages

Les principes de réglages sont très liés au schéma de base du convertisseur et les constructeurs sont en général très discrets sur ceux-ci. Mais on sait que les réglages interviennent pour les bits de poids élevés dont la précision est plus critique pour la linéarité. Analysons deux exemples : l'un à ajustage par faisceau laser, l'autre utilisant le zener zapping.

La figure n°7 nous montre le schéma de principe du premier

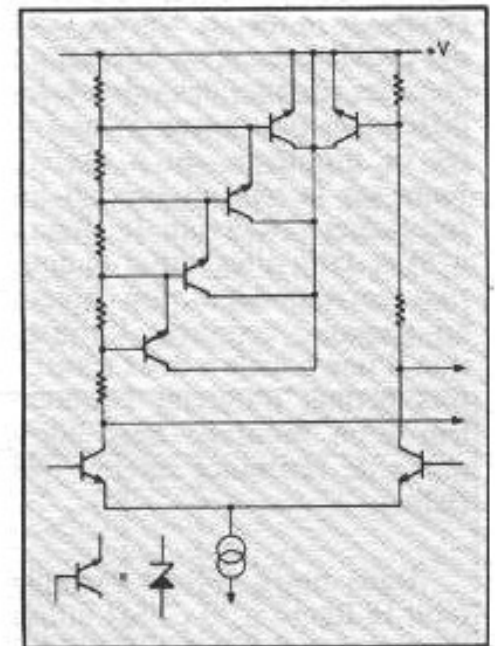


Fig. 6 : Ajustage de l'offset de l'étage d'entrée d'un amplificateur opérationnel par zener zapping.

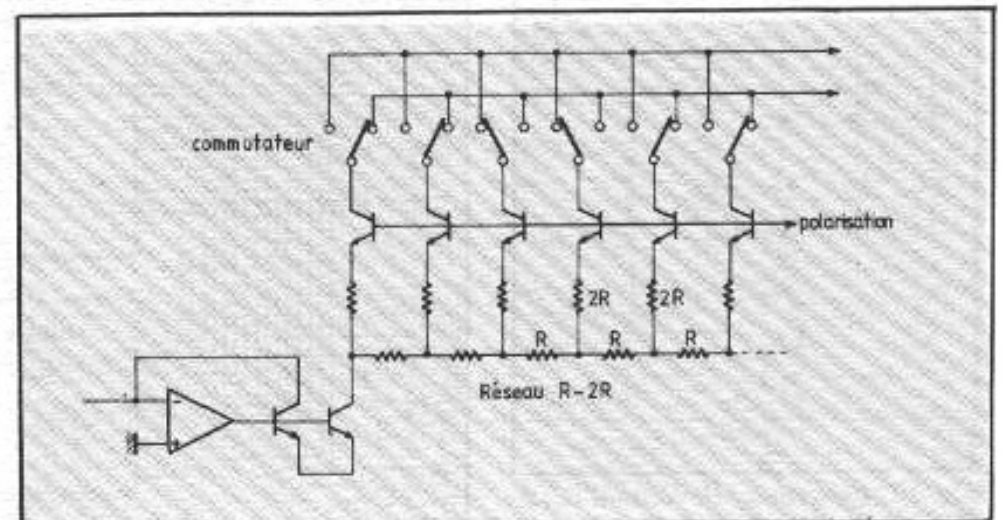


Fig. 7 : Principe de génération des courants d'un convertisseur.

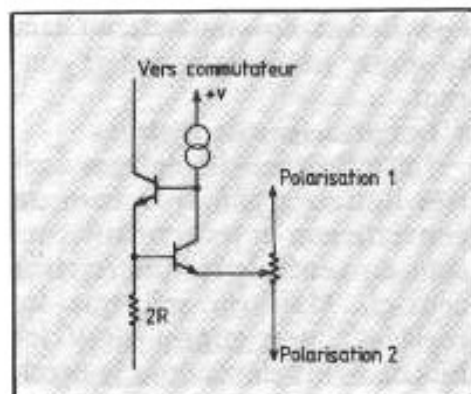


Fig. 8 : Ajustage du courant dans la résistance $2R$.

exemple : un convertisseur de 10 bits de Motorola. Il utilise un réseau R-2R pour générer les courants à commuter. Mais l'ajustage d'un tel réseau pose des problèmes : il y a interaction entre les réglages des valeurs des différentes résistances. Pour éviter ce problème, on a préféré jouer sur la tension vue par les résistances $2R$ (voir la figure n°8) et faire ainsi varier le courant correspondant (on notera au passage, comment l'utilisation d'une boucle à deux transistors permet d'obtenir l'équivalent d'un montage base commune de résistance interne très faible).

Dans notre second exemple (voir la figure n°9), PMI utilise le zener zapping pour régler des courants qui peuvent s'ajouter aux courants générés par le réseau R-2R correspondants aux

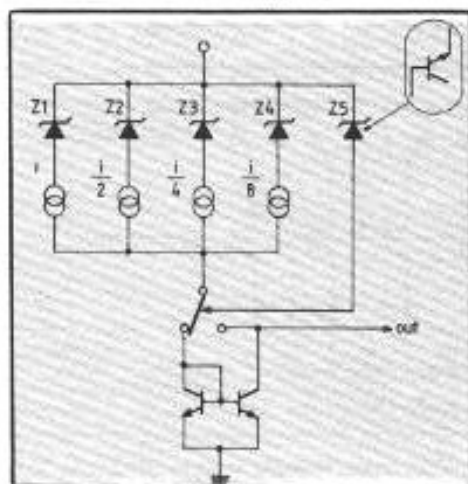


Fig. 10 : Générateur de courant (Z_1 à Z_4 règlent l'amplitude, Z_5 règle le sens du courant).

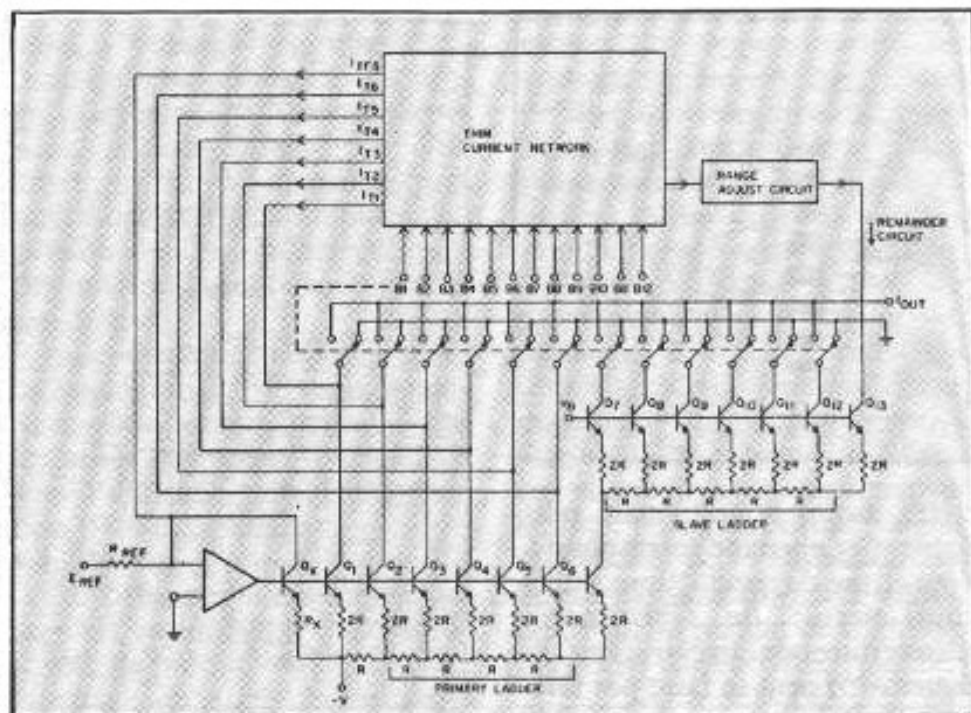


Fig. 9 : Schéma de principe d'un convertisseur avec correction de linéarité (doc. PMI).

bits de poids les plus élevés. la figure n°10 montre le détail d'un des générateurs de courant additionnel avec les « zeners » dont le court-circuit permet au courant du générateur de courant de passer, et avec un miroir de courant. C'est ainsi que PMI peut présenter comme avantage de son PM-562 : « No Laser Trimming Used in Fabrication ».

• La compensation statique

La compensation statique consiste à mesurer les erreurs de linéarité d'un convertisseur, à inscrire les corrections correspondantes dans une mémoire

morte et à utiliser les informations contenues dans cette mémoire pour corriger le convertisseur (voir figure n°11) généralement avec un convertisseur auxiliaire. Dans la pratique, on limite la mesure, la mémorisation et la correction aux erreurs produites par les bits de poids fort.

Si la compensation est réalisée sur la puce elle-même comme dans le cas du ICL 7134 d'Intersil (voir la figure n°12) et réglée lors de la fabrication du convertisseur, on est très proche de la philosophie de l'ajustage. Ici,

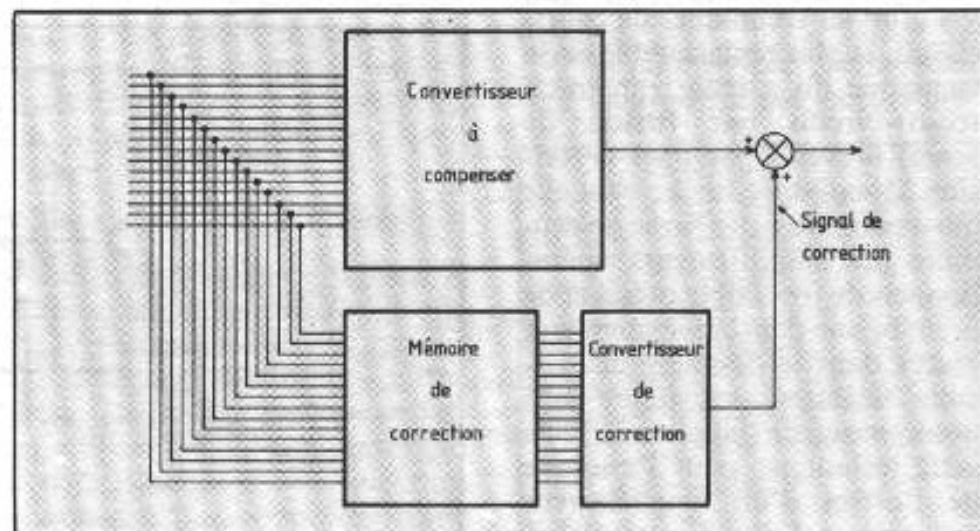


Fig. 11 : Principe de correction de la linéarité d'un convertisseur.

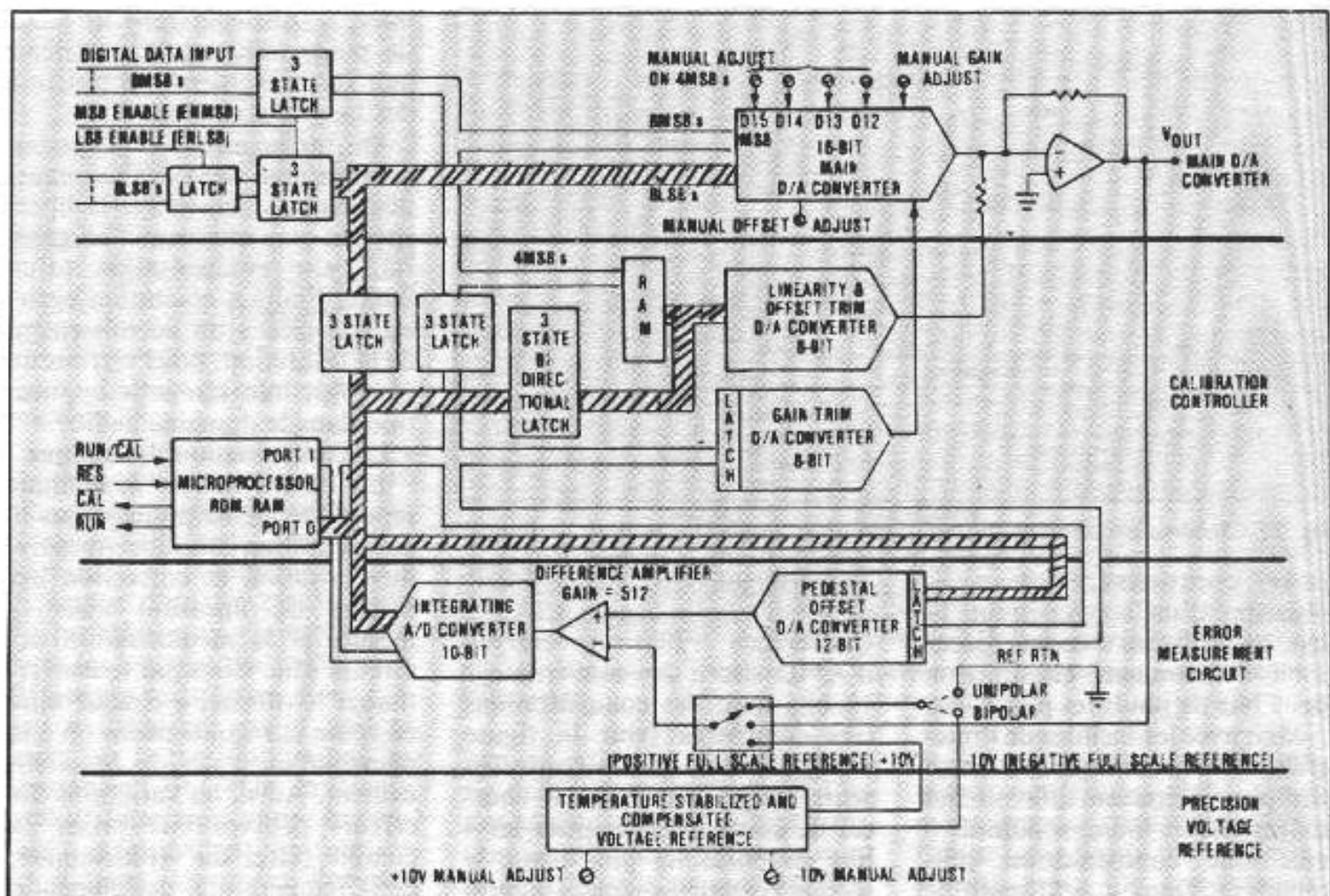


Fig. 14 : Schéma de principe du DAC 74 (doc. Burr-Brown).

tions), au prix d'un grand accroissement de la complexité. Ainsi, le DAC 74 de Burr-Brown (voir la figure n° 14) est un gros pavé qui utilise un microprocesseur pour corriger le gain, l'offset et la linéarité d'un convertisseur 16 bits.

Y. Manoli a décrit dans « A

Self-Calibration Method for Fast High-Resolution A/D and D/A Converters » (IEEE J. of Solid-State de juin 1989), un circuit monolithique qui permet par auto-calibration d'obtenir 14 bits de linéarité avec une technologie correspondant à une linéarité de 8 bits, en utilisant un

convertisseur de correction de 8 bits. A. Shibayama explique dans « Calibration System for 18-bit Digital Analog Converter » (International Symposium on Circuit and System, 1984) comment il a obtenu un convertisseur de 18 bits de précision à partir d'un convertisseur ayant une linéarité initiale de 10 bits.

La résolution

Accroître la résolution d'un convertisseur ? Rien de plus simple ! On saurait faire un convertisseur 32 bits, voire 64 bits sans problème. Il y a deux méthodes pour augmenter la résolution d'un convertisseur.

La première consiste à adjoindre un second convertisseur en parallèle (voir la figure n° 15) avec la bonne atténuation en sortie pour respecter l'échelle entre les deux convertisseurs. La seconde, très à la mode en ce moment, consiste à suréchantil-

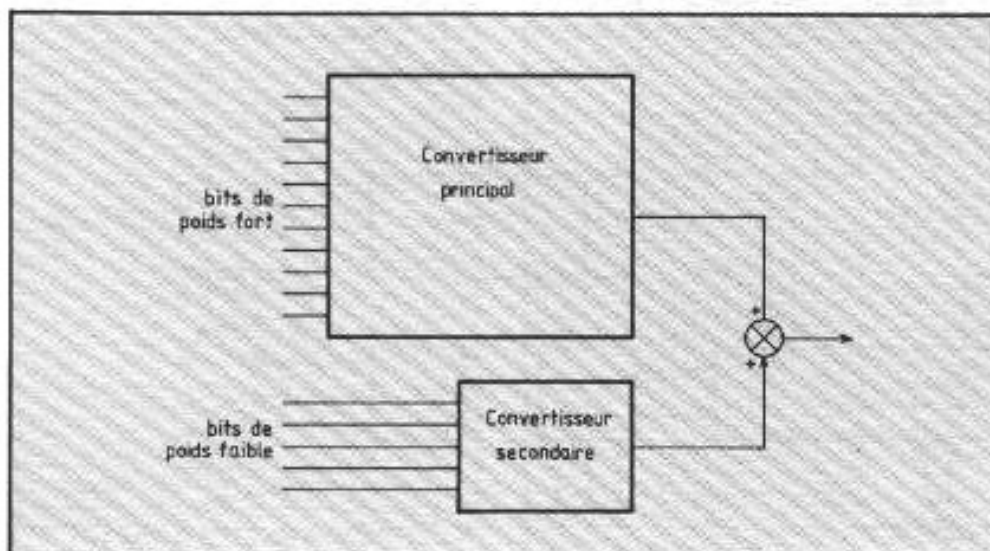


Fig. 15 : Accroissement de la résolution d'un convertisseur.

lonner et à filtrer, c'est le principe utilisé par de nombreux convertisseurs dynamiques dont nous vous avons déjà entretenu dans notre exposé sur les convertisseurs.

Cela a l'air facile, trop facile ! En effet, on a oublié la linéarité avec laquelle la résolution doit être homogène ; la vraie limite de la précision des convertisseurs, c'est la linéarité et les fabricants de convertisseurs ont le bon sens de ne pas chercher une résolution meilleure que la linéarité de la technologie qu'ils utilisent.

La figure n° 16 nous montre la linéarité qu'il est possible d'obtenir par la méthode des convertisseurs en parallèle. On voit que la fonction de transfert ainsi obtenue peut présenter des accidents incompatibles avec la résolution recherchée et on comprend pourquoi ceux qui utilisent cette méthode compensent en même temps les non-linéarités du convertisseur principal.

La figure n° 17 nous montre la linéarité obtenue par suréchantillonnage d'ordre 1 : les points intermédiaires sont équidistants entre les valeurs fournies par le convertisseur suréchantillonné ; contrairement au cas précédent, le gain en résolution est réel. En revanche, le gain en linéarité est nul. Il est vraiment dommage que, lorsque des fabricants de lecteurs de compact-disc prétendent qu'en utilisant un convertisseur de 14 bits de résolution (comme le TDA 1540) quatre fois suréchantillonné, ils obtiennent les mêmes résultats qu'avec un convertisseur 16 bits, il se trouve des esprits chagrins, comme moi, qui ont la mesquinerie de penser qu'en partant d'un convertisseur dont la linéarité est voisine de 12 bits, la linéarité du résultat est toujours de l'ordre de 12 bits malgré les 16 bits de résolution.

Les systèmes à suréchantillonnage d'ordre plus élevé (« noise shapping ») peuvent mieux lisser un accident de linéarité très

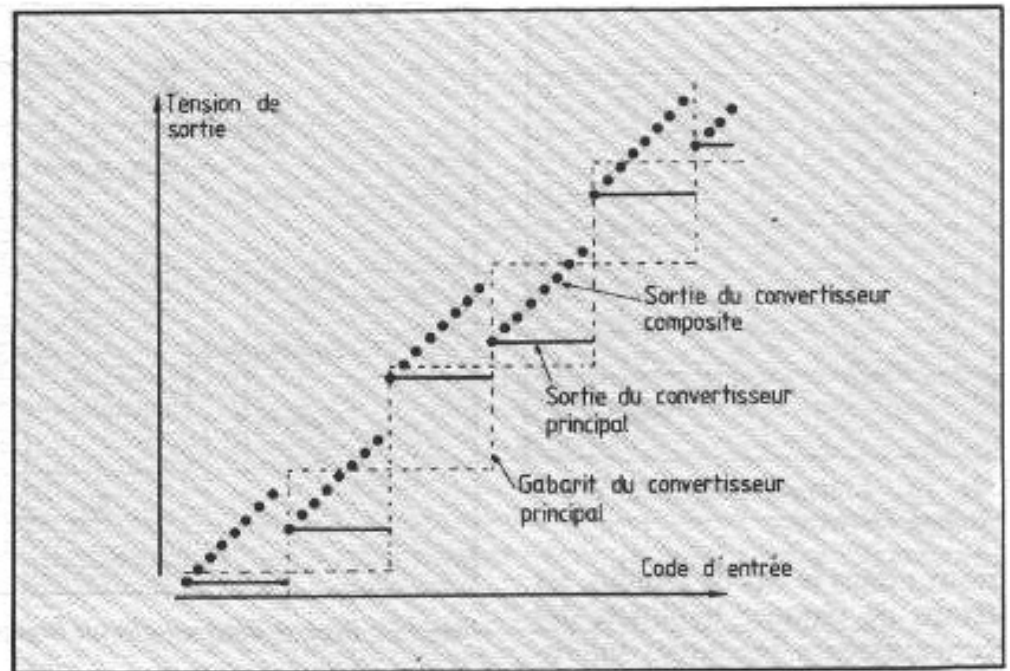


Fig. 16 : Fonction de transfert d'un convertisseur de linéarité $\pm 1/2$ LSB dont la résolution est accrue de 3 bits par un convertisseur auxiliaire.

ponctuel, mais fondamentalement ils ne peuvent pas améliorer la linéarité comme on veut nous le faire croire. Les systèmes qui vont jusqu'à utiliser en final un convertisseur 1 bit, échappent à ce reproche mais, à cause de leur fréquence de travail très élevée, ils ont d'autres problèmes sur lesquels je ne veux pas m'étendre ici. D'une manière générale, ces convertisseurs à suréchantillonnage sont intéressants pour les matériels de

grande diffusion mais sont absolument à proscrire dans les équipements audiophiles.

Les problèmes dynamiques

Les problèmes dynamiques des convertisseurs sont de deux natures : tout d'abord il y a la rapidité du convertisseur, ensuite il faut tenir compte des phénomènes transitoires. La rapidité d'un convertisseur est un problème qui peut être critique dans un certain nombre d'applica-

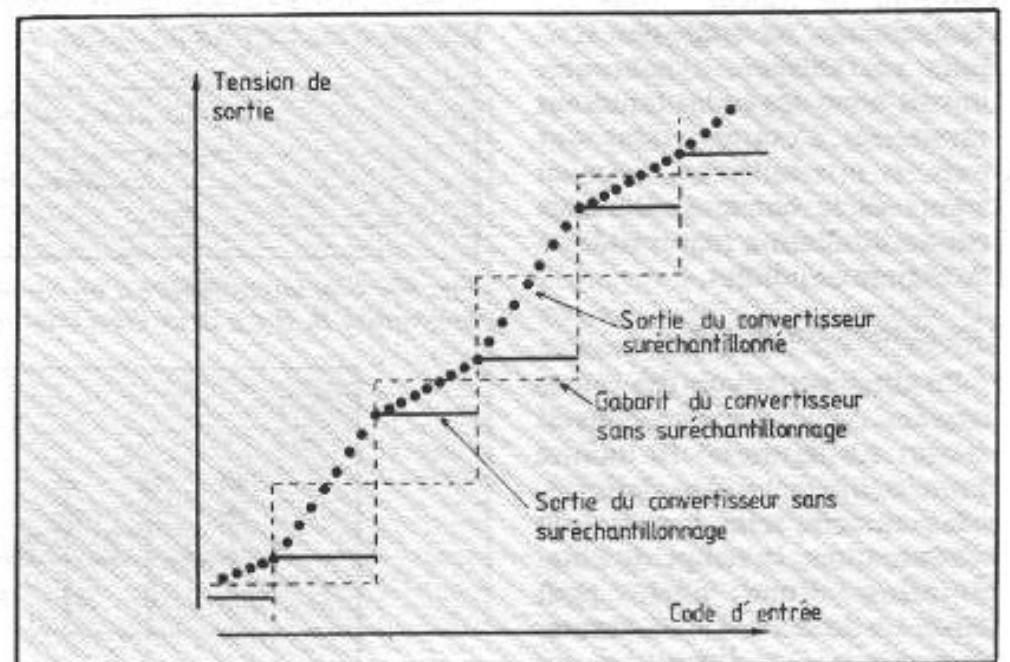


Fig. 17 : Fonction de transfert d'un convertisseur de linéarité $\pm 1/2$ LSB linéairement suréchantillonné 8 fois (la linéarité initiale est conservée).

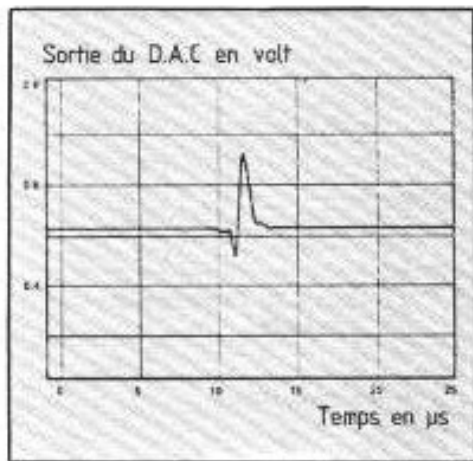


Fig. 18 : L'abominable glitch (doc. Analog Devices).

tions ; dans le cas de l'audio, les temps de réponse habituels des convertisseurs (quelques microsecondes) ne sont pas critiques (changement de code toutes les $22,8 \mu\text{s}$ pour l'échantillonnage nominal).

Plus critiques peuvent être des dispersions sur les temps de réponse (en fonction des changements de code) ou des phénomènes transitoires de commutation ; ces phénomènes transitoires (voir la figure n° 18) sont appelés « glitch » en anglais. Ils sont produits par des codes intermédiaires parasites qui apparaissent en sortie : quand on passe d'un code à un autre, certains bits sont conservés et d'autres changent de valeur ; tous ces changements ne sont pas toujours parfaitement synchrones, on voit donc des codes fantômes transitoires. Ces transitoires sont brefs, et pris isolément, sont en dehors de la bande audio mais leur accumulation peut produire des signaux audibles.

Les causes du glitch

Le glitch peut avoir des causes externes ou internes au convertisseur. La figure n° 19 montre d'une manière un peu caricaturale comment, selon le sens de la commutation, le temps de commutation d'une porte peut dépendre du sens de la commutation. Si les modifications du code d'entrée du convertisseur ne sont pas parfaitement syn-

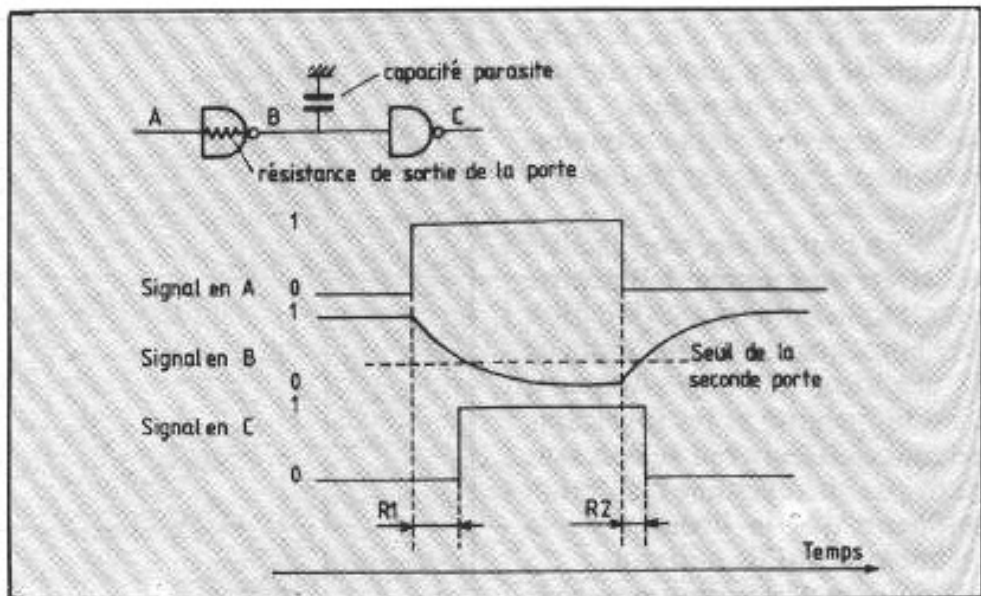


Fig. 19 : Retard dans un circuit logique fonction du sens de la transition.

chronisées entre tous les bits, même un convertisseur parfait présentera des phénomènes de glitch en sortie.

En interne, les causes de glitch peuvent se situer dans la partie logique ou la partie analogique.

Dans la partie logique, outre les temps de transit variables en fonction du sens de la commutation déjà décrit, peuvent intervenir parfois des retards volontairement introduits au niveau de la conception : lorsqu'une commu-

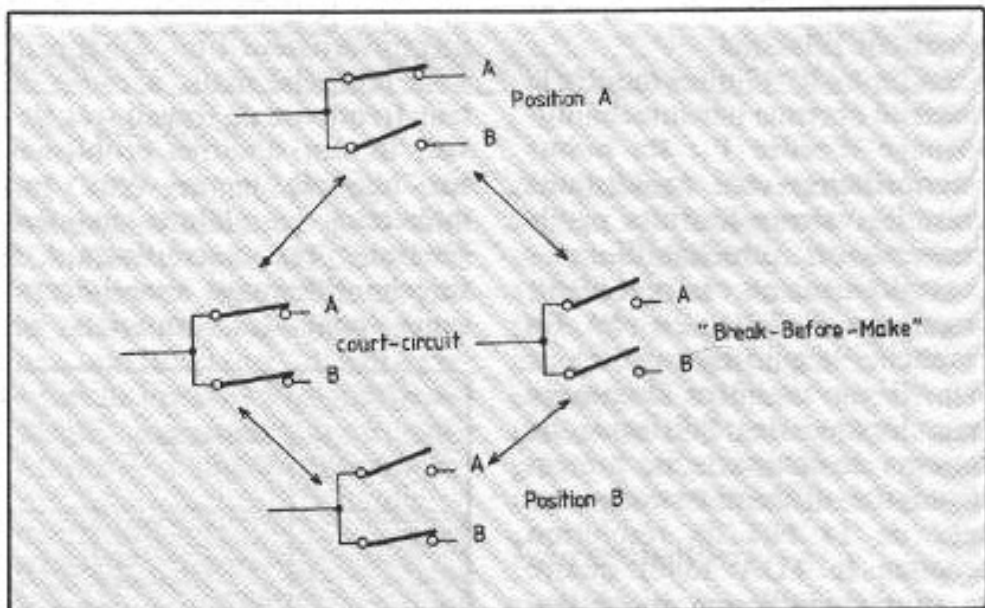


Fig. 20 : Etat intermédiaire d'un commutateur : pour passer de la position A à la position B, il y a deux états intermédiaires possibles.

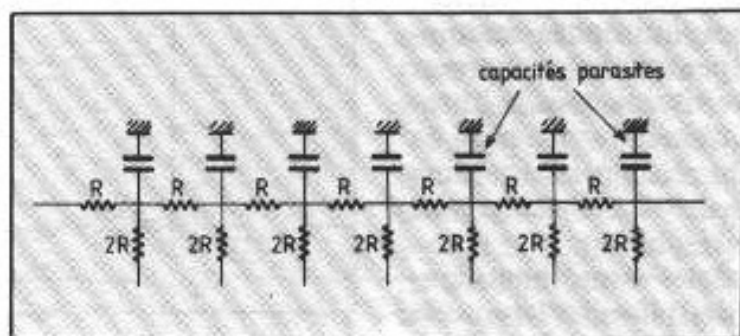


Fig. 21 : Le réseau R-2R : une ligne à retard involontaire.

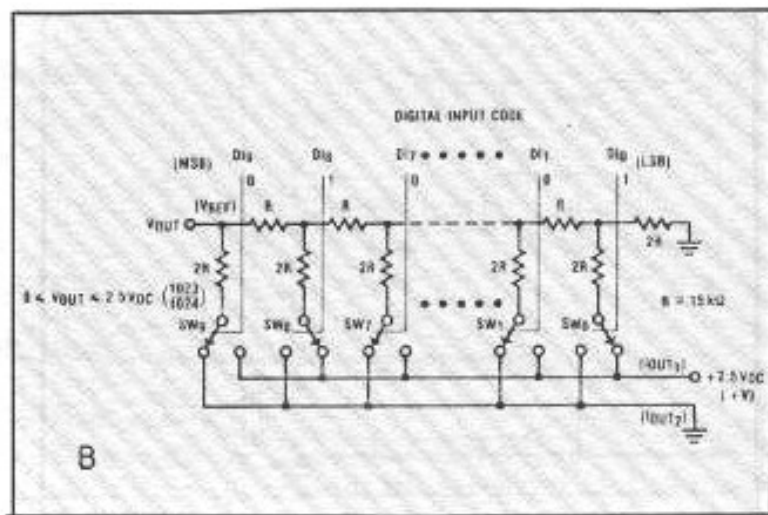
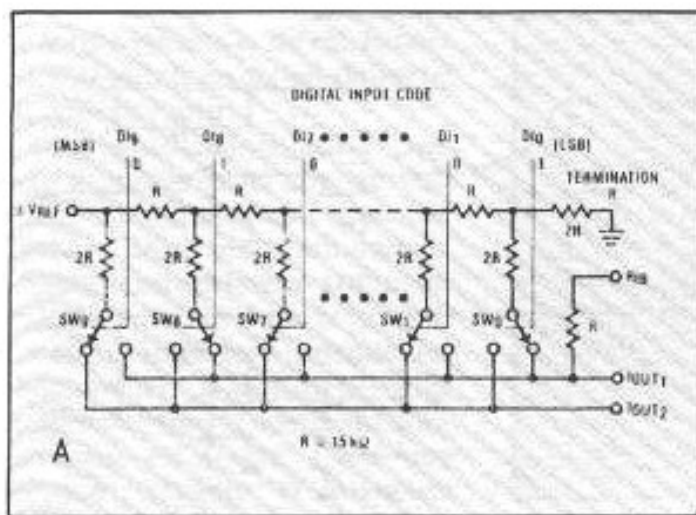


Fig. 22 : Le même convertisseur CMOS selon son utilisation en mode courant (A) ou en mode tension (B) aura un glitch plus ou moins important (doc. N.S.).

tation est faite, on veut éviter des états transitoires dans lesquels les deux interrupteurs élémentaires sont tous les deux conducteurs (voir la figure n° 20), un commutateur étant toujours réalisé avec deux interrupteurs élémentaires. C'est le principe du « Break-Before-Make » dont parlent les fabricants de commutateurs analogiques.

Les causes analogiques du glitch sont liées au temps que met le résultat de la commutation à parvenir à la sortie du convertisseur. Un réseau R-2R (voir la figure n° 21) avec les inévitables capacités parasites est une véritable ligne à retard et les commutations correspondantes

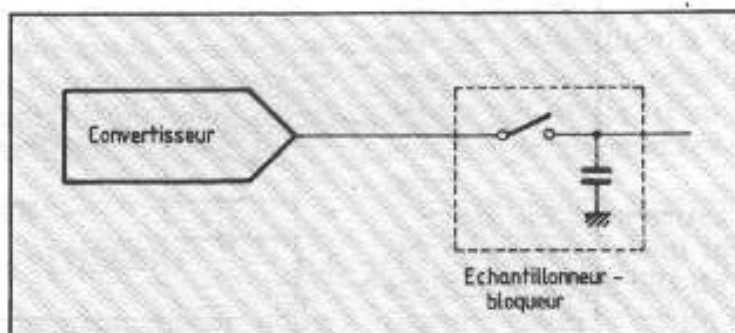


Fig. 23 : Mémorisation du signal en sortie du convertisseur pendant les commutations.

aux poids les plus faibles doivent parcourir un chemin plus long que celles des poids forts. Tous les principes des convertisseurs ne sont pas égaux devant cette cause de glitch. Les moins sensibles sont ceux dans lesquels le réseau R-2R est parcouru par des

courants fixes et dans lesquels les commutations se font le plus près de la sortie (voir la figure n° 22).

Les remèdes au glitch

Habituellement, on cherche à minimiser les effets du glitch qu'on constate en sortie du convertisseur retenu. Il existe trois solutions principales à ce problème : la première utilise un circuit de type « échantillonneur-bloqueur » (Sample-And-Hold en anglais) qui mémorise la valeur précédente du signal de sortie du convertisseur pendant la commutation (voir la figure n° 23). On trouve déjà ce type de circuit dans beaucoup de lecteurs de compact ; ils n'utilisent qu'un seul convertisseur pour traiter les deux voies et ils ont donc besoin de mémoriser la valeur du signal sur une voie pendant que celle de l'autre est élaborée (voir la figure n° 24).

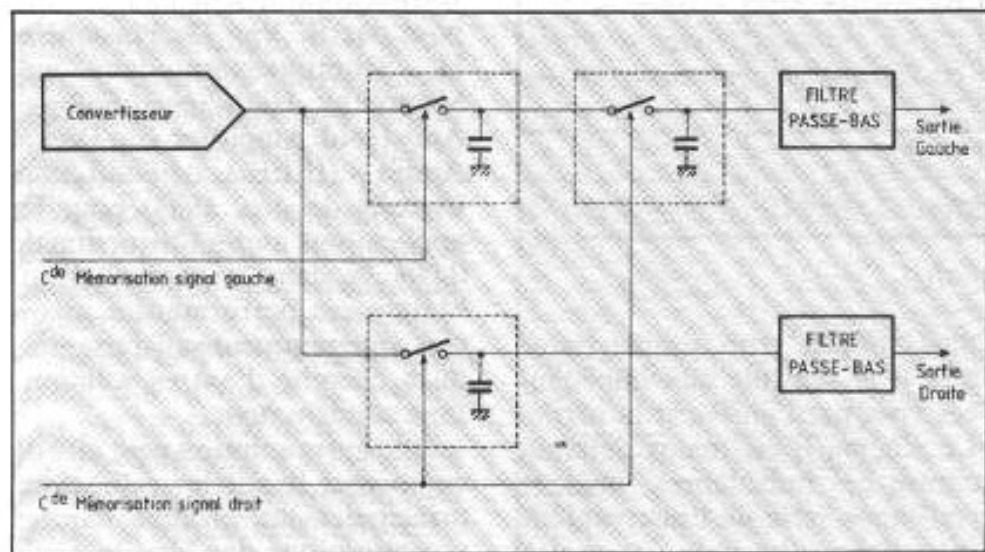


Fig. 24 : Schéma de sortie de beaucoup de lecteurs de CD. (Le second échantillonneur bloqueur sur la voie gauche restitue le synchronisme des deux signaux échantillonnés simultanément lors du codage initial.)

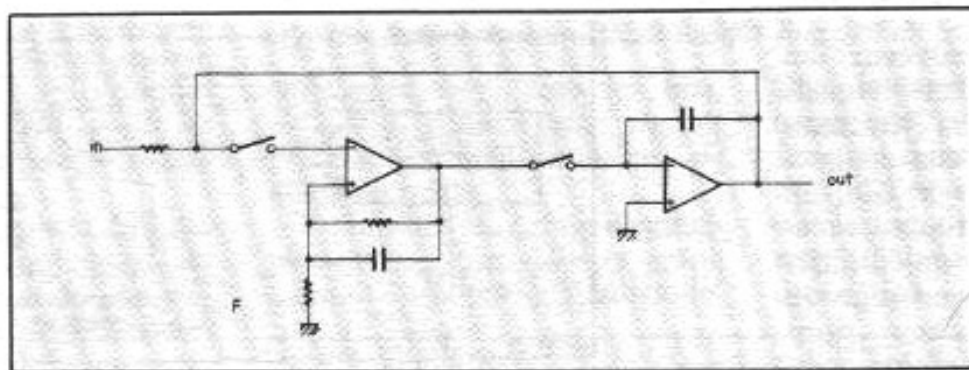
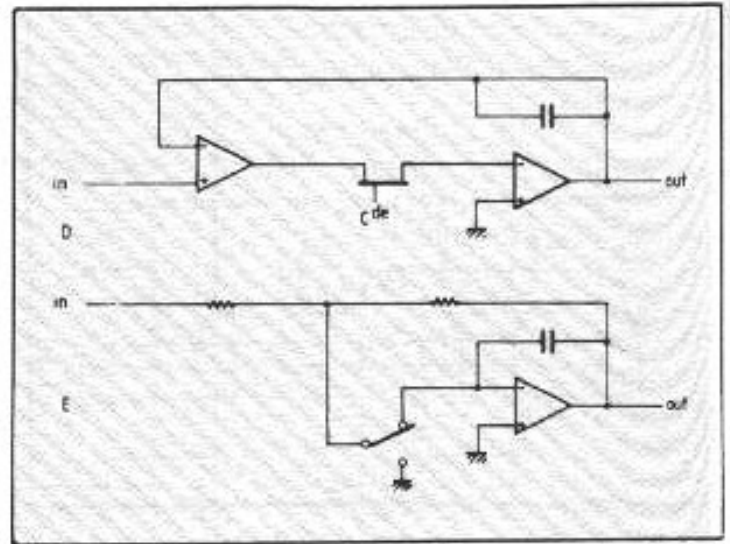
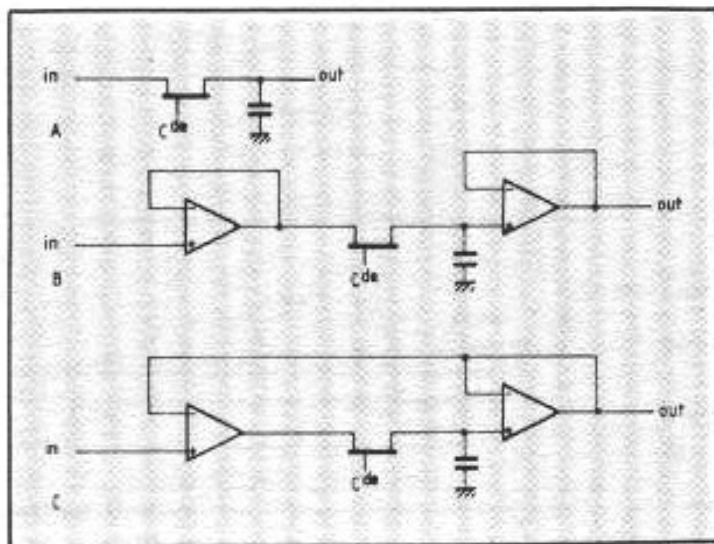


Fig. 25 : Différents schémas d'échantillonneurs-bloqueurs.

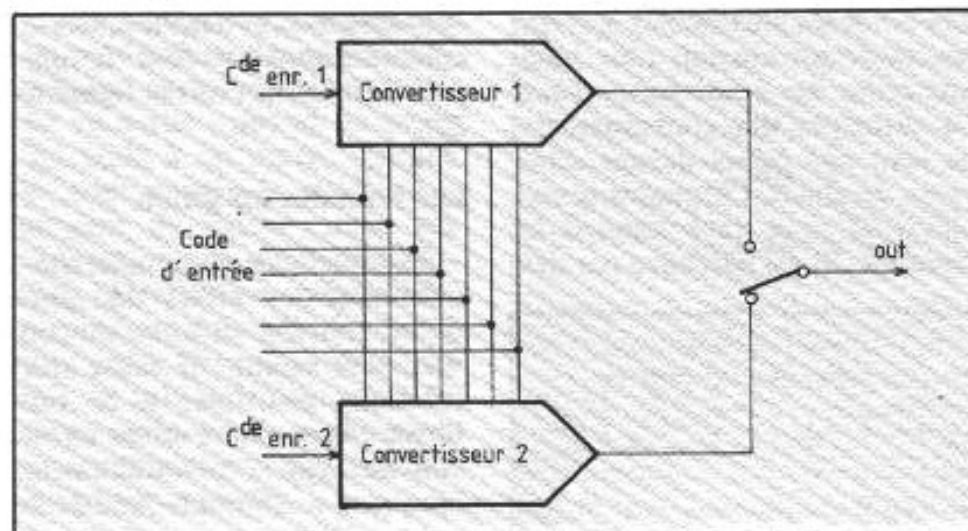


Fig. 26 : Deux convertisseurs contre le glitch.

Mais l'échantillonneur-bloqueur n'est pas un circuit au-dessus de tout reproche ; en général, il utilise deux composants que les audiophiles affectionnent tout particulièrement : condensateurs et circuits intégrés. La figure n° 25 nous montre plusieurs schémas de principe possibles : le schéma A est le

plus simple, trop simple parce que trop sensible aux impédances vues par l'entrée et la sortie. Le schéma B est mieux défendu contre ces impédances, mais la résistance série de l'interrupteur introduit avec la capacité mémoire un filtrage indésirable. Dans le schéma C, l'interrupteur est inclus dans une boucle qui

limite les effets de son impédance. Dans le schéma D, la capacité mémoire est incluse dans un circuit intégrateur qui réduit les effets de ses non-linéarités.

Le schéma E est couramment utilisé en audio en sortie des convertisseurs et le schéma F est proposé par R. Van De Plassche et H. Schottwenaars dans « A Monolithic High-Speed Sample-And-Hold Amplifier for Digital Audio » (IEEE J. of Solid-State Circuits de déc. 1983) pour les applications audio (distorsion de 0,001 % dans la bande audio). Malgré ces performances mesurées apparemment satisfaisantes, on a cherché d'autres solutions sans condensateur.

Une autre solution peut être de compenser le glitch ; celui-ci est principalement produit par les commutations des bits de poids les plus élevés, il est donc relativement prévisible. Il suffit donc de générer un signal transitoire

de forme voisine et de retrancher cet anti-glitch au signal de sortie du convertisseur.

Une troisième solution consiste à utiliser pour chaque voie deux convertisseurs (voir la figure n° 26) et un commutateur. Chaque convertisseur traite un code d'entrée sur deux et la commutation intervient lorsque les phénomènes transitoires sont terminés et que la sortie du convertisseur est stable. C'est une solution élégante et luxueuse mais qui impose une contrainte supplémentaire : un très bon appairage entre les deux convertisseurs.

En effet, en audio, l'important pour un convertisseur, c'est sa linéarité relative ; nous ne sommes guères sensibles à la précision absolue des convertisseurs utilisés puisqu'une légère erreur sur le gain n'a pas d'importance. Ici, en revanche, tout écart de gain entre les deux convertisseurs produira un signal à la fréquence de commutation (22,05 kHz) modulé en amplitude par le signal audio ; le repliement de bande correspondant (voir la figure n° 27) n'est pas acceptable.

La distorsion

La distorsion des convertisseurs sur signaux sinusoïdaux dans la bande audio n'est mesurée que pour les convertisseurs dédiés aux applications audio. La méthode de mesure (voir la figure n° 28) utilise une génération numérique de sinusoïde, un filtre, un codeur analogique-numérique et un traitement mathématique à base de transformation de Fourier numérique rapide. La méthode de mesure n'est pas au-dessus de toute critique. Par exemple, PMI a étudié les effets de la manière dont les valeurs d'entrée sont arrondies (quantification oblige) et constaté que la méthode choisie influe sur le résultat. L'effet de la digitalisation et de l'analyse

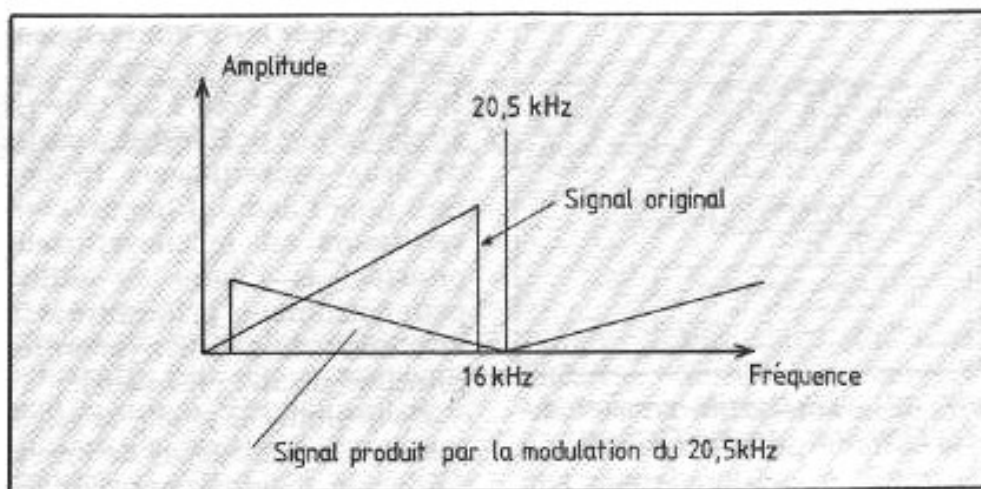


Fig. 27 : Repliement de bande : un signal à 6 kHz produit un signal à 14,5 kHz (20,5 - 6).

mathématique du signal mériterait aussi une étude. Quoi qu'il en soit, les mesures traditionnelles ont montré leurs limites dans le domaine audio.

Le choix du convertisseur

Mais comment choisir notre convertisseur ? Les analyses que nous venons de faire sont, certes, très intéressantes mais ne guident guère. Nous savons que les mesures traditionnelles sont sujettes à caution. Dans l'état actuel des techniques audio, la meilleure solution est encore de faire notre choix sur des critères subjectifs dans le cadre d'une expérimentation rigoureuse.

Pour rendre cette expérimentation subjective possible et fructueuse, nous devons, sur des cri-

tères théoriques, borner le nombre de réalisations à tester et nous réserver la possibilité de tester les effets d'un certain nombre de paramètres élémentaires.

Parmi les paramètres à choisir, un premier point important est le nombre de bits du convertisseur ; certes, c'est un paramètre étroitement lié au traitement numérique qui précède le convertisseur mais c'est un paramètre très intéressant et facile à tester. Nos montages de test auront donc un nombre de bits d'entrée élevé : 18 ou si possible 20.

Autre point capital, la technologie retenue pour le convertisseur : on peut utiliser un convertisseur monolithique déjà existant, faire son propre convertisseur à partir de résistances et de transistors discrets ou bien rete-

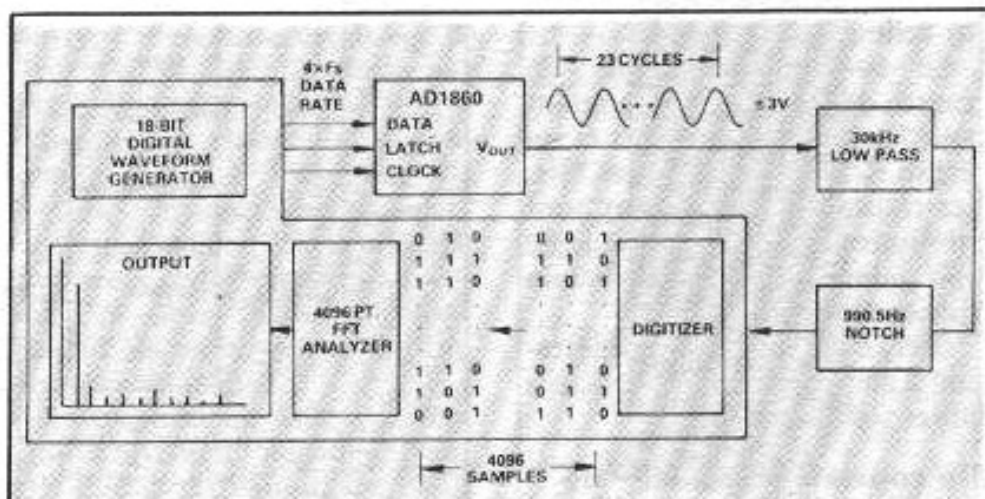


Fig. 28 : Mesure de distorsion des convertisseurs audio (doc. Analog Devices).

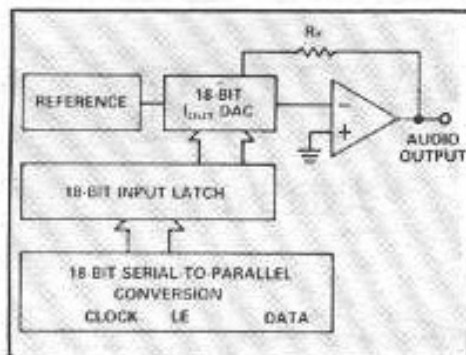


Fig. 29 : Schéma de principe du AD 1860 (doc. Analog Devices).

nir une combinaison intermédiaire comme un convertisseur conçu à partir de plusieurs convertisseurs monolithiques ou encore un mélange de convertisseurs monolithiques et convertisseurs en éléments discrets. Pour nous aider dans nos choix, nous pouvons analyser quelques réalisations de ces différents types utilisés dans le domaine audio.

Un convertisseur monolithique

Un bon exemple de convertisseur monolithique est le récent AD 1860 d'Analog Devices : c'est le dernier cri de la technique, il utilise une combinaison de technologie CMOS pour la partie logique et d'une combinaison de technologie bipolaire et de technologie MOS pour la partie analogique. La puce contient tous les circuits nécessaires (voir la figure n° 29) ; la résolution est de 18 bits et sa linéarité semble être un peu moins bonne puisque le constructeur est assez discret sur celle-ci.

Le convertisseur utilise un réseau de sources de courant pour les bits de poids fort et un réseau R-2R pour les autres bits. Les résistances des réseaux sont fabriquées avec une technologie film mince de chrome-silicium ajustée au laser.

Bref, c'est un produit intéressant à comparer à d'autres possibilités technologiques.

Un convertisseur à base de convertisseurs monolithiques

Un bel exemple de ce type de

convertisseur est le convertisseur utilisé par le DAT Nakamichi 1000 (voir la figure n° 30). Il atteint 20 bits de linéarité à partir de deux convertisseurs 16 bits faits pour l'audio. L'un des convertisseurs est le convertisseur principal et l'autre est utilisé pour améliorer la linéarité et la résolution du premier (selon les principes décrits plus haut).

Pour limiter le glitch, la sélection des convertisseurs de base a fortement tenu compte de ce paramètre. Toutefois, le phénomène n'ayant pas été ainsi totalement éliminé, un circuit de compensation est utilisé.

Avec cette structure, nous allons réaliser un convertisseur 18 bits à partir de convertisseurs 12 bits, sans compensation de glitch. Nous avons retenu pour les convertisseurs de base la précision de 12 bits parce qu'elle nous donne une plus grande liberté dans le choix de la technologie et du principe de ce convertisseur.

Un convertisseur en éléments discrets ?

Un tel convertisseur est complexe à réaliser mais c'est la seule façon de maîtriser les problèmes de glitch dans les circuits logiques et analogiques et d'utiliser des résistances dont on peut choisir la technologie. Plutôt qu'un convertisseur purement réalisé en éléments discrets, nous nous donnons comme objectif de réaliser dans un premier temps un système avec un convertisseur principal en éléments discrets complété, pour la linéarité et la résolution, par un convertisseur monolithique déglitché.

Conclusion

Notre analyse des problèmes des convertisseurs ne nous permet pas de faire un choix parmi les différentes possibilités, mais oriente notre recherche vers une approche expérimentale subjective qui va nous demander beaucoup de travail mais qui devrait être passionnante.

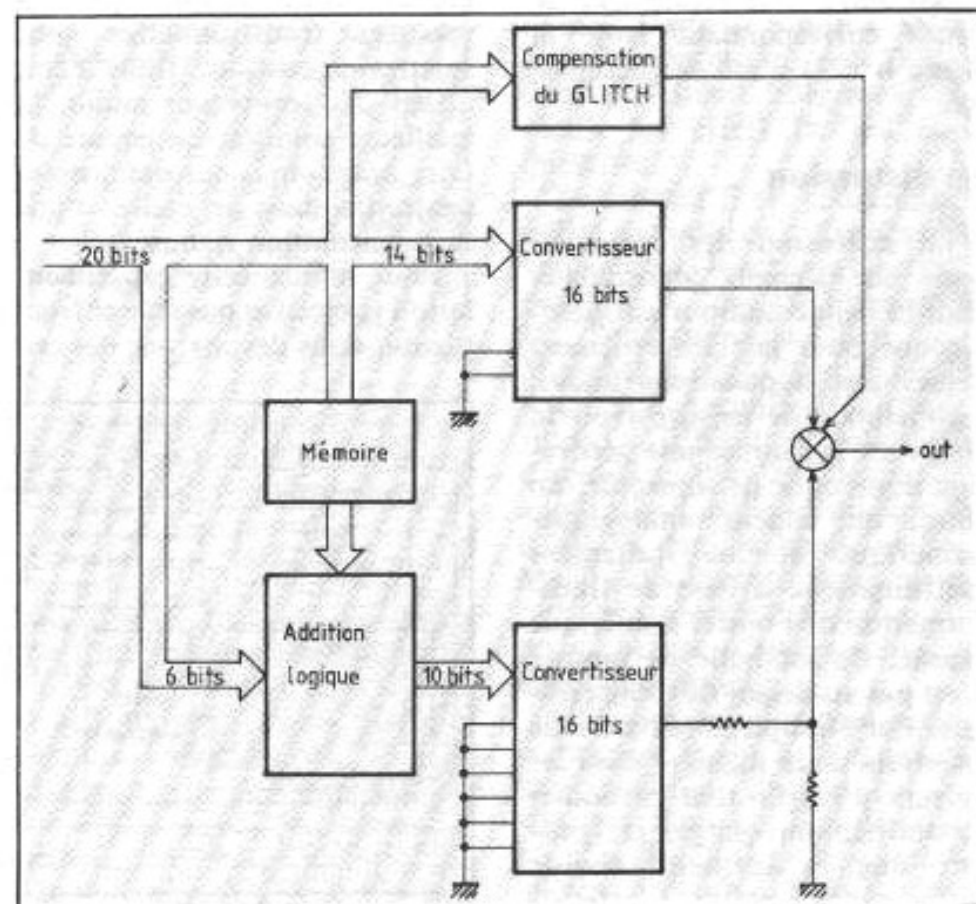


Fig. 30 : Schéma de principe du convertisseur du DAT Nakamichi 1000.

PRESSE ETRANGERE

Jean Hiraga

Le caisson grave à amplificateur intégré Onkyo SL-10.

Par Masami

Furubayashi.

Radio Gijutsu, octobre 1989, Japon,

accompagné d'extraits de l'article intitulé :

« Le haut-parleur à résonateurs et ses applications ».

Revue La Nature, octobre 1933.

Aujourd'hui, en haute-fidélité, les systèmes de haut-parleurs les plus courants adoptent principalement trois types de charge : la charge close, la charge bass-reflex (ou à évent accordé), ainsi que le baffleur. Viennent ensuite des systèmes de charge qui sont soit moins connus soit destinés à une application précise : caisson grave, sonorisation, système à haut rendement. Citons en exemple le labyrinthe replié, les charges « RJ », Carlson, symétriques, TQWT, à pavillon frontal ou dorsal replié, la charge à radiateur dit passif, la charge « ASW ».

Mais il ne fallait pas oublier un autre type de charge baptisé en américain « Multi-Duct Load enclosure » ou, plus exactement, la charge à accords multiples. Il semble intéressant de se remettre en mémoire ce principe qui, inconnu de la part de certains constructeurs, a parfois été, non

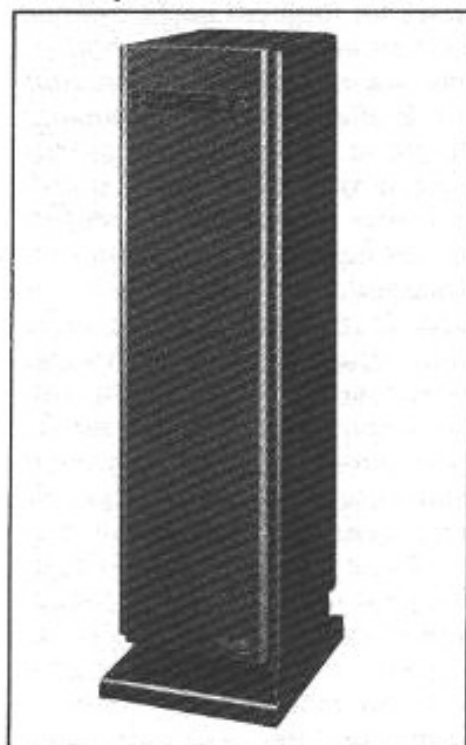
pas plagié, mais tout simplement réinventé par des concepteurs mal informés. En partant de la dizaine de principes de charge énoncés ci-dessus, on peut réaliser de nombreuses variantes qui, bien mises en valeur sous la forme d'une description théorique, peuvent parfois conduire à l'acceptation d'un brevet d'invention. Parfois, la commission chargée d'effectuer la recherche d'antériorité est mal informée, de sorte qu'une description antérieure non brevetée peut passer inaperçue.

L'enceinte à accords multiples est, en quelque sorte, une extension, une extrapolation de la charge dite bass-reflex dont la première description semble avoir pour auteur A.L. Thuras et remonter au début des années 30. En 1936, l'enceinte à accords multiples a fait l'objet d'un article dans le numéro d'octobre de la revue américaine Radio Engineering. Cet article avait pour auteurs Caulton, Dickey et Perry. Ces trois ingénieurs attachés à la firme RCA avaient baptisé cette enceinte « Magic Voice », la « Voix Magique ». Ce type d'enceinte décrit sur la figure 1, ne doit toutefois pas être confondu avec d'autres principes de charge tel que la charge close à l'intérieur de laquelle sont disposées plusieurs cavités accordées. Ici, le principe consiste à charger soit une face, soit les deux faces du haut-parleur par un certain nombre de tuyaux résonateurs.

L'invention de cette enceinte semble revenir à l'ingénieur français Edouard d'Alton. En 1930, il fit breveter un orgue électro-acoustique qu'il baptisa « Dal-

tona ». Conscient des non-linéarités des systèmes enregistreurs et reproducteurs basse fréquence, il proposa d'effectuer une compensation de linéarité amplitude/fréquence, non pas au niveau de l'électronique, ce qui était déjà possible à cette époque, mais par des moyens purement acoustiques. En reprenant quelques extraits de l'article paru dans le numéro d'août 1933 de La Nature, on lit en effet :

On peut s'apercevoir que les haut-parleurs ordinaires permettent une reproduction convenable des sons graves avec parfois des pointes de résonance exagérées. Ils rendent par contre difficile la reproduction des fréquences supérieures à 4 ou 5 000 Hz. C'est un fait regrettable car c'est en restituant tous les harmoniques que l'on peut reproduire fidèlement les timbres musicaux. En adoptant des correcteurs de



Caisson grave Onkyo SL-10.

tonalité sur des phonographes électro-acoustiques des systèmes à commande variable, il est possible d'obtenir une correction adaptée à chaque type d'émission radio. Mais il peut également venir à l'idée de réaliser ces corrections par des dispositifs acoustiques, en employant notamment ce que l'on appelle des résonateurs. Un résonateur en acoustique, est un corps qui reproduit par sympathie des sons émis à proximité de celui-ci. Le résonateur se met alors à vibrer à l'unisson en renforçant le son exciteur. En prenant un exemple connu, si l'on approche d'un piano un diapason en action, on constate que l'instrument de musique résonne en sympathie en prolongeant la note émise, même lorsque le diapason a cessé de vibrer.

Le plus simple des résonateurs est constitué d'une masse d'air contenue dans une cavité. L'expérience classique consiste à approcher un diapason en vibration près de l'ouverture d'une longue éprouvette à pied contenant un liquide. En versant de l'eau ou du mercure progressivement dans l'éprouvette de façon à raccourcir la colonne d'air, il arrive un moment où la colonne d'air se met à vibrer en renforçant vigoureusement le son émis par le diapason. En diminuant encore la hauteur de la colonne d'air, le système redevient sourd, mais peut éventuellement renforcer des harmoniques du son fondamental. Le saxophone, le tuba, le trombone, l'orgue ou la flûte appliquent ce principe. Remarquons qu'un tuyau très étroit entre en résonance sur les harmoniques du son exciteur tandis que les tuyaux d'orgue ne renforcent que les fondamentales. Cette résonance par sympathie peut modifier le son fondamental exciteur. Le timbre du son exciteur obtenu par procédé acoustique varie selon la forme du tube, selon les matériaux employés, selon la rigidité

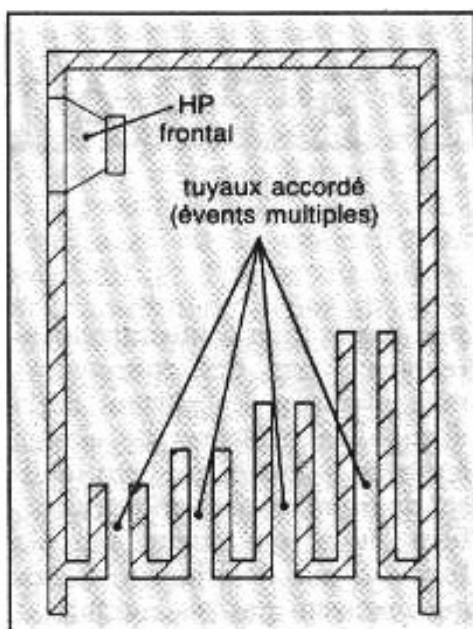


Fig. 1 : Enceinte à accords multiples « Multi-Duct Load enclosure ». Sa première description remonte à 1936.

et le degré de finition de la paroi interne du tube. En chargeant acoustiquement un haut-parleur par plusieurs tubes de longueur et de diamètre choisis avec soin, on pourra renforcer la fondamentale ainsi que les harmoniques avec possibilité de modeler à volonté l'amplitude de chaque harmonique et le nombre d'harmoniques. Le bois, le zinc et d'autres matériaux utilisés pour la réalisation de ces résonateurs permettent de favoriser la restitution d'harmoniques donnés.

Dans ce passionnant article, il est ensuite fait état de l'application de ce principe, non pas sur un orgue électro-acoustique, mais sur un haut-parleur pour utilisation en basse-fréquence, pour la radio ou le cinéma. Il est fait état de très bons résultats (obtenus certes après un fastidieux travail de mise au point) pour l'application du cinéma parlant (figure 2). Il n'est pas improbable que les trois ingénieurs de la RCA cités plus haut aient été au courant de l'invention de l'ingénieur français Edouard d'Alton. Toujours est-il que leur enceinte (figure 1) peut-être considérée comme un amalgame du principe d'Alton et

de l'enceinte Bass-Reflex à évent accordé.

Plusieurs enceintes sont elles-mêmes dérivées de celle de la figure 1. L'enceinte Carlson, par exemple, est une enceinte Bass-Reflex dont la face frontale est précédée d'un baffle ajouré en forme de V inversé en son centre, de façon à utiliser l'onde arrière selon un accord déterminé par l'évent, mais diffusé par le baffle avant. Parmi les réalisations récentes, le caisson grave du système Acoustimass de même que le "canon" grave américain de Bose sont des réalisations dont le principe est pratiquement similaire à celui de l'ingénieur d'Alton.

Le dernier caisson grave mis au point par la firme japonaise Onkyo, la version SL-10, s'inspire lui aussi de ce principe.

La première version du caisson grave Onkyo, le SL-1, remonte à 1978. Ce caisson de dimensions réduites (environ 60 litres) était constitué de deux volumes, le premier chargeant un haut-parleur de 20 cm placé à l'intérieur de l'enceinte, le second chargeant du côté intérieur la partie frontale du haut-parleur et du côté extérieur un radiateur passif plan et rigide de

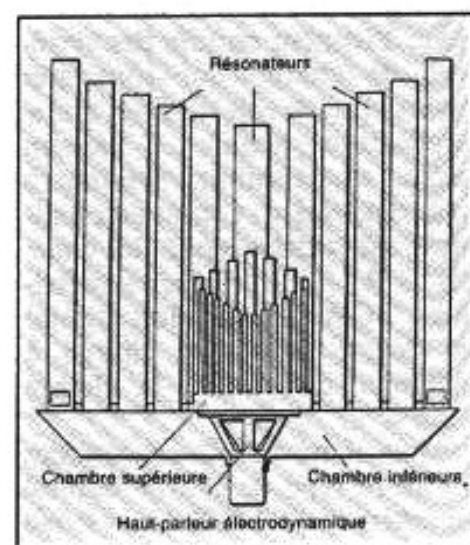


Fig. 2 : Coupe schématisée de l'enceinte à résonateurs multiples frontaux et dorsaux conçue par l'ingénieur français Edouard d'Alton en 1930.

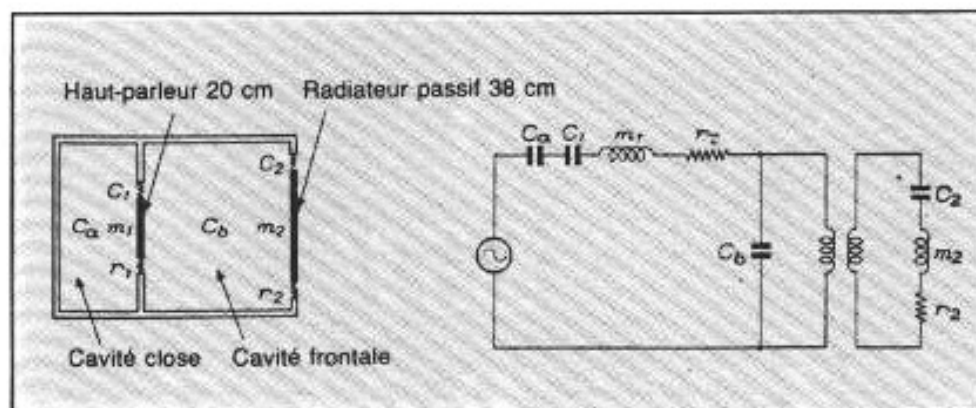


Fig. 3 : Vue en coupe du caisson grave Onkyo SL-1 avec son équivalent électrique.

diamètre 38 cm pourvu d'une suspension périphérique en demi-tube. Ce caisson et son équivalent électrique sont représentés sur la figure 3.

Nous savons tous qu'une enceinte dite "Bookshelf", de "bibliothèque", de volume compris entre 20 et 60 litres ne peut, pour des raisons évidentes, basées sur des principes physiques et acoustiques reproduire des fréquences inférieures à 60 Hz sans atténuation rapide de niveau. Sur les grands systèmes, il reste très difficile de reproduire des fréquences inférieures à 40 Hz. Il est cependant facile de mettre en évidence le fait que sur la majorité des enregistrements, la bande audio comprise entre 20 et 80 Hz contient de nombreuses informations. En les ajoutant au reste de la bande audio habituellement restituée, il se produira sur l'auditeur des sensations d'ampleur, d'espace de perspective stéréophonique qu'il ne qu'il

ne pourra guère rencontrer que sur des grands systèmes dont le prix est difficilement abordable. Masami Furubayashi, ingénieur-concepteur chez Onkyo a remarqué qu'une bonne majorité de caissons graves volumineux ou compacts présentaient rarement une courbe de réponse en fréquence linéaire. Le plus souvent, il s'agissait d'une courbe d'aspect pointu, chutant rapidement en niveau acoustique de part et d'autre d'une fréquence située entre 60 et 100 Hz. Ce manque de linéarité présente des inconvénients connus. Le réglage de niveau du caisson grave est difficile à optimiser car on obtient un effet "boomy" dès que l'on cherche à restituer des fréquences très basses soit encore des creux, des manques d'énergie de part et d'autre de la bande la mieux restituée. C'est pour pallier cet inconvénient que le caisson grave Onkyo SL-10 a été conçu.

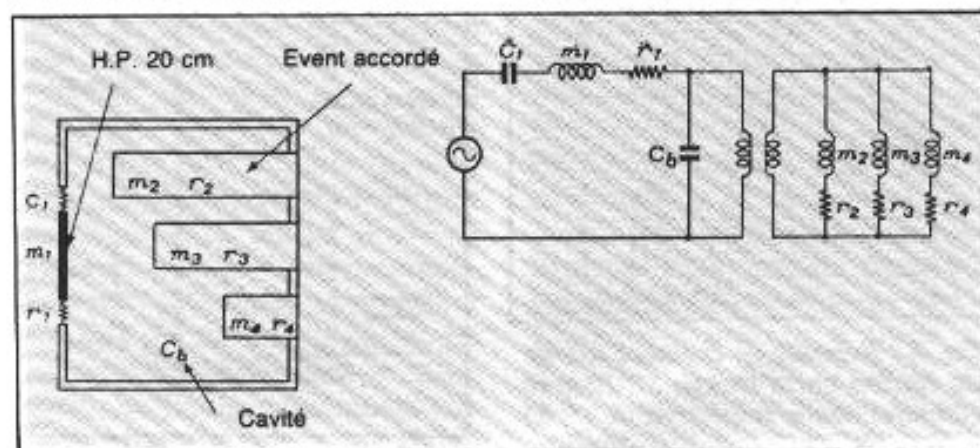


Fig. 4 : Principe du caisson grave Onkyo SL-10 et équivalent électrique.

De dimensions réduites, soit 28 cm de large, 98 cm de hauteur et 36 cm de profondeur, le SL-10 est un caisson grave en forme de colonne peu encombrant, conçu pour restituer avec une excellente linéarité de réponse en fréquence la bande 20 Hz-130 Hz.

On pourra ainsi découvrir le monde de l'extrême grave sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à des enceintes très volumineuses et sans un gros investissement (le SL-10 est vendu au Japon à un prix voisinant 3 000 F). Son association avec différents types d'enceintes est facilitée grâce à un amplificateur intégré au caisson et précédé d'un filtre passe-bas à 3 positions 100, 55 et 45 Hz.

Les schémas synoptiques du caisson grave SL-10 et de son équivalent électrique sont représentés sur la figure 4. Les trois événements sont représentés par m_2, r_2 , m_3, r_3 et m_4, r_4 . En jouant sur les paramètres tels que fréquence de résonance du haut-parleur, volume du caisson et dimensions des trois tuyaux accordés, il devient possible de modeler la courbe de réponse en fréquence (presque) à volonté. Pour une utilisation optimale de la bande 20-80 Hz, il pourrait sembler logique d'orienter son choix vers un haut-parleur dont la fréquence de résonance est très basse, soit par exemple 20 Hz.

En réalité, Onkyo s'est aperçu que pour des volumes compris entre 20 et 40 litres une fréquence de résonance plus élevée était préférable et permettait d'obtenir après optimisation une courbe de réponse parfaitement droite à partir de 30 Hz. Dans son article, Masami Furubayashi reproche à la majorité des caissons graves non seulement un manque de linéarité, mais également une pente d'atténuation trop douce de la coupure haute (filtre passe-bas). Les deux effets combinés produisent aux mesures et principalement à l'écoute, une sensation de "bosse" dans le

grave comprise généralement entre 70 et 100 Hz. Les enceintes principales, utilisées sans filtre passe-haut vont le plus souvent amplifier ce défaut de linéarité. Dans de telles conditions d'utilisation, M. Furubayashi considère comme normale la réaction des audiophiles qui préfèrent un certain manque dans le registre grave à une courbe de réponse plus étendue, mais moins homogène et déformant les timbres.

La figure 5 illustre un exemple à ne pas suivre (bosse de 4 dB en moyenne) due à un chevauchement des courbes du caisson grave et des enceintes, ainsi que la courbe de réponse théorique combinée du caisson SL-10 avec une enceinte de référence. Les mesures effectuées en chambre sourde conduisent à de très bons résultats comme on le constate sur la figure 6. La réponse en fréquence est quasi-droite entre 30 et 80 Hz. On remarquera que les coupures hautes sont réalisées avec des atténuations de 24 dB/octave. En associant le SL-10 à différentes enceintes de la même marque, de référence D-50, D-200 II, D-500, D-100, Monitor 500X et D-77XD, on obtient une extension classique de la réponse dans le grave sans faire apparaître de défauts classiques.

Le caisson grave Onkyo SL-10 est représenté vu en coupe sur la figure 7. Les événements sont dirigés vers le bas, le haut-parleur également et le tout débouche sur une ouverture rectangulaire de faible hauteur. Les événements sont regroupés non pas sous forme de tuyaux multiples, mais sous la forme d'une pièce rectangulaire munie de cloisons internes. La coupe en biais du départ des événements assure une meilleure transition entre les 3 accords. En prenant un accord simple à événement unique, cette idée ne semble d'ailleurs pas vraiment nouvelle puisqu'il existe quelques enceintes sur lesquelles les événements circulaires ou rectangulaires sont tail-

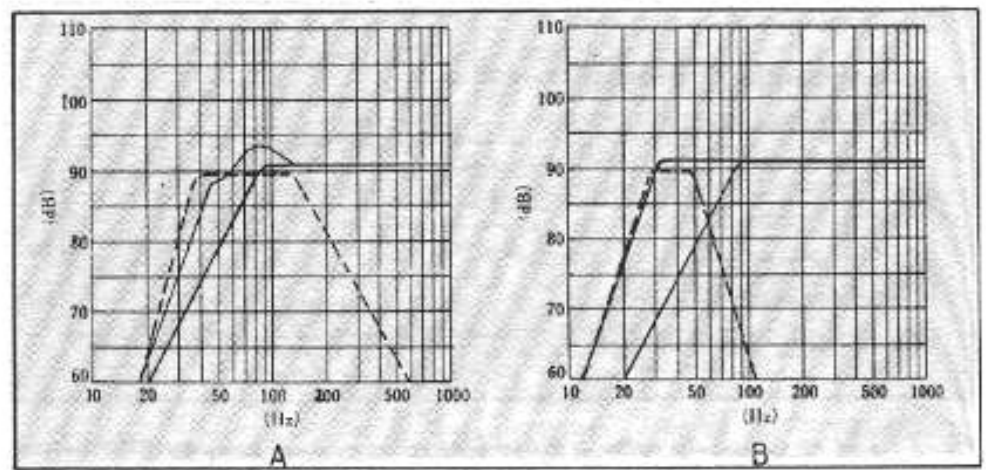


Fig. 5 : En A, exemple d'un caisson grave qui, associé à une enceinte large bande, produit une bosse de 4 dB dans la bande 70-100 Hz, masquant les fréquences inférieures et produisant un effet « boomy » désagréable. En B, résultat théorique pouvant être obtenu avec le caisson grave Onkyo SL-10 et une enceinte linéaire jusqu'à 80 Hz.

lés de biais à leur départ.

Les caissons graves SL-10 s'utilisant en général au dessous de 80 Hz, les pentes de coupure très raides autorisent une utilisation "triphonique".

En partant de ce principe, rien n'empêche de placer les tuyaux d'accord en dehors de l'enceinte ou d'utiliser plus de trois accords. Si l'on peut, à partir de trois accords, modeler presque à volonté la courbe de réponse, on imagine l'extension des possibilités de réglage que l'on pourrait obtenir en y ajoutant des cavités anti-résonnantes, des doubles-bobines pour filtrage sélectif ou pour amortissement du genre

Jenkins.

Toujours à propos d'enceintes à accords multiples, signalons qu'il existe au Japon une enceinte double bass-reflex. Conçue par M. Yoshio Obara, il s'agit là encore d'un autre type d'enceinte sans rapport avec celles du célèbre chercheur français Joseph Léon. Nous y reviendrons car cette enceinte Double Bass Reflex est du plus haut intérêt au niveau de sa compacité, de son rendu des fréquences graves et de l'amortissement qui tend à lisser la courbe d'impédance tout en produisant non pas deux, mais trois résonances d'égale amplitude.

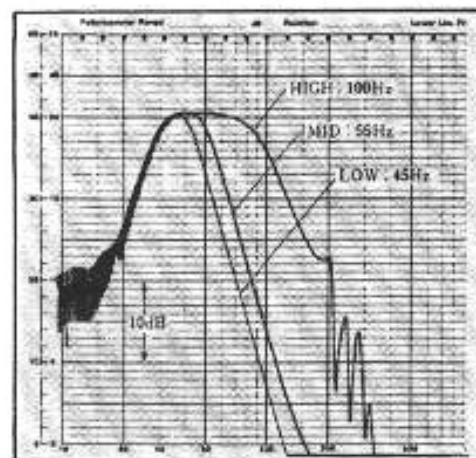


Fig. 6 : Réponse en chambre sourde du caisson grave Onkyo SL-10 avec coupures hautes respectives de 45, 55 et 100 Hz. On remarque son étonnante linéarité de réponse en fréquence.

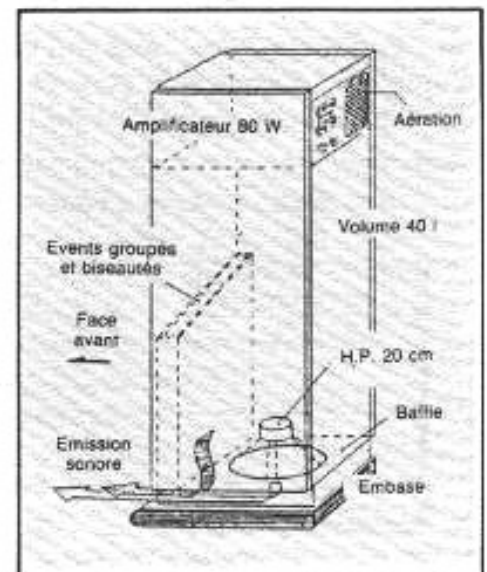


Fig. 7 : Coupe schématique du caisson grave Onkyo SL-10.

LE MUSEE IMAGINAIRE

Jean Hiraga

Fondée en 1970, la firme américaine Audio-Research s'est fait rapidement connaître dans le monde par des électroniques d'une qualité poussée à l'extrême, à tel point que l'on se demanda à l'époque s'il était possible que cette firme puisse un jour passer du stade artisanal à une véritable production industrielle. L'âge d'or des beaux amplis à tubes était révolu depuis quelques années déjà et tout portait à croire qu'Audio-Research n'aurait pu subsister que quelques années... s'il n'y avait pas eu cette formidable réponse de la part du public et de la presse spécialisée. Dès leur mise sur le marché, le préamplificateur SP-3 et l'amplificateur Dual 75 furent couronnés d'un succès sans précédent. Ce fut le départ d'une grande histoire, celle de l'ouverture du marché des maillons classés « State of The Art ».

Jusqu'ici, les meilleures performances en matière de préamplificateur étaient partagées entre les marques prestigieuses que tous les anciens de la haute fidélité ne sont pas prêts d'oublier et qu'il ne semble même pas utile de citer de nouveau. Le plus performant d'entre eux était sans aucun doute le Marantz modèle 7, un préamplificateur qui reste aujourd'hui encore très en vogue parmi les collectionneurs. Ses caractéristiques, véritables références de qualité (courbe de réponse 20 Hz ~ 20 kHz \pm 0,25 dB, taux de distorsion harmonique inférieur

à 0,01% pour 2 V à 1 kHz) auraient pu être obtenues grâce à des circuits entièrement nouveaux comme cela s'est produit de temps à autre aux USA et en Grande Bretagne notamment. Le Marantz 7 "Stereo Console" était en réalité un montage classique quoique extrêmement bien étudié avec les meilleurs composants actifs et passifs du début des années 60. Rappelons que le Marantz 7 utilisait 6 tubes 12 AX7/ECC83 avec 3 demi 12 AX7 pour l'étage phono (la correction RIAA s'effectuait entre les cathodes du premier et du troisième tube), 2 demi 12 AX7

pour les entrées haut niveau et pour les corrections de tonalité (circuit Baxandall avec corrections par sélecteur), le dernier tube étant un étage cathodyne à sortie basse impédance. Le tout était associé à une alimentation soignée avec chauffage en courant continu du filament des tubes. La superbe esthétique, la face avant teintée champagne assortie de commandes à clés n'ont pas manqué d'inspirer par la suite plusieurs concurrents américains et étrangers.

Revenons-en au préamplificateur Audio Research SP-3. Ce serait une erreur de penser que cette firme a tenté de devancer ses concurrents en améliorant les circuits et les performances des meilleurs d'entre-eux. Car on sait certainement que si Audio Research a été fondée en 1970, son président William Z. Johnson dirigeait auparavant la firme Electronic Industries, une division du groupe américain Peploe Inc. C'est au sein de cette firme que William Z. Johnson et son équipe mirent au point les amplificateurs (en particulier le Dual 100) les plus sophistiqués du monde. Le Dual 100 était en quelque sorte l'ancêtre du D.79 Audio Research qui fut commercialisé une dizaine d'années plus tard. Le SP-3 n'est donc pas une synthèse améliorée des meilleures constructions concurrentes de l'époque mais plus exactement l'aboutissement d'une longue recherche. On s'est souvent demandé si des perfectionnements aussi poussés étaient vraiment nécessaires et si ces folies d'ingénieurs puristes en hi-fi n'allaient pas conduire à un échec commercial à brève échéance. Il faut croire que non car Audio Research est devenue depuis la plus grande usine du monde spécialisée dans les électroniques à tubes. Si le SP-3 doit être considéré comme un chef-d'œuvre, son énorme succès pourrait être attribué à la disparition, quelques années plus



tôt, de nombreuses électroniques à tubes réputées, ce qui était d'autant plus regrettable que les préamplificateurs transistorisés du début des années 70 n'apportaient pas toujours de bons résultats d'écoute mais procuraient en revanche, d'excellents résultats de mesure. Or, le SP-3 fut justement le premier préamplificateur à tubes capable de performances de mesure aussi poussées que celles des meilleurs préamplificateurs transistorisés tout en offrant à l'écoute des qualités d'une supériorité indéniable. Du même coup, le prix n'était plus qu'un faux problème. On peut

ainsi considérer qu'Audio Research fait partie de ceux qui ont fondé les bases du marché audio de haut de gamme, celui que l'on appelle aussi « ésoérique », « High End » ou « State of the Art ».

Le circuit « High Definition » du SP-3.

Dès ses débuts et même lorsque Audio Research s'appelait encore Electronic Industries, le slogan employé était cette fameuse « haute définition », un terme que l'on tenta d'attribuer

à l'ensemble des performances d'un amplificateur (ou d'un préamplificateur) garantissant en quelque sorte la fidélité du signal de sortie par rapport à celui appliqué à son entrée. On déchantait très vite en s'apercevant que de nombreuses électroniques transistorisées pouvant être considérées comme parfaites (bande passante, distorsion, « slew-rate » etc...) ne permettaient d'obtenir à l'écoute ni la dynamique ni la définition de quelques électroniques à tubes exemplaires. La finalité d'un maillon audio étant sa qualité, sa fidélité de restitution sonore plu-

tôt que des résultats de mesure sans rapport avec les conditions réelles d'utilisation, le terme « haute définition » est devenu une appellation se rattachant à l'aspect subjectif de la restitution sonore, même si l'on peut prouver (test en aveugle, par exemple) qu'un préamplificateur offre un son beaucoup plus défini, plus analytique qu'un autre. Toujours est-il qu'aux USA et dans d'autres pays, Audio Research a déposé l'appellation « High Definition ».

Le circuit du SP-3 est sans doute le seul qui, sous forme commercialisée, assure des performances de mesure très poussées :

— Tension de sortie maximale: 27 V

— Taux de distorsion par harmonique : 0,006% à 1 kHz pour 5 V efficaces en sortie

— Surmodulation sur entrée phono : 500 mV à 1 kHz

Aujourd'hui encore, il reste difficile de faire aussi bien ou mieux.

La section phono se compose de trois étages, trois demi-ECC 83/12 AX7. Le dernier étage est couplé en direct à l'étage précédent. Il est monté en cathode asservie avec une charge de valeur élevée, soit 301 k Ω (qui passe à 100 k Ω sur le SP-3A). Le premier et le second étage sont couplés par un réseau RC. Le premier étage comporte une charge de plaque de 301 k Ω . La sortie de la section phono s'effectue au niveau de la troisième cathode.

Cette cathode est reliée également à celle de la triode d'entrée à travers le réseau de contre-réaction sélectif 750 pF/100 k Ω et 2,2 M Ω /3000 pF selon la norme RIAA. A noter un neutrodynage du tube d'entrée par petites capacités ainsi que des constantes de temps importantes garantissant une réponse sans atténuation jusqu'à quelques Hertz. Le dernier étage destiné à réduire l'impédance de sortie tra-

vaille en gain unitaire. Les deux premiers étages montés en cascade et chargés chacun par des résistances de 301 k Ω procurent un gain de 54 dB. A signaler qu'il existe au moins deux versions : le SP-3 et le SP-3A. Au niveau de l'étage phono, ces montages diffèrent par des valeurs de charge de plaque de 150 k Ω (SP-3) et de 301 k Ω pour le premier étage. A noter que les valeurs de haute tension sont augmentées sur le SP-3A : 400 V pour le premier tube et 440 V pour le second contre 350 et 370 V sur la version SP-3. Précisons que 54 dB de gain peut suffire pour attaquer un amplificateur de puissance dès l'instant où la sensibilité d'entrée de celui-ci est bonne (0,7 V pour la puissance nominale par exemple) et que celle de sortie de la cellule est assez élevée (5 mV/1 kHz environ). Les tensions d'alimentation anormalement élevées et le choix méticuleux des valeurs de polarisation (2,21 k Ω pour les cathodes n'a rien d'arbitraire) sont à l'origine des performances poussées en matière de distorsion et de possibilité de surmodulation importante en entrée. Dans ces conditions, les tubes travaillent sous des valeurs de tension et de dissipation proches du maximum autorisé par les spécifications de la 12 AX7/ECC83.

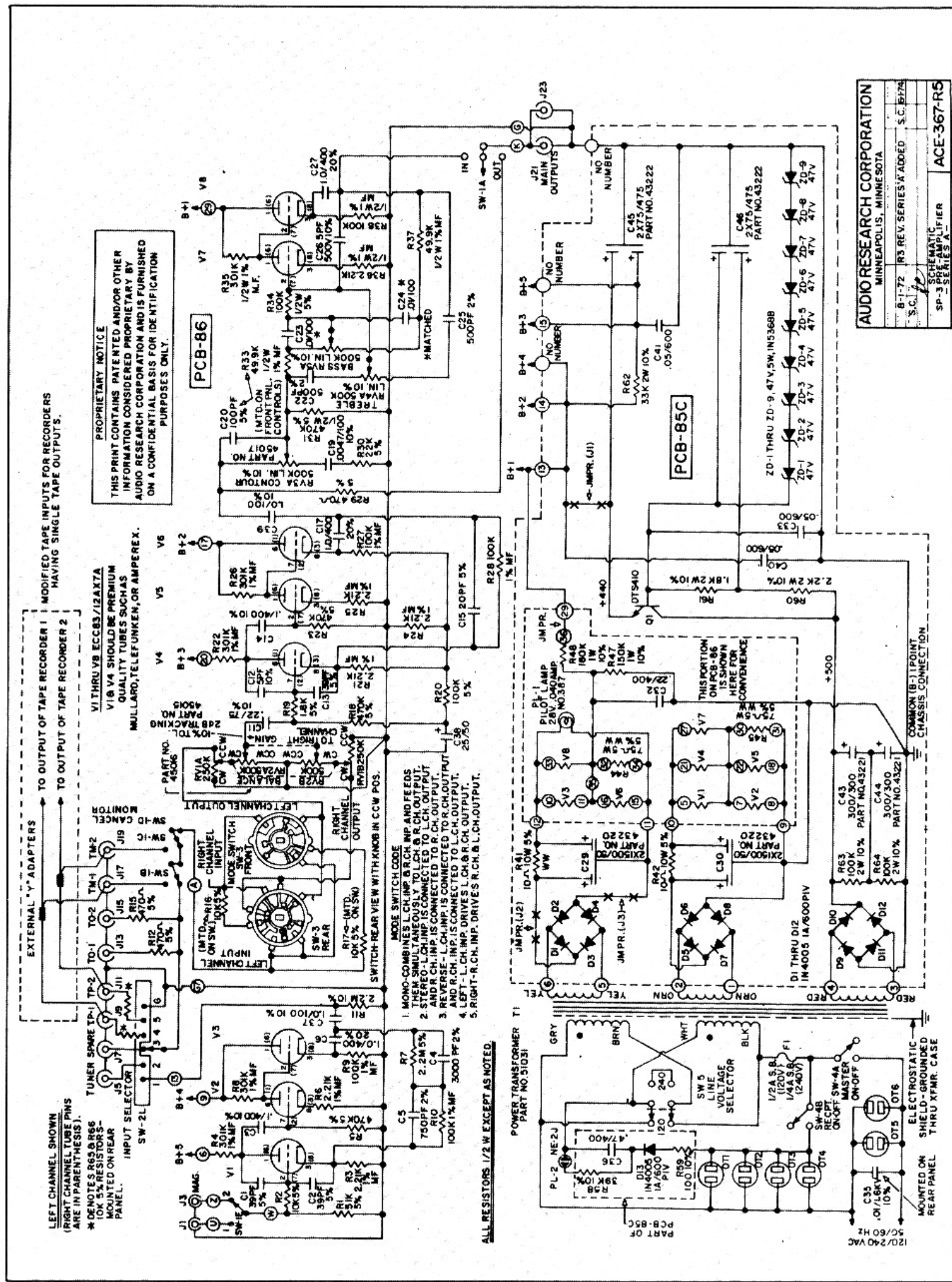
L'étage d'amplification pour entrées haut niveau reprend exactement la même structure que l'étage d'entrée phono. La charge de plaque de la première triode passe de 150 k Ω à 301 k Ω de la version de base SP-3 à la version améliorée SP-3A. Deux condensateurs de petite valeur, 5 pF et 39 pF sont montés entre la grille, la plaque et la cathode de la première triode, de la même manière que sur l'étage phono. Les cathodes de la première et de la troisième triode sont reliées à un réseau de rétroaction de 100 k Ω compensé en phase par un condensateur de 20 pF. Cet étage est alimenté sous des ten-

sions de 360 et 380 V (version de base) ou de 400 et 440 V (version SP-3A). Le condensateur de liaison aux contrôles de tonalité est de valeur 1 μ F. Signalons qu'à cette époque, William Z. Johnson basait principalement son choix des composants sur les caractéristiques techniques, sur la fiabilité plutôt que sur des critères subjectifs tandis qu'actuellement ces deux aspects sont pris en compte.

Cet étage est suivi d'un réglage passif de contour (compensation physiologique), puis de contrôles de tonalité dérivés du circuit Baxandall. Deux demi-12 AX7 sont utilisées à ce niveau. Ces triodes sont couplées en direct, sans condensateur de liaison, ce qui permet de réhausser sensiblement le potentiel de cathode de la seconde triode montée en cathode asservie. La cathode asservie, de même que celle des deux étages de sortie précédents est chargée par une résistance de 100 k Ω (sur la version SP-3A).

Les 8 tubes 12 AX7 sont montés sur un grand circuit imprimé en verre époxy. De nombreux trous autour des tubes et des composants participent à une bonne évacuation de la chaleur. Créée en début 72, ajoutons que la version améliorée SP-3A est sortie en début 1974.

Le transformateur d'alimentation de taille assez importante est placé en angle, à l'arrière du châssis. Il comporte 3 enroulements secondaires. Le premier, de 360 V alternatif procure après redressement en pont par diodes silicium, une tension de 500 V filtrée par un condensateur de 150 μ F. Un transistor haute tension, de type Delco DTS-410, est monté en ballast avec base référencée à + 376 V par 8 diodes zener de 47 V/5 W de référence 1N 5368 B. On obtient en sortie une tension stabilisée de 440 V qui, suivie ou non d'un filtrage en pi supplémentaire, assurera l'alimentation 440 V et 400 V des différents étages. Sur la ver-



PROPRIETARY NOTICE
 THIS PRINT CONTAINS PATENTED AND/OR OTHER INFORMATION CONSIDERED PROPRIETARY BY AUDIO RESEARCH CORPORATION AND IS FURNISHED ON A CONFIDENTIAL BASIS FOR IDENTIFICATION PURPOSES ONLY.

MODIFIED TAPE INPUTS FOR RECORDERS HAVING SINGLE TAPE OUTPUTS.

V1 THRU V8 ECC83/12AX7A
 V18 V4 SHOULD BE PREMIUM QUALITY TUBES SUCH AS MULLARD, TELEFUNKEN, OR AMPEREX.

EXTERNAL "Y" ADAPTERS

LEFT CHANNEL SHOWN (RIGHT CHANNEL TUBE PINS ARE IN PARENTHESES).

* DENOTES R63 & R66 10K 5% RESISTORS MOUNTED ON REAR PANEL.

- MODE SWITCH CODE
1. MONO-COMBINES L CH. IMP. & R CH. IMP. AND FEEDS THEM SIMULTANEOUSLY TO R CH. OUTPUT.
 2. STEREO-L CH. IMP. IS CONNECTED TO R CH. OUTPUT.
 3. REVERSE-L CH. IMP. IS CONNECTED TO R CH. OUTPUT.
 4. LEFT-L CH. IMP. IS CONNECTED TO L CH. OUTPUT.
 5. RIGHT-R CH. IMP. DRIVES R CH. & L CH. OUTPUT.

ALL RESISTORS 1/2 W EXCEPT AS NOTED.

AUDIO RESEARCH CORPORATION	
MINNEAPOLIS, MINNESOTA	
B-1-72	R3 REV. SERIES 'A' ADDED S.C. 1/7/74
S.C. 1/7/74	
SCHEMATIC	
SP-3 PRE-AMPLIFIER	
ACE-367-R5	

sion de base SP-3, ces tensions étaient respectivement de 380, 370, 360 et 350 V.

Le SP-3 comporte sur sa face avant constituée d'une épaisse plaque d'aluminium brossé, anodisé et sérigraphié, la commande de volume, située à gauche, les commandes de contour, de balance et de tonalité (jumelés gauche-droite) et à droite les sélecteurs d'entrée et de mode (stéréo, stéréo inversée, mono, gauche et droite).

Les tubes utilisés par Audio Research ont toujours fait l'objet d'une sélection et d'un tri rigoureux, garantissant ainsi les performances annoncées. Leur origine était Mullard, Amperex ou Telefunken.

L'écoute

En comparant à l'écoute le

SP-3A aux préamplificateurs les plus cotés des années 60, on ne manquera pas d'être surpris par les capacités dynamiques très étonnantes de cet appareil. Tout se passe comme si, au cinéma on passait d'un écran normal à un écran géant. Si les sources conservent une excellente ponctualité, on remarque que l'image stéréophonique déborde largement des enceintes tout en assurant une différenciation précise des différents plans sonores en profondeur.

La lisibilité est remarquable dans tous les registres. Il s'y ajoute une étonnante aptitude au niveau de la fidélité de restitution des accents, des passages musicaux de caractère mélancolique, poétique ou au contraire, d'une très grande vitalité. La balance tonale tend à prendre un

caractère légèrement physiologique, peu désagréable, qu'il est possible d'atténuer, de supprimer presque totalement ou de renforcer en jouant soit sur les commandes de tonalité, soit sur le réglage de contour. A noter que la courbe de réponse subjective apparaît comme nettement plus linéaire sur la version SP-3A, la tendance « physiologique » étant plus marquée sur la version de base SP-3. A l'écoute, les SP-3 et SP-3A foisonnent de qualités que l'on ne trouve que rarement réunies sur le même appareil. Plutôt que de parler de nostalgie passéiste, les qualités subjectives indéniables obtenues à partir d'un montage à tubes de cette classe sont sans aucun doute à l'origine de la renaissance des montages à tubes à partir des années 70.

POINT DE VUE

Tubes et musicalité



La faveur dont jouissent les amplificateurs à tubes auprès des audiophiles les plus exigeants ne manque pas de soulever beaucoup d'interrogations. L'électronique à transistors semblait avoir réglé à peu près tous les problèmes, et pourtant...

Préambule

Dans un article paru en 1977, Peter J.P. Baxandall énonçait (1) : « *Quand on compare deux amplificateurs, l'un de qualité inférieure, l'autre d'excellente facture, et qu'on trouve de façon nette et fiable une différence à l'écoute, il est toujours possible de trouver une explication rationnelle à cette différence, à partir de tests objectifs (straightforward investigation)...* » et de citer, comme dangers de conclure trop vite sur des tests comparatifs :

— la présence d'un défaut mineur, tel que ronflement résiduel sur l'un des canaux en écoute (défaut pouvant être lié au câblage du dispositif de comparaison),
— une différence de niveau excédant 1 décibel,
— le préconditionnement de l'auditeur prévenu que quelque chose va changer dans l'écoute quand on commute d'un modèle à l'autre, ce qui l'incite à voter de bonne foi en faveur d'un des canaux en écoute, même s'il ne perçoit pas de différence. Et d'ajouter, pour illustrer cette

difficulté d'interprétation des tests subjectifs, l'anecdote selon laquelle, lors d'une exposition audio, chaque amplificateur parmi trois avait « statistiquement » reçu exactement 1/3 des votes favorables de la part d'un grand échantillon d'auditeurs.

Il est vrai que cela se passait à une époque où les autres composantes (sources, et dans une certaine mesure, les enceintes acoustiques), n'avaient pas la qualité d'aujourd'hui.

En réalité, la problématique du choix transistors ou tubes n'est

pas nouvelle : un représentant de la firme Mac Intosh ne répondait-il pas en 1965 à la question : quand sortirez-vous un modèle à transistors ? « *Nous sommes actuellement incapables de faire aussi bien avec les transistors, l'échéance à partir de laquelle nous pourrions faire mieux est absolument imprévisible* ».

Depuis, de grands progrès ont été réalisés avec les transistors mais il subsiste un doute quant à leur musicalité. Pour avancer sur le terrain d'une objectivité (toute relative), on peut tout de même rappeler, à l'appui de l'indication fournie par J.P. Baxandall, quelques différences de comportement susceptibles d'éclairer l'entendement de l'audiophile.

Etats des lieux.

S'agissant des paramètres de qualité à prendre en considération pour la confrontation tubes-transistors, il faut rappeler qu'il n'existe pas de définition précise de la haute fidélité, mais que, naturellement, les techniciens (et dans une large mesure les artistes qui coopèrent à la production sonore), cherchent à faire le mieux possible. *C'est donc dans la mesure de l'écart qui sépare les réalisations à tubes ou à transistors dans la course vers l'excellence, sinon vers l'exception, qu'on peut espérer trouver quelques explications.* C'est aussi dans l'évaluation de la chance d'atteindre un bon compromis, en présence de caractéristiques qui s'opposent (large bande et faible bruit, par exemple).

Ces paramètres sont :

- la *bande passante* et la *régularité de la réponse en amplitude*
- la *distorsion de phase*, ou ce qui est plus significatif, la *distorsion de temps de propagation de groupe* (cf. encadré n°1).
- la *distorsion* (cf. encadré n°2).
- les *bruits*
- la *diaphonie* entre canaux

Il faut ajouter des facteurs

1

Distorsion de temps de propagation de groupe et distorsion de phase.

Dans l'étude de la transmission de signaux complexes (ondes de fréquences différentes) à travers un amplificateur (toujours assimilable à un filtre) on est amené à distinguer :

- le **déphasage** $\Phi = \omega t$
(Φ exprimé en radian, $\omega = 2\pi f$, f exprimé en Hertz) ;
- le **temps de propagation de groupe**

$$t_g = \frac{d\Phi}{d\omega}$$

Pour un filtre ou un amplificateur, t_g est fonction de la fréquence.

Une caractéristique fondamentale de fidélité en régime transitoire est la constance du temps de propagation de groupe avec la fréquence (c'est également la proportionnalité entre le déphasage et la fréquence).

L'absence de **distorsion de temps de propagation de groupe**

$$t_g = k \left[\left(\frac{d\Phi}{d\omega} \right)_{\max} - \left(\frac{d\Phi}{d\omega} \right)_{\min} \right]$$

(k dépend de la structure de l'amplificateur).

est donc une condition nécessaire (mais non suffisante) pour la restitution correcte de régimes transitoires (arrivée en phase des composantes spectrales d'un signal complexe).

2

Les différentes distorsions

On distingue habituellement :

- la **distorsion linéaire d'amplitude** qui s'exprime par l'écart d'amplitude (exprimée en décibels) en fonction de la fréquence par rapport à une réponse plate
- la **distorsion non linéaire**
 - par harmonique (présence anormale de multiples d'une fréquence fondamentale) ;
 - par intermodulation (présence anormale de battements entre deux fréquences).
- la **distorsion différentielle d'amplitude ou de phase**
(non respect de proportionnalité dans la relation sortie/entrée en fonction de l'amplitude du signal).

3

Impédance interne de sortie d'amplificateur et amortissement

L'impédance interne de sortie d'un amplificateur (à ne pas confondre avec l'impédance de charge) est assimilable à une impédance en série avec une source de tension débitant sur une impédance externe représentée par l'ensemble mécanoacoustique qu'est une enceinte acoustique.

Très souvent, cette impédance interne est assimilée à une résistance dont la valeur conditionne l'amortissement des haut-parleurs en régime transitoire. On admet que cette influence cesse complètement à partir du moment où cette résistance devient inférieure au dixième de la valeur de celle du système mobile, soit une valeur limite de $0,8 \Omega$ pour un haut-parleur de 8Ω .

La plupart des valeurs rencontrées sont bien inférieures à cette limite : typiquement $1/20$ à $1/50$ de la résistance de charge conseillée (ou charge nominale), soit $0,16 \Omega$ à $0,4 \Omega$ pour charge nominale de 8Ω .

jouant indirectement sur la qualité globale de restitution :

— l'impédance interne qui définit l'amortissement du système électromécanique que représentent les hauts-parleurs et enceintes acoustiques associées (cf. encadré n°3)

— le temps de récupération, ainsi que l'aptitude à la surpuissance

— la stabilité

L'influence de ces paramètres est très variable avec les programmes, avec les individus, mais aussi avec les comportements de société. C'est dire qu'on ne justifie pas facilement un classement des valeurs. Néanmoins, on peut considérer que l'audiophilie, c'est d'abord une bataille contre la réduction de la bande passante et de ses irrégularités, ensuite l'élimination des bruits et distorsions.

Course à la bande passante et à la linéarité de phase.

S'agissant de respecter la bande minimale à transmettre de 40 Hz à 15 000 Hz, avec une variation d'amplitude inférieure à 1 dB et une distorsion de temps de propagation inférieure à 1 ms (2), on peut considérer que les amplificateurs, aussi bien à transistors qu'à tubes, ont toujours rempli largement ce contrat minimum. S'agissant de faire beaucoup mieux pour répondre à la nécessité de favoriser l'écoute des transitoires et pour tenir compte de l'existence d'une très grande dispersion dans la sensibilité humaine à leur détection, force est de « regarder » bien au-delà de 15 kHz pour trouver une explication des différences perçues entre tubes et transistors, à supposer que les enceintes acoustiques « passent » effectivement le supplément d'information (3).

Un examen attentif des résultats de mesure montre que ce qui peut faire la différence entre tubes et transistors est :

1) l'aptitude du transistor à cou-

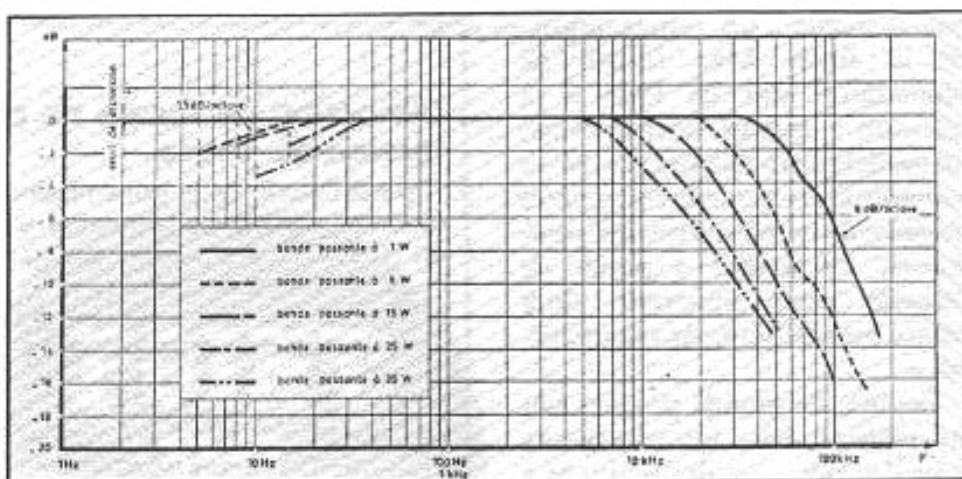


Fig. 1a : Bande passante en fonction de la puissance d'un amplificateur à tubes de 30 W.

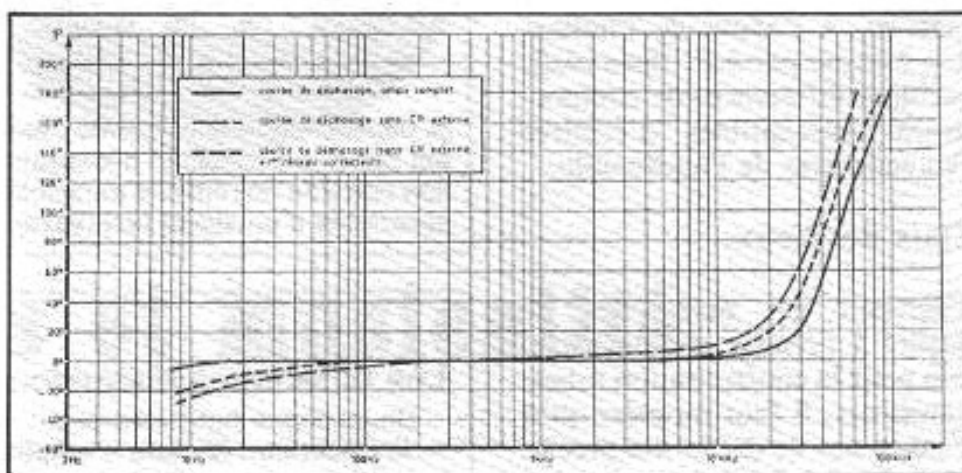


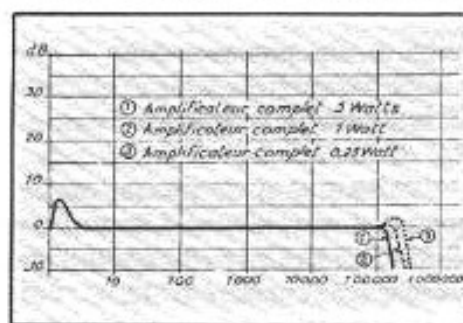
Fig. 1b : Déphasage sur 15 Ω (1 W) d'amplificateur à tubes de 30 W.

vrir une bande passante plus étendue, pour la raison évidente de la disparition du principal facteur de limitation qu'est le transformateur de sortie. Ceci est reflété par des valeurs de temps de montée généralement plus courts, notamment avec la technologie C. MOS (temps de montée approchant 1 μs) ; 2) la variation de bande passante avec la puissance délivrée, plus grande avec les tubes, mais pas systématiquement (voir figures 1 et 2).

Ce deuxième point mérite attention, car toute variation de phase liée inéluctablement à la variation de bande passante peut engendrer une distorsion différentielle de phase (cf. encadré n°2), préjudiciable à la clarté du message entendu. Ce phénomène, bien connu en télécommunication, se traduit par l'appari-

tion de raies de bruit affectant le haut de la bande reproduite. On combat habituellement ce phénomène parasite :

- en travaillant à amplitude constante dans les équipements qui ont tendance à introduire une conversion amplitude/phase — pour cela, on insère des limiteurs (ce qui est évidemment exclus en électroacoustique) ;
- en limitant la bande des



Bande passante en fonction de la puissance d'un amplificateur à tubes de 10 W.

signaux admis à l'entrée ; solution qui est souvent retenue dans les réalisations anglaises réputées pour leur musicalité (QUAD), mais aussi américaines (Hafler, Mc Intosh).

En réalité, on dispose aujourd'hui de peu de données sur cette caractéristique des amplificateurs à transistors, mais on sait à priori qu'une caractéristique de fréquence constante jusqu'à la puissance maximale est difficile à obtenir, car conditionnée par un temps de commutation des transistors de sortie indépendant du courant (effet Miller). D'où l'intérêt des solutions de compromis visant à concilier faible temps de commutation avec technologie MOSFET et limitation de la puissance dissipée sur programme musical (Proton, Nad).

Sur ce point, on retiendra que *dans les réalisations à tubes c'est presque toujours le transformateur qui fixe la bande passante, avec une autolimitation (bien*

illustrée par la figure 1) qui peut protéger les tweeters contre l'intermodulation. La présence d'un filtre, même élémentaire (6 dB/octave par une cellule RC), peut contribuer à la musicalité, par rejet des composantes indésirables dès l'entrée de l'amplificateur : ça évite de faire circuler dans les boucles de contre-réaction des produits d'intermodulation autres que ceux qui prennent naissance au sein même de l'amplificateur.

Dans la plupart des réalisations à tubes, un filtrage est « implicitement » obtenu par le choix d'une résistance d'entrée élevée (par exemple 1,5 M Ω en parallèle avec une capacité parasite d'entrée de 10 p F dans les réalisations QUAD), ce qui amène naturellement à une coupure à 3 dB comprise entre 30 et 50 kHz ; effet impossible à obtenir avec réalisations à transistors avec des résistances d'entrée aussi faibles que 10 k Ω (valeur usuelle).

Bibliographie

Which Bandwidth is Necessary for Optimal Sound Transmission - G. Plenge, H. Jakubowski, P. Schöne (JAES n° 3, vol. 28, mars 1980).

(1) Audible amplifier distortion is not a mystery. Wireless World (Nov. 77).

(2) E. Leipp signale une dispersion du seuil de détection de clics atteignant 1 à 50 (il s'agissait de mesures de l'écart temporel entre clics s'étendant de 2 à 100 ms). Par ailleurs, L. Pimonov, après D. Boer, a signalé la nécessité d'amplifier jusqu'à deux fois la bande passante du système auditif humain pour ne pas amputer la sensation de transitoires brefs. Un conférencier d'une des Journées du Festival International du Son n'a-t-il pas signalé que les natifs de Bornéo entendaient jusqu'à 30 000 Hz, ce qui amène à 60 000 Hz !

(3) Le recours à des transducteurs spéciaux du type Ionophone ou Electret a toujours accompagné les essais subjectifs visant à valider ce type de recherche psychoacoustique.

**Page non
disponible**

le pouvoir des sons

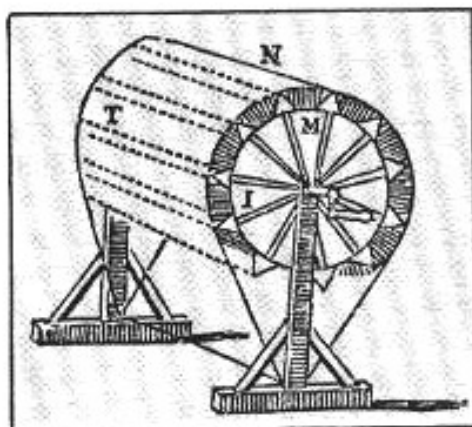
La force tremblante du cri, l'émotion virtuose du jeu instrumental, le débat véhément et passionné, l'ivresse souriante et heureuse d'une voix aimée, qui ne les a ressenties aux tympans de l'ouïe ? Les divers registres du sonore à chaque instant nous effleurent, nous atteignent, nous obligent. Prénants et némanents, entre offre et demande, les sons vont jusqu'à s'étaler dans l'éther, s'exposer dans les présentoirs.

Disques et cassettes, télévision et radio proposent du sonore « en représentation », dans un marché très demandeur, avide de belles échappées. Mais les sons n'ont pas attendu la reproduction en série, le pressage industriel, pour exercer leur emprise sur l'entendement. Le négoce des mots, la législation du bruit, la régulation sociale des discours, l'apprentissage des langues, le développement même de la musique dans les arts, ouvrent à l'abondante registration des sons, aux différences de potentiels. C'est sans doute dans le pouvoir de représenter qu'ils tirent ensemble une force commune, plus imaginative que perceptive.

L'imagerie auditive

Toute *énergie modulée* peut donner lieu à une *imagerie* : il suffit qu'elle soit continuellement disponible et que les objets, par elle rencontrés, la modulent (spectre, intensité, fréquence...) dans un contraste suffisant pour qu'un capteur, adapté à la formule énergétique (bande passante, profondeur de modulation), restitue sous forme codée, la trace sensible de l'objet. Dès lors, l'image a le **pouvoir de représenter** si l'on sait la corréler au réel d'où elle provient (1).

Ainsi l'**imagerie éolienne**, sous-ensemble de l'imagerie auditive serait à même de représenter les choses. Mais erratique, capricieuse, la force « indisciplinée » du vent n'est guère fiable. Le bris turbulent de l'air sur les volumes, les vides et les pleins, produit cependant un bruit d'écoulement modulé par les biseaux, les fentes et les arêtes divisant les airs. Qui n'a écouté la viole éolienne des fils et des poteaux sous les archets du vent ? Qui n'a entendu le hullement des courants d'air gémissant par l'huis des portes et des fenêtres ? Qui n'a rêvé sous le bruissement tiède et léger des feuilles agitées par la brise ? Et pourtant le régime des vents est trop changeant, trop tourbillonnant, pour s'imposer comme *imageur* permanent. Brise, bourrasque, ouragan, tramontane, autan se disputent d'imprévisibles puissances dans de brusques coups sourds, cognants et tapageurs. Tandis que zéphyrs, bises, hâles soufflent leur voile vers quelque improbable bruissement. S'y ajoute que la modulation éolienne est très irrégulière : elle dépend de la géométrie des corps, de l'angle au vent et de la direction de la masse d'air. En fait, le vent, par lui-même silencieux, se fait surtout entendre par les objets qu'il met en branle : chocs, battements, grincements, percussions plus ou



Imitation du vent et de l'ouragan : dès 1795, Robertson illustre ses spectacles fantasmagoriques avec des machines de bruitage.

moins régulières, raffut plus ou moins identifiable. Aussi bien, l'**imagerie éolienne engage davantage l'imagination que la perception**. Cette force mystérieuse, incertaine, surgissante, éveille le fantasme d'une présence magique, génie éolien ou girouette furieuse, tapis volant vers les lointains ou tapage trépigant, ébouriffé et griffant.

Laissons éole au milieu de ses courants d'air. L'imagerie auditive répond plus généralement d'une énergie naturelle (fracas, chutes, murmure de l'eau, tonnerre) ou d'une énergie humaine. **Le son se soutient de causes énergétiques internes** (2). La douceur silencieuse meublée de petits bruits révèle des présences, des faits. Quelqu'un a remué un objet, fait quelques pas. La force agissante, l'intention humaine s'est exprimée dans un son. On aura remarqué, localisé et identifié une présence, mais une présence vivante, réservoir d'intentions diverses, prêtes à s'actualiser.

Le son, qui naît avec le mouvement ou le changement contient donc sa part de *futur proche*, de sorte qu'il habille l'instant présent d'un trajet anticipé (3). Ainsi le grincement d'une porte n'est pas écouté pour lui-même, ni même seulement dirigé vers sa cause (la personne qui entre ou sort) mais tout aussitôt dirigé vers l'instant suivant,

comme accomplissement conséquent de l'instant présent : on « voit » la nouvelle situation exister comme augure, avant de la constater comme objet. Ainsi, un bruit de pas (entendu) déclenche une série de questions qui excèdent la simple perception (synchronique). Le son appelle de la *prévision*.

Le polysensoriel

Il est une évidence : en tant qu'image du monde. L'**audible** déchoit au rang d'**indice**, tandis que le **visible** s'élève au rang d'**objet**, quand ce n'est pas au rang de **réalité** !

L'apparence sonore, en effet, accroche le plus souvent une image mentale, d'origine visuelle. L'audible vient s'abolir dans le visible qu'il fait éclore. Et l'œil intérieur, voyant la peau des êtres et l'écorce des choses, croit pouvoir confondre l'enveloppe et le volume, l'apparence et la masse, l'indice et l'objet. Le visible, poussé à cet entrelacs, émerge et scintille comme représentant éminent, comme ambassadeur de la réalité.

Pourtant l'audible est représentatif lui-aussi du dehors et même du dedans des choses. *A l'extérieur* : frottements, articulations, entrechocs, percussions de contact. *A l'intérieur* : les résonances témoignent des volumes, des cavités invisibles ; la

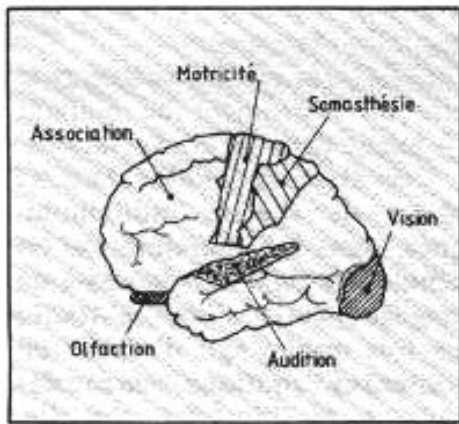
(1) Ceci pose — plus généralement — le problème des coordinations sensori-motrices et au-delà, celui des avancées qualitatives de la connaissance dues aux inductions, aux hypothèses du *voir rencontrant le faire se donnant à voir*.

(2) Contrairement à la vision, pour laquelle l'éclairage est extérieur à l'objet, l'audition se tourne vers les sources bruisant de leurs propres vibrations. Seul le vent ferait exception.

(3) L'électronicien, voulant se livrer à une métaphore dirait : la perception est « en avance de phase » sur le son incident. L'imagerie auditive anticipe sur sa cause : c'est une capacité !

ressiture dit la masse et les dimensions du corps sonore ; la densité spectrale, l'intensité mise en jeu ; la vitesse des transitoires et des enchaînements indique la souplesse ou la rigidité des matériaux vibrants ; les filés d'extinction montrent la qualité des parois, le taux d'ondes stationnaires... etc...

Comment ne pas penser au stéthoscope et aux précieux renseignements qu'il donne sur la respiration ou le cœur (4) ? Ou à l'automobiliste qui ausculte le degré d'usure des pièces au travers des bruits qu'il entend dans le moteur ?



Le cortex associatif occupe la place la plus importante devant les cortex sources spécifiques.

Il n'empêche ! le visible l'emporte souvent sur l'audible, car dans le monde sonore ordinaire, les formes fortes sont rares, les formes faibles surabondantes : tchoc-tuc-ping-cloc-tac-zig-poum-plaf. Le transfert d'informations dans la forme sonore dépend de la *sonnance*, du *grain*, du *contour dynamique* de la *profondeur de modulation* par les causes internes. Seuls les sons riches en timbres, en profils évolutifs, en événements bien dessinés ont alors une **prégnance** forte, une identification **univoque**, une **rémanence** prolongée. Les autres allument des images incertaines, flottantes, sans pour autant s'imprimer dans l'ouïe ; les sources sont, certes, localisées — même dans l'obscurité — mais piètrement identifiées. Elles

ouvrent plus de questions qu'elles ne suscitent de réponses. A l'imagination de se déployer ! Et c'est ici que l'inconvénient se retourne en avantage. L'audible a cette faculté d'éveiller des images, des sensations auxiliaires autres que sonores. Le champ auditif, omnidirectionnel, est un plan de rebond, un trampoline.

C'est que l'objet visé par la conscience intentionnelle ne peut se résoudre à une simple perception, souvent approximative. L'interaction constante entre les différentes excitations perceptives, rendue nécessaire par l'*amalgame* des propriétés sensibles (5) prêtées à un objet convenablement localisé, fait émerger dans la conscience imageante une *représentation hybride*, polymodale, enrichie des connivences multisensorielles. Le cortex somato-sensoriel se présente donc comme le lieu de l'association et l'intersection dynamique des résultats obtenus par les différents cortex-sources. Car une fois localisé, l'objet est appelé à fondre en lui ses qualités sensibles : ainsi le feu émet des crépitements, de la fumée, de la cha-

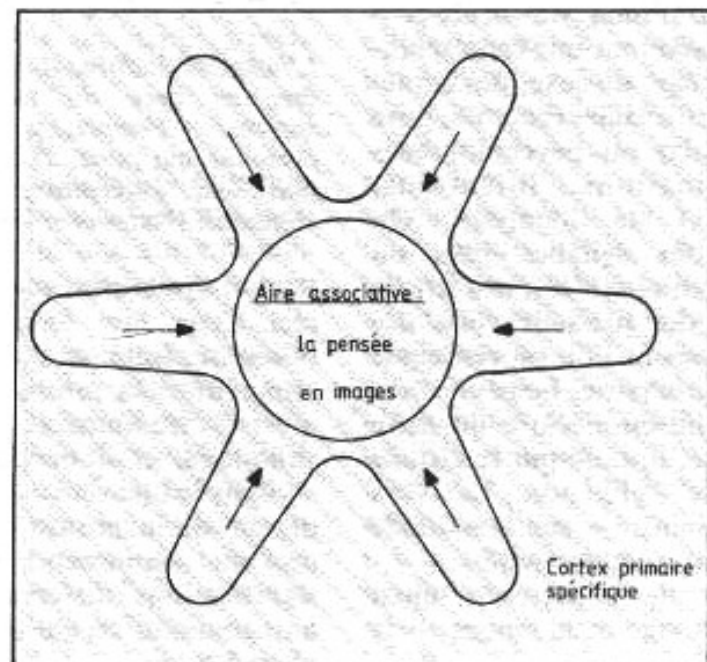
leur, de la lumière, et la représentation globale — **l'image pilote** — est polysensorielle.

Et cette fonte est d'autant plus facile que les dérivées premières (ou secondes) des phénomènes (en fonction du temps) sont souvent superposables, à l'issue du traitement neural dans les cortex primaires, cf fig. ci-dessous.

Toutefois, la *polymodal* se nourrit d'un originaire *transsensibile*, dans lequel les sensations, indifférenciées, s'emmêlent et s'agglutinent en paquets temporellement disjoints, et spatiale-

(4) On a, dans un autre domaine — la recherche pétrolière — cherché à connaître les cavités dans le sous-sol, en utilisant des impulsions sonores de forte intensité — des explosions — qui se trouvent colorées, déformées par la nature des roches traversées.

(5) La mise en relation des propriétés sensibles d'une chose est inévitable, du point de vue de la connaissance : dans les lointains, le son peut faire défaut, le bruit peut être trop léger : de même, l'image visuelle peut s'absenter : interposition, obscurité. Et surtout les différentes imageries doivent se compléter pour mieux **refléter** la chose.



Une fois localisé, identifié (dans une modalité perceptive) l'objet recouvre ses possibilités polymodales ; le déjà-connu (puisé dans la temporalité) rappelle sur le perçu.

ment discontinus. Tant et si bien que les premiers frayages, les premiers chemins associatifs, définitivement singuliers et personnels, tracent les primitifs chefs-d'œuvre de la contingence psycho-affective.

Ce n'est que petit à petit, par la multiplication des expériences sensori-motrices, que les associations suivent un chemin plus logique, puisé dans les propriétés mêmes des objets. Les représentations, polymodales, restent néanmoins marquées par ces frayages originaires, facilement actualisés dans le pré-conscient, voire dans le conscient lorsque *l'épreuve de réalité* est levée (6). Ainsi, dans l'écoute musicale.

L'oreille, ouverte à l'entier de l'espace environnant recueille l'audible et l'envoie vers d'autres sens, qu'elle irradie. La conscience, tournée vers l'objet écouté, étoffe et enrichit l'image, la propulse vers son dépassement.

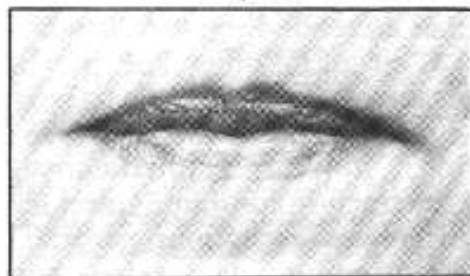
• La voix, la langue

Au fond, c'est par le *pouvoir de représenter* que les sons agissent sur nous ; de représenter et de dénicher les représentations associées. L'*imagerie vocale* propose à l'auditeur une représentation de l'âge, du sexe, des caractéristiques sociales (accents, pose de la voix) ou psychologiques (déterminations, intentions, émotions) du locuteur. On entend des syllabes plus ou moins bien articulées, des jets de paroles, des filets de voix, des respirations et l'on est renseigné sur celui qui parle. Le *geste vocal* s'approche ou s'écarte du geste normalisé, imposé par le groupe social de référence. La voix exprime ainsi — sur son mode propre — la subjectivité.

Mais elle représente aussi — par l'usage de la langue — la réalité. Le signifiant linguistique, qu'il soit homophonique ou arbitraire, renvoie à un signifié mental, lequel s'accorde à un référent, tiré de cette réalité (7).



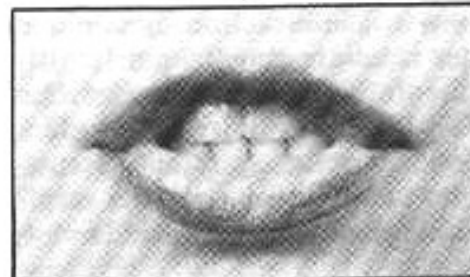
/e/



/d/



/i/



/er/

L'imagerie auditive donne à entendre, en deça du texte — ici : speech ! — l'empreinte vocale de la personne qui parle. D'après Sensation and Perception, de Bruce Goldstein Wadsworth Pub. CY.

Le mot **symbolise** un élément du réel. Cependant, le mot du dictionnaire, **isolé**, ne peut avoir de sens : dans la pratique, le mot n'existe qu'immergé dans des situations, et il ne peut flotter — dans le bon sens — que par le détour de la phrase parlée. Un mot dit « commun » reçoit des significations différentes, voire antagonistes, ce qui peut laisser place à un flou, une indétermination, voire à des malentendus ! Son sens *obvie*, le plus ordinaire, est celui qui marche le mieux sur le marché des mots. La religion

(l'interprétation opportune des textes sacrés selon les époques et les circonstances) et la politique (l'affrontement réglé des mises en scènes sur la réalité) tireront le meilleur parti de la *polysémie* inhérente aux mots (8).

La linguistique, en excluant habituellement le social, traite la langue comme un objet symbolique autonome, par une analyse purement interne et formelle. A l'évidence, le langage est pourtant un instrument d'**action** et de **pouvoir**. « Les échanges linguistiques sont des rapports de pouvoir symboliques où s'actualisent les rapports de force entre locuteurs ou leurs groupes respectifs » (8).

C'est vrai que la langue peut être un instrument de pouvoir — même dans les conversations.

Ceci est aussi audible dans les pièces de théâtre radiophoniques, dans les interviews ou les débats télévisés. Le recours à un langage neutre s'impose toutes les fois qu'il s'agit d'établir un consensus pratique entre des gens dotés d'intérêts partiellement ou totalement différents. Au contraire un langage marqué socialement, permet à des individus de se reconnaître comme appartenant à un même groupe. Et quand il y a affrontement, débats, apparaissent les luttes de répertoire, d'ordonnancement et de classification les revendications de légitimité, car il s'agit ni plus ni moins de produire et d'*imposer des représentations* sur la réalité du monde : des représentations validées sinon par la force des mots, du moins

(6) Les correspondances entre les sensations restent très secrètes et se fauflent à l'insu de la conscience. Insaisissables, elles s'enroulent, fugitives à plusieurs.

(7) La linguistique moderne, inaugurée avec Ferdinand de Saussure, doit être ressaisie dans la réalité sociale. Ce que fait Pierre Bourdieu dans son ouvrage « Ce que parler veut dire », Fayard - 1982.

(8) Ibidem - cf. Bourdieu, op. cité.



Le droit de réponse suppose une judicieuse organisation des tours de parole. La tchatche prend souvent le dessus !

par la force du porte-paroles, qui tient assurance du groupe qu'il représente, de l'institution d'où il procède.

Outre la polysémie, la langue, par sa capacité à tout dire et à ne rien dire, peut engendrer, sans quitter la rigueur formelle, des discours nuageux. Les mots peuvent avoir un sens sans se référer à rien ! On peut énoncer des idées invérifiables, hasarder des intuitions sans limites, tout en restant *formellement* logique (9) !

A la limite, le discours fait exister ce qu'il dit : c'est le cas du discours juridique, état extrême de l'énoncé performatif. L'énoncé *performatif*, à l'inverse de l'exposé *constatif* — simple enregistrement d'un donné préexistant — est un acte complet, engendré par la parole : bénédiction, souhait, promesse, insulte, ordre... etc... *Dire la loi, c'est faire le droit ?*

Il en va tout autrement pour la **poésie** — une atmosphère de sons, un arrangement de mots, des rapprochements d'idées, de sensations, d'images. L'attente

d'un rythme, d'une rime. L'éveil de petits songes brefs. Une logique rayonnante anime les images irréfléchies, furtivement installées sous le télescope de l'esprit. Un ciel irisé où l'on s'émeut. Un monde moteur miniature : les mouvements de la langue et les mouvements dans le texte se répondent. le poème nous emmène dans un temps irréel, loin des horloges.

• La musique

Comme la poésie, la musique a cette puissance d'emmener l'auditeur dans une autre durée, sur le fil d'un temps à plusieurs équations.

Le geste vocal s'y mue en geste instrumental. La mélodie, par son phrasé, ses nuances, ses accents, énonce une subjectivité allant-devenant. Le **je** mélodique s'emplit de la beauté savourée du timbre, du grain et du contour instrumentaux — C'est dire s'il s'embellit — se positive.

L'auditeur vit de la sorte dans un temps dilaté ou comprimé, des émotions, des parcours, des images sans temps morts. Il les revit, par la répétition, avec des

prolongements, des stationnements, des points d'orgue. Le retour et la reprise, la révocation d'un moment, l'anticipation dans le futur jouent sur un temps élastique et affectif. Un univers se crée, qui rapproche le mélomane du compositeur (10).

Le plaisir de la musique, autour des alliances de timbres, des formules mélodiques ou rythmiques, entraîne l'auditeur au profond de lui-même. L'enchaînement spontané des images, des souvenirs, des affections ressurgies nous ramènent vers l'enfant intérieur, au cœur du transensible. La réalité extérieure à la musique est pour un temps suspendue. L'écoute se laisse mener par le dynamisme et l'architecture temporels de l'œuvre. Et si nous nous laissons aller à elle, nous pouvons espérer nous rencontrer nous-mêmes, par la médiation de la pensée compositionnelle (celle de la partition) ou par l'enveloppement (stéréophonique ?) de la beauté orchestrale (une beauté saturante, il est vrai, forte de tous timbres instrumentaux).

Aussi la musique exprime-t-elle la croyance en l'efficacité du désir, en même temps qu'elle en célèbre la beauté — sans voile — par l'usage — sans failles — de sonorités toujours belles.

En terminant, il convient de remarquer que le son, quel que soit le registre de son interpellation, *bruits, voix, musique* a trouvé de nombreux *usages scéniques* au cinéma, à la radio, à la télévision, au théâtre, au concert — et qu'il y a place en eux pour l'innovation et la création. Reste que les sons ne se laissent pas dompter si facilement, et qu'avant d'user de leur pouvoir, il faut sans doute en apprivoiser les forces.

(9) D'où vient à ce moment-là, la crédibilité persistante du phraseur ? C'est une bonne question...

(10) On se reportera à « La musique et le corps » in L'Audiophile n°3.

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

C la Création musicale

CLASSIQUE

1990 EN MUSIQUE...

8

9 est mort, vive 90 !

Tournons-nous brièvement vers l'Histoire pour nous remémorer les grands événements musicaux qui se sont produits en un millésime 90...

En fait, mini-parcours, d'un seul coup d'aile, de notre histoire musicale occidentale.

En souhaitant que 1990 vous apporte la joie, le bonheur et la paix

— disons l'Harmonie — auxquels vous aspirez.

Vingt millésimes 90, du début de l'ère chrétienne, à l'ère européenne, ou la « Valse à 90 temps »...

Plus on remonte dans la nuit des temps, plus il est difficile de situer les événements avec précision. Les premiers balbutiements de la musique n'échappent pas à cette incertitude de l'Histoire... Pourtant, il apparaît évident que la musique a joué un rôle de premier plan dès les premiers siècles de l'ère chrétienne, et principalement dans la liturgie.

Du I^{er} au III^e siècle, la musique grecque exerce encore fortement son influence sur les poètes et les théoriciens. Plutarque, Quintilien, Victorinus, en étudient les principes et s'imprègnent de la doctrine de

Pythagore...

190 C'est aux alentours de cette fin du II^e siècle que remontent les premières esquisses du « Sanctus » et du « Gloria ». Ce sont alors de simples acclamations dont le texte n'est pas encore définitif.

290 De cette époque lointaine date l'un des plus anciens témoignages du chant chrétien. Il s'agit d'un Hymne à la Trinité, écrit en notation grecque.

590 Une date fondamentale dans l'histoire de la musique occidentale. A cette époque, le christianisme est

implanté dans tout le bassin méditerranéen et se propage vers le nord. Les rites et la liturgie sont extrêmement diversifiés. Certains chants religieux usent de mélodies profanes (comme aujourd'hui !)... Grégoire I^{er} monte sur le trône de Pierre et décide de réformer, d'unifier le chant liturgique. Outre qu'il impose à toute la chrétienté un calendrier commun, il établit un classement des chants alors pratiqués et en réglemente l'utilisation. Il fonde parallèlement, à Rome, la Schola Cantorum d'où sortiront des Missi Domini dont la tâche consistera à faire

appliquer les réformes de Grégoire-le-Grand. Cela ne se fait pas sans mal... L'Angleterre se soumet la première. La Gaule résiste deux siècles. L'Espagne n'adoptera définitivement le rite romain qu'au XI^e siècle...

Grégoire ne fut nullement compositeur, et c'est bien à tort qu'on lui attribue la paternité du « chant grégorien ». Son pontificat se poursuivit jusqu'en 604.

790 Le pape Adrien fait parvenir à l'empereur Charlemagne l'Antiphonaire (Livre de Chant) de Grégoire-le-Grand. Le répertoire dit « grégorien » se répand alors très vite dans tout l'empire.

890 Le moine Hucbald tente d'utiliser une « portée » pour fixer la hauteur des sons. Ce système constitue un sérieux avantage technique par rapport aux neumes qui n'exprimaient que les hauteurs relatives des mélodies. La ligne horizontale ainsi tracée symbolisait un son fixe.

Parallèlement à cette invention, Hucbald compose le premier organum parallèle à deux voix, à partir du « Rex coeli Domine ». La pièce, très courte, débute et s'achève par des unissons. Au centre, les deux parties font entendre une suite de quarts parallèles. Ce premier « essai » de polyphonie écrite est également attribué à Otger, un contemporain d'Hucbald.

Vers 990 L'approche et la crainte de l'an 1000... L'abbaye de Fleury-sur-Loire est en pleine floraison. On y met en scène le trope de l'office pascal « Quem queritis ». Questions et réponses, dialoguées par les clercs, se terminaient par le chant du Te Deum. Le drame liturgique est né.

Vers 1090 Apparition des premiers drames liturgiques, dont celui des « Vierges folles et des Vierges sages » marquera profondément les premières années du XII^e siècle, ne serait-ce que par le recours à la langue vulgaire.

Vers 1190 Depuis Hucbald et Otger, la polyphonie a considérablement évolué. L'organum parallèle a fait place au « déchant » (organum dont les deux voix sont en mouvement contraire) puis à l'organum fleuri, vaste composition dont une voix fait entendre, en valeurs longues, un fragment grégorien, alors que l'autre — ou « les » autres —



Représentation de « *Così fan Tutte* » par le Drottningholm Court Theatre (Stockholm) sous la direction d'Arnold Östman, en août 1984. Enregistrement « Oiseau-Lyre ».

tisse un contrepoint très volubile, de rythme ternaire. (Se reporter, pour cette question, à L'Audiophile n° 2 p. 126). Léonin est l'un des premiers compositeurs de l'Ars Antiqua dont le maître le plus illustre sera Pérotin. Cette époque brillante coïncide avec l'apparition du style gothique et l'achèvement du chœur de Notre Dame de Paris. A ce moment apparaît, en Angleterre, une polyphonie insolite, basée sur la consonance de tierce, alors que sur le Continent,

seules les quarts, quintes et octaves sont admises.

La fin du XII^e voit également, dans le Midi, l'apogée de l'art des troubadours dont le répertoire est surtout monodique. L'un des plus grands d'entre eux, Bernard de Ventadorn (ou Ventadour) meurt entre 1190 et 1195.

C'est également en cette fin du XII^e, décidément très riche, que l'on note la composition de l'Office des Fous par Pierre de Corbeil. En Ita-



Affiche de « *Così fan Tutte* » de Mozart ; Vienne, le 16 janvier 1790.

lie, Thomas de Celano compose le « Dies irae ».

1290 Le chant des « trouveurs » connaît une brillante expansion en Angleterre. La variante germanique, le « Minnesang », se répand à l'est du Rhin.

1390 Plus exactement, un peu avant 1400, naissent deux grands maîtres flamands qui assouplissent l'écriture parfois abstraite de Landini et Machaud. Il s'agit de Gilles Binchois (environ 1400-1460), et Guillaumé Dufay (environ 1400-1474). Avec ces deux grands polyphonistes commence la première phase de la renaissance musicale, déjà bien avancée en Italie.

1490 Josquin des Prés compose ses premières grandes messes dont l'« Ave Maris Stella », l'« Homme armé » et « la sol fa ré mi ». Il séjourne à Rome de 1486 à 1494. Jean de Ockeghem est chantre à la chapelle des rois de France (de 1452 à 1496). Jacob Obrecht (1450-1505) est en pleine possession de ses talents de contrapuntiste ; il sera nommé chantre à la cathédrale d'Anvers en 1492.

1590 Monteverdi a vingt-trois ans. Il est nommé joueur de viole et chanteur à la cour du Duc de Mantoue, Vincent de Gonzague. Il publie son Second Livre de Madrigaux à cinq voix. En cette fin de siècle, l'Italie recherche ardemment un nouveau langage musical qui permettrait de réactualiser la tragédie grecque. L'Opéra est en gestation (voir L'Audiophile n° 7, page 151). Création de « Il Satiro » et « La disparizione di Fileno » de Cavalieri.

Dans la nuit du 16 octobre, le Prince Carlo Gesualdo assassine sa femme et son amant, le duc d'Andria... Quatre ans plus tard, il commence à publier ses premiers madrigaux, d'une audace inouïe.

William Byrd achève la composition de « My Ladye Nevells Booke » qui sera publié en 1591.

Palestrina, Lassus, Lejeune, Sweelinck sont en pleine gloire.

1690 Mort de Giovanni Legrenzi à Venise. Georg Muffat publie son célèbre « Apparatus musico-organisticus ».

Agé de vingt-deux ans, François Couperin publie son livre de « pièces d'orgue consistantes en deux Messes ».

En Angleterre, un an après

« Didon et Enée », Purcell fait représenter « Dioclesian ».

Alessandro Scarlatti donne « La Rosaura » puis « La Statira ».

En Allemagne, Werckmeister travaille sur le tempérament égal. J.S. Bach, G.F. Haendel, D. Scarlatti ont cinq ans...

1790 Début du séjour de Haydn à Londres, où, en un espace de cinq ans, il composera les douze symphonies londoniennes.

L'association artistique de Bonn commande au jeune Beethoven — il n'a que vingt ans — une cantate à l'occasion de la mort de l'empereur Joseph II.

Première représentation, à Vienne, de « Così fan tutte » de Mozart. Composition des 22^e et 23^e quatuors à cordes. Durant l'été 1790, Mozart compose des fragments de sonate pour piano en fa majeur K 590 a, b, c. En décembre, il achève son sixième quintette à cordes, en ré majeur, K 593. La grande fantaisie en fa mineur pour orgue, K 594, date également de cette fin d'année.

Weber a dix ans, Boieldieu quinze ans, Boccherini quarante-sept ans.

1890 César Franck meurt à Paris âgé de soixante-huit ans. Peu après sa mort sont publiés ses « Trois chorals pour orgue », considérés à juste titre comme son œuvre majeure.

— Création, au théâtre Costanzi à Rome, de « Cavalliera Rusticana » de Pietro Mascagni.

— Tchaïkovski fait représenter la « Dame de Pique » à Saint-Petersbourg.

— Quelques jours auparavant, au même endroit, était donnée la première du « Prince Igor » de Borodine.

— Publication des « Spanisches Liederbuch » et « Italianisches Liederbuch » de Hugo Wolf.

— Richard Strauss donne son grand poème philosophique et métaphysique « Mort et Transfiguration ».

— En France, Chabrier compose sa « Joyeuse Marche » alors que Messager conçoit « La Basoche ».

— Les « Troyens » de Berlioz sont représentés intégralement à Karlsruhe.

— Debussy a vingt-huit ans, Ravel quinze ans, Stravinsky huit ans, Bartók neuf ans.

1990... La Musique devient la langue universelle... Chiche ?

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

Accessoires

...ET TENDANCES

Le précédent panorama de *L'Audiophile* était tout entier consacré à la source, qu'elle soit numérique (lecteur CD) ou analogique (table de lecture).

Si, en France, le disque compact semble avoir définitivement pris le pas sur son homologue vinyle, il n'en va pas de même partout dans le monde et l'article de Gérard Chrétien contenu dans ces pages alimente ce sujet de quelques données chiffrées qui ne sont pas dénuées d'intérêt !

De même, de nombreux audiophiles subsistent qui n'ont pas encore, pour des raisons tout à fait défendables, sauté le pas de la lecture numérique.

Ce qui fait que la table de lecture, bien qu'elle ne représente plus et de loin la source n° 1 en termes de volumes de ventes en 89, conserve auprès de cette clientèle exigeante une aura de perfection que lui envie — mais pour combien de temps encore ? — le lecteur laser. Sans parler de ceux — et ils constituent le plus grand nombre — qui utilisent encore couramment les deux types de supports, vinyle et CD.

Notre propos n'est pas ici d'alimenter une polémique stérile sur le thème de « qui est supérieur à quoi » ; chacun a certainement du sujet une opinion personnelle fondée sur une expérience propre. Sur le plan commercial au moins, le CD a déjà partie gagnée sans que l'on puisse craindre une inversion de cette progression.

Dans cet « Accessoires et Tendances » du n° 8 de *L'Audiophile*, on trouvera donc, une sorte de mini-panorama de la plupart des cellules et transformateurs d'adaptation disponibles sur le marché en ce début d'année 1990.

Vincent Cousin

Phonocapteurs et transformateurs

Comparativement à la situation dix ans auparavant, de nombreuses marques de cellules ont disparu du marché, soit qu'elles ne soient plus importées, soit qu'elles aient disparu ou se soient tournées vers d'autres activités. Il reste cependant pour l'amateur un choix suffisamment conséquent proposé à sa convoitise grâce aux ténors du

genre dont les principaux sont toujours Shure, Audio-Technica, Denon et Ortofon ou, côté anglo-saxon, Linn, Grado, Arcam ou Rega. A ceux-là s'ajoutent des marques prestigieuses comme Rowland-Research, Koetsu, Cello, Kiseki et Krell dont les cellules ont acquis une réputation enviée dans le haut et le très haut de gamme. Le cas des ensembles Guiston (cellule + transforma-

teur) est un peu à part puisqu'il s'agit de modifications apportées sur la base de modèles existants et constituant autant de couples indissociables. Le concept de ces ensembles est plutôt original : il s'agit d'associer à une cellule à bobines mobiles à haut niveau de sortie un transformateur suramplifiant le signal et en augmentant la dynamique.

Les modifications portent également sur la rigidité mécanique

du corps de la cellule et l'amortissement des pièces en mouvement, bobines mobiles et stylet porte-pointe. C'est pourquoi ces cellules et ces transformateurs « Guiston » ont ici leur place.

Qu'en est-il des différentes techniques encore utilisées dans le domaine de la cellule en 1990 ? Il semble que tous les procédés un peu « marginaux » comme les systèmes piézo-électriques, à jauge de contrainte, à condensateurs ou photo-électriques appartiennent définitivement au passé et aient laissé la place aux phonocapteurs magnétiques eux-mêmes subdivisés en deux grandes catégories : premièrement, ceux basés sur un principe de modification d'un champ magnétique à l'intérieur d'un jeu de bobines fixes et regroupant trois sous-familles, réluctance variable (déplacement d'un barreau de fer doux dans l'entrefer d'un aimant), aimant mobile et aimant induit. Deuxièmement, ceux basés à l'inverse sur le déplacement de bobines mobiles à l'intérieur d'un champ magnétique fixe, plus couramment appelés phonocapteurs à bobines mobiles. Ceux-ci nécessitent généralement la présence d'un transformateur réalisant une adaptation d'impédance en même temps qu'une élévation de niveau nécessitée par la très faible tension de sortie caractérisant ces modèles (de l'ordre de 0,5 mV, 1 kHz, 5 cm/s - avec une impédance d'une dizaine d'ohms).

On trouvera dans les tableaux suivants les caractéristiques principales d'un grand nombre de cellules et transformateurs que l'on peut se procurer facilement chez la plupart des revendeurs hifistes traditionnels. Ces renseignements nous ont été communiqués par les importateurs eux-mêmes. Même chose pour le prix de vente indicatif que l'on a mentionné autant que possible et qui intéressera certainement le lecteur.

QUELQUES CHIFFRES INDICATIFS

Les techniques numériques occupent une place de plus en plus importante dans la presse spécialisée. La raison en est très simple : cette technologie toute jeune est en pleine phase de croissance. Aussi, chaque mois, des solutions nouvelles, des évolutions, des nouveautés apparaissent... et l'information suit le mouvement.

L'analogique n'est pourtant pas encore mort, loin s'en faut. S'il est vrai qu'il paraît figé face à son turbulent concurrent numérique, c'est tout simplement qu'il a atteint une maturité.

Certes, l'analogique décline, le temps des dizaines de millions de platines/an produites par BSR, Dual, Garrard, Thorens est révolu. Mais fin 89, sept ans après le lancement du CD, la taille du marché analogique reste énorme. Aux centaines de millions de platines tourne-disque en ordre de marche dans la population s'ajoutent encore les productions actuelles qui sont loin d'être négligeables, comme nous allons le voir.

Il est désormais reconnu que le marché français a été certainement l'un des plus perméables à l'arrivée du CD. Quelles en sont les raisons, production et distribution discographiques, médias... ? Il est certain que la plupart des grands marchés mondiaux (USA, Japon, Allemagne, Angleterre...) sont restés plus longtemps attachés à l'analogique. Il convient de faire une distinction cependant. Distinction qui sépare au sein du marché global haute-fidélité d'agrément et haute-fidélité d'excellence pour laquelle un seul objectif compte : la qualité de reproduction. C'est cette seconde tranche qui nous intéresse bien naturellement.

Force est de constater que, depuis un an et demi, des progrès marquants ont été réalisés en numérique au plan de l'écoute. Les audiophiles auront dû attendre près de dix ans, depuis les tout débuts du CD, pour que ce dernier parvienne réellement à rivaliser avec l'analogique si tant est qu'il faille établir une compétition entre les deux domaines.

Il est intéressant de noter que le marketing aidant, un amalgame est immédiatement fait entre nouveauté technologique et qualité. Alors qu'au niveau concepteurs la motivation n'est pas essentiellement la recherche de la qualité extrême, mais répond à des impératifs tout simplement économiques, comme le notait en 86 Heitaro Nakajima, vice-président de Sony au sujet du standard CD : « Nous avons à décider de la fréquence de coupure pour fixer la fréquence d'échantillonnage et nous avons aussi à prendre en considération des facteurs d'ordre économique et de production. Le système CD n'a pas été conçu comme un moyen de reproduction de qualité ultime. Cependant, cela ne signifie pas que nous ne ressentions pas le besoin de changer le présent standard. »

De même que pour la cassette, lorsqu'elle a été introduite, sa destination était les portables et la voiture (d'où sa duplication à 64 fois la vitesse de lecture)... A la surprise générale, plus de 50 % des enregistrements de musique classique achetés en 84 aux USA étaient sur cassettes de piètre qualité. De là à penser que les éditeurs, que la plupart des consommateurs ne sont pas intéressés par la qualité sonore, il n'y a qu'un pas, vite franchi... La technologie suit l'économie internationale et pas l'inverse. Dieu merci, la concurrence de plus en plus sévère aidant, l'enjeu qualitatif prend une place de plus en plus importante dans les stratégies commerciales. La presse spécialisée mondiale a d'ailleurs joué son rôle d'aiguillon.

En France en 87, il s'est vendu 340 000 platines : (- 13 % par rapport à 86 et près de 10 % de plus qu'en 77 !). La même année, il s'est vendu 640 000 lecteurs CD, soit 88 % de plus (contre 320 000 en 86 ! source Simavelec) !

En Europe, en 87, on peut évaluer le marché des platines à 2 347 000 pièces et celui des lecteurs CD à 3 080 000, soit 31 % (source ESAC).

Aux USA, toujours en 87, l'écart se resserre puisque sur ce marché les ventes de platines seraient de 2 500 000 unités (estimatif) et les lecteurs CD de 3 300 000, soit 32 % de plus (source EIA).

Au Japon, en 87 également, les quantités produites sont estimées à 6 030 000 platines et à 6 740 000 lecteurs CD, soit seulement 11,7 % de plus. (Point intéressant : la platine régresse de 8,7 % par rapport à 86 et le CD, ce qui est le plus surprenant, de 8,4 %) (source EIAJ).

Certes, ces données datent de 87. Bien que ces éléments chiffrés provenant de sources différentes ne sont pas directement comparables, ils indiquent toutefois une tendance pour chacun des marchés. Depuis, la différence n'a cessé de s'accroître. Mais savez-vous que sur les cinq premiers mois de l'année 89, il s'est vendu aux USA, 6 fois plus de platines analogiques que de préamplificateurs, 5 fois plus que d'amplificateurs et près de 6 fois plus que de tuners. Durant la même période, il se vendait 5,4 fois plus de lecteurs CD...

G.C.

CELLULES

Modèle	Audio-Technica AT 410 E/OCC	Audio-Technica AT 430 E/OCC	Audio-Technica AT440 ML/OCC AT	Audio-Technica 422 EP/OCC
Aimant mobile (AM), bobine mobile (BM), reluctance variable (RV)	AM	AM	AM	AM T4P
Type de pointe	elliptique	elliptique	nude-square micro-linear	elliptique
Bande passante ± 3 dB	20-22 000 Hz	10~30 000 Hz	5~32 000 Hz	15~25 000 Hz
Diaphonie à 1 kHz	26 dB	30 dB	30 dB	29 dB
Tension de sortie en mV (1)	4,5 mV	5 mV	5 mV	5 mV
Impédance de charge recommandée (2)	47 k Ω	47 k Ω	47 k Ω	47 k Ω
Capacitance de charge recommandée	NC	NC	NC	NC
Force d'appui recommandée	15~2,5 g	1~1,8 g	1,25 g	1~1,5 g
Poids en grammes	7,2 g	6,2 g	6,5 g	6 g
Prix public indicatif	> 300 F	600 F	900 F	400 F

(1) 1 000 Hz/5 cm/s

(2) Y compris câble phono.

227F50 381F50

Modèle	Audio-Technica AT F3/OCC	Audio-Technica AT 33 ML/OCC	Denon DL 103	Denon DL 110
Aimant mobile (AM), bobine mobile (BM), reluctance variable (RV)	BM	BM	BM	BM
Type de pointe	bradial nude	nude square micro-linear	cônique	elliptique
Bande passante ± 3 dB	15~50 000 Hz	15-50 000 Hz	20 Hz-45 kHz	20 Hz-45 kHz
Diaphonie à 1 kHz	27 dB	30 dB	> 25 dB	> 25 dB
Tension de sortie en mV	0,35 mV	0,5 mV	0,3 mV	1,6 mV
Impédance de charge recommandée	> 20 Ω	> 20 Ω	> 100 Ω	-
Capacitance de charge recommandée	-	-	-	-
Force d'appui recommandée	1,5 g	1,5 g	2,5 \pm 0,3 g	1,8 g \pm 0,3 g
Poids en grammes	5 g	6,8 g	8,5 g	4,8 g
Prix public indicatif	~ 700 F	\approx 3 000 F	1 125 F	843 F

553

696F50 521F50

Modèle	Denon DL 160	Denon DL 300	Denon DL 304	Denon DL 305
Aimant mobile (AM), bobine mobile (BM), reluctance variable (RV)	BM	BM	BM	BM
Type de pointe	elliptique	elliptique	elliptique	elliptique
Bande passante ± 3 dB	20 Hz-50 kHz	20 Hz-40 kHz	20 Hz-75 kHz	20 Hz-75 kHz
Diaphonie à 1 kHz	> 28 dB	> 25 dB	> 28 dB	> 28 dB
Tension de sortie en mV	1,8 mV	0,3 mV	0,18 mV	0,2 mV
Impédance de charge recommandée	-	> 100 Ω	> 100 Ω	> 100 Ω
Capacitance de charge recommandée	-	-	-	-
Force d'appui recommandée	1,6 g \pm 0,3 g	1,8 g \pm 0,3 g	1,2 g \pm 0,2 g	1,2 g \pm 0,2 g
Poids en grammes	4,8 g	4,2 g	7 g	5,8 g
Prix public indicatif	1 265 F	928 F	3 000 F	3 937 F

696F50

Modèles	Denon DL 1000 A	Grado Signature 8MZ	Grado Signature MCZ	Grado Signature TLZ
Aimant mobile (AM), bobine mobile (BM), reluctance variable (RV)	BM	RV	RV	RV
Type de pointe	elliptique	Grado	Grado	Grado
Bande passante ± 3 dB	20 Hz-110 kHz	10-50 000 Hz + 0,5 dB 10 000 Hz + 1 dB 20 000 Hz	10-50 000 Hz + 0,5 dB 10 000 Hz + 1 dB 20 000 Hz	10-50 000 Hz + 0,5 dB 10 000 Hz + 1 dB 20 000 Hz
Diaphonie à 1 kHz	> 30 dB	NC	NC	NC
Tension de sortie en mV	0,12 mV	3,5 mV	1,5 mV	1,5 mV
Impédance de charge recommandée	> 100 Ω	47 kΩ	47 kΩ	47 kΩ
Capacitance de charge recommandée	-	NC	NC	NC
Force d'appui recommandée	0,8 g ± 0,1 g	1,5 g	1,5 g	1,5 g
Poids en grammes	6 g	5,5 g	5,5 g	5,5 g
Prix public indicatif	7 031 F	2 450 F	3 950 F	6 500 F

Modèles	Guiston Audio-Technica 3200	Guiston Satin M 117 Z	Guiston Satin M 117 ZE	Guiston Satin M 117 G
Aimant mobile (AM), bobine mobile (BM), reluctance variable (RV)	BM	BM	BM	BM
Type de pointe	elliptique	conique	elliptique	elliptique
Bande passante ± 3 dB	20 Hz~20 kHz	20 Hz~20 kHz	15 Hz~25 kHz	10 Hz~30 kHz
Diaphonie à 1 kHz	> 25 dB	> 25 dB	> 25 dB	> 30 dB
Tension de sortie en mV	3/30 mV	3/30 mV	3/30 mV	3/30 mV
Impédance de charge recommandée	40 Ω	40 Ω	40 Ω	40 Ω
Capacitance de charge recommandée	< 100 pF	< 100 pF	< 100 pF	< 100 pF
Force d'appui recommandée	2 g	2 g	2 g	1,8 g
Poids en grammes	4,6 g	9,3 g	9,3 g	9,3 g
Prix public indicatif	1 350 F	2 230 F	2 706 F	3 762 F
	AU 310		AU 320 adaptation spécifique suivant type de cellule	

Modèle	Guiston Satin M-20	Guiston Satin M18-E	Guiston Satin M 21	Guiston Satin M-18 BX
Aimant mobile (AM), bobine mobile (BM), reluctance variable (RV)	BM	BM	BM	BM
Type de pointe	elliptique	elliptique	elliptique	shibata
Bande passante ± 3 dB	10 Hz~35 kHz	7 Hz~35 kHz	7 Hz~40 kHz	7 Hz~50 kHz
Diaphonie à 1 kHz	> 35 dB	> 35 dB	> 35 dB	> 35 dB
Tension de sortie en mV	2,8/28 mV	2/25 mV	1,8/22 mV	1,2/20 mV
Impédance de charge recommandée	30 Ω	25 Ω	30 Ω	16 Ω
Capacitance de charge recommandée	< 100 pF	< 100 pF	< 100 pF	< 100 pF
Force d'appui recommandée	1,5 g	1,25 g	1,2 g	1 g
Poids en grammes	9,1 g	9,6 g	9,4 g	9,6 g
Prix public indicatif	5 786 F	7 722 F	9 636 F	11 206 F
	AU 320 adaptation spécifique suivant type de cellule			

Modèle	Guiston Satin M-21 B	Guiston Electroacoustic 792 E	Kiseiki Sapphire Blue Gold	Kiseiki Purple Heart
Aimant mobile (AM), bobine mobile (BM), reluctance variable (RV)	BM	AM	BM	BM
Type de pointe	shibata	elliptique	hyperelliptique	hyperelliptique
Bande passante ± 3 dB	7 Hz~60 kHz	10 Hz~20 kHz	20-50 kHz	20-50 kHz
Diaphonie à 1 kHz	> 40 dB	> 28 dB	30 dB	30 dB
Tension de sortie en mV	1,2/18 mV	12 mV	0,4 mV	0,4 mV
Impédance de charge recommandée	20 Ω	47 k Ω	-	-
Capacitance de charge recommandée	< 100 pF	< 100 pF	-	-
Force d'appui recommandée	0,75 g	2 g	2 g	2 g
Poids en grammes	9,4 g	6,6 g	NC	NC
Prix public indicatif	17 500 F	1 200 F	4 990 F	7 980 F

Modèles	Kiseiki Lapis Lazuli	Koetsu New Black	Koetsu Red	Koetsu Red Signature
Aimant mobile (AM), bobine mobile (BM), reluctance variable (RV)	BM	BM	BM	BM
Type de pointe	hyperelliptique	hyperelliptique	hyperelliptique	hyperelliptique
Bande passante ± 3 dB	20-50 kHz	15-45 kHz ± 2 dB	10-50 kHz ± 2 dB	10-50 kHz ± 2 dB
Diaphonie à 1 kHz	30 dB	25 dB	30 dB	35 dB
Tension de sortie en mV	0,4 mV	0,3 mV	0,4 mV	0,4 mV
Impédance de charge recommandée	-	-	-	-
Capacitance de charge recommandée	-	-	-	-
Force d'appui recommandée	2 g	1,6/1,95 g	1,6/2,1 g	1,6/2,1 g
Poids en g	NC	NC	NC	NC
Prix public indicatif	42 800 F	6 800 F	10 150 F	15 500 F

Modèles	Koetsu Onyx Gold Signature	Linn K5	Linn K9	Linn K18
Aimant mobile (AM), bobine mobile (BM), reluctance variable (RV)	BM	AM	AM	AM
Type de pointe	hyperelliptique	elliptique	vital	vital
Bande passante ± 3 dB	10-50 kHz ± 2 dB	20-20 kHz	20-20 kHz	20-20 kHz
Diaphonie à 1 kHz	40 dB	> 20 dB	> 25 dB	> 30 dB
Tension de sortie en mV	0,4 mV	4,5 mV	4,5 mV	4,5 mV
Impédance de charge recommandée	-	47 k Ω	47 k Ω	47 k Ω
Capacitance de charge recommandée	-	200 pF	200 pF	200 pF
Force d'appui recommandée	1,6/2,5 g	1,5-2,0 g	1,5-2,0 g	1,5-2,0 g
Poids en g	NC	5,8 g	7,1 g	7,9 g
Prix public indicatif	22 700 F	550 F	1 340 F	2 100 F

Modèles	Linn Asaka	Linn Karma	Linn Troika	Ortofon MC 10 SUP
Aimant mobile (AM), bobine mobile (BM), reluctance variable (RV)	BM	BM	BM	BM
Type de pointe	vital	vital	vital	Elliptic Nude
Bande passante	20-20 kHz	20-20 kHz	20-20 kHz	20-20 000 Hz
Diaphonie à 1 kHz	> 27 dB	> 30 dB	> 30 dB	25 dB
Tension de sortie en mV	0,1	0,1	0,1	0,25 mV
Impédance de charge recommandée	> 10 Ω	> 10 Ω	> 10 Ω	3 Ω
Capacitance de charge recommandée	non critique	non critique	non critique	-
Force d'appui recommandée	1,5-1,7 g	1,5-1,7 g	1,5-1,7 g	1,5 g
Poids en grammes	6,5 g	6,5 g	7 g	7 g
Prix public indicatif	4 800 F	7 400 F	10 600 F	890 F

Modèles	Ortofon MC 20 SUP	Ortofon MC 30 SUP	Ortofon MC 3000	Ortofon X 1 MC
Aimant mobile (AM), bobine mobile (BM), reluctance variable (RV)	BM	BM	BM	BM
Type de pointe	Van den Hull II Nude	FG type I Nude	Replicant Stylus 100	elliptique
Bande passante ± 3 dB	20-40 000 Hz	20-40 000 Hz	5-50 000 Hz	20-30 000 Hz
Diaphonie à 1 kHz	> 25 dB	> 25 dB	25 dB	> 22 dB
Tension de sortie en mV	> 0,2 mV	> 0,2 mV	0,1 mV	2 mV
Impédance de charge recommandée	3 Ω	3 Ω	5 Ω	80 Ω
Capacitance de charge recommandée	-	-	-	-
Force d'appui recommandée	1,8 g	1,8 g	2,2 g	2 g
Poids en grammes	9 g	9 g	9,5 g	4,1 g
Prix public indicatif	2 490 F	2 990 F	6 990 F	550 F

2093

2618

451F50

Modèles	Ortofon X 3 MC	Ortofon X 5 MC	Ortofon SPU Gold	Ortofon OM5E
Aimant mobile (AM), bobine mobile (BM), reluctance variable (RV)	BM	BM	BM	AM
Type de pointe	fineline nude	FG type II nude	elliptique	Elliptique
Bande passante ± 3 dB	20-40 000 Hz	20-45 000 Hz	20-20kHz ± 1,5dB	20-20 000 Hz
Diaphonie à 1 kHz	25 dB	25 dB	25 dB	22 dB
Tension de sortie en mV	2 mV	2 mV	0,2 mV	4 mV
Impédance de charge recommandée	80 Ω	80 Ω	> 10 Ω	47 kΩ
Capacitance de charge recommandée	-	-	-	200-500 pF
Force d'appui recommandée	2 g	2 g	3-5 g	1,75 g
Poids en grammes	4,1 g	4,1 g	32 g	5 g
Prix public indicatif	990 F	1 200 F	2 800 F	180 F

451,50

836,50

34F50

Modèles	Ortofon OM10	Ortofon OM20	Ortofon OM30	Ortofon OM40
Aimant mobile (AM), bobine mobile (BM), reluctance variable (RV)	AM	AM	AM	AM
Type de pointe	Elliptique	Elliptic Nude	Fineline Nude	Van den Hull MKII Nude
Bande passante ± 3 dB	20-22 000 Hz	20-22 000 Hz	20-27 000 Hz	20-30 000 Hz
Diaphonie à 1 kHz	22 dB	25 dB	25 dB	25 dB
Tension de sortie en mV	4 mV	4 mV	3,5 mV	3,5 mV
Impédance de charge recommandée	47 k Ω	47 k Ω	47 k Ω	47 k Ω
Capacitance de charge recommandée	200-500 pF	200-500 pF	200-500 pF	200-500 pF
Force d'appui recommandée	1,5 g	1,25 g	1,25 g	1,25 g
Poids en g	5 g	5 g	5 g	5 g
Prix public indicatif	270 F	590 F	960 F	1 200 F

122F50

Modèle	Rega BIAS (RB 500)	Rega ELYS (RB 1000)	Shure M92E	Shure M99E
Aimant mobile (AM), bobine mobile (BM), reluctance variable (RV)	AM	AM	AM	AM
Type de pointe	elliptique	elliptique	elliptique	elliptique
Bande passante ± 3 dB	NC	NC	20-18 000 Hz	20-20 000 Hz
Diaphonie à 1 kHz	NC	NC	20 dB	20 dB
Tension de sortie en mV	NC	NC	5 mV	5 mV
Impédance de charge recommandée	NC	NC	47 k Ω	47 k Ω
Capacitance de charge recommandée	NC	NC	NC	NC
Force d'appui recommandée	1,75 g	1,75 g	1,25 g	1,25 g
Poids en grammes	5 g	5 g	7,3 g	7,3 g
Prix public indicatif	510 F	1 110 F	200 F	320 F

Modèles	Shure 110HE	Shure 111HE	Shure V15 V MR	Shure Ultra 500
Aimant mobile (AM), bobine mobile (BM) reluctance variable (RV)	AM	AM Dynamic Stabilizer	AM Dynamic Stabilizer	AM Dynamic Stabilizer
Type de pointe	hyperelliptique	hyperelliptique	micro ridge	micro ridge
Bande passante ± 3 dB	20-20 000 Hz	20-20 000 Hz	20-20 000 Hz	10-35 000 Hz
Diaphonie à 1 kHz	25 dB	25 dB	> 25 dB	> 27 dB
Tension de sortie en mV	4 mV	4 mV	3,2 mV	3,2 mV
Impédance de charge recommandée	47 k Ω	47 k Ω	47 k Ω	47 k Ω
Capacitance de charge recommandée	NC	NC	250 pF	250 pF
Force d'appui recommandée	1,25 g	1,25 g	1~1,5 g	1,2~1,7 g
Poids en grammes	7,3 g	8,3 g	6,6 g	9,3 g
Prix public indicatif	800 F	990 F	2 600 F	6 200 F

1393

2618

TRANSFORMATEURS

Modèles	Denon	Guiston / Denon	Guiston / Denon	Guiston /
	AU 310	AU 310	AU 320	Technica
				MK 12 T
Impédance d'entrée	NC	40/200 Ω	3/40/85 Ω	3/20/40/85 Ω
Impédance de sortie	NC	47 k Ω	47 k Ω	47 k Ω
Gain moyen	NC	20 dB	20 dB	20 dB
Bande passante ± 3 dB	NC	10 Hz~50 kHz	7 Hz~100 kHz	7 Hz~100 kHz
Diaphonie	NC	> 60 dB	> 60 dB	> 60 dB
Type de transformateur (torique...)	NC	double blindage	multi-blindage	multi-blindage
Dimensions en mm (l x h x p)	NC	51 x 53 x 181	97 x 65 x 160	115 x 65 x 145
Prix public indicatif	879 F	1 350 F	2 500 F	4 400 F

Modèles	Guiston / Denon	Ortofon	Ortofon	Ortofon
	AU 320	T5	T30	T3000
Impédance d'entrée	3/16/25/40 Ω	3-40 Ω	2-68 Ω	3-5 Ω
Impédance de sortie	47 k Ω	-	47 k Ω 150 pF	47 k Ω 100 pF
Gain moyen	20 dB	32 dB	20-32 dB	30 dB
Bande passante ± 3 dB	7 Hz~100 kHz	20-30 000 Hz	8-90 000 Hz	8-100 000 Hz
Diaphonie à 1 kHz	> 60 dB	-	> 60 dB	> 90 dB
Type de transformateur (torique...)	multi-blindage	-	toroidal	toroidal
Dimensions en mm (l x h x p)	97 x 65 x 160	346 ^F 50	40 x 80 x 142	60 x 120 x 180
Prix public indicatif	5 290 F	550 F	343 ^F 5 490 F	5 990 F

La CAO en électroacoustique

« Les mesures »



*La mesure en électroacoustique serait-elle en train de subir une révolution ?
La marque Brüel et Kjær restera-t-elle le leader mondial incontesté de ce secteur ?
Les mentalités des ingénieurs de recherche vont-elles évoluer très vite dans un proche avenir ?*

Depuis de nombreuses décennies, les mesures en électroacoustique répondent à des normes précises. Trois grandes lignes se détachent :

- les mesures amplitude-fréquence,
- les mesures d'impédance,
- les mesures de distorsion.

Ces normes sont devenues, au fil du temps, une véritable « religion ». Il y a encore peu de temps, certains constructeurs d'enceintes anglaises n'hésitaient pas à bâtir leurs campagnes publicitaires sur le fait que les transducteurs qu'ils proposaient aux mélomanes présentaient une courbe amplitude-fréquence la plus droite possible. Est-ce suffisant ?

Il ne fait aucun doute que l'arrivée de l'informatique dans l'entreprise va, là aussi, bouleverser bien des mentalités. En effet, il ne fait aucun doute que deux facteurs sont déterminants :

- la puissance de certains mini et micro-ordinateurs,
- la baisse énorme du coût du MIPS.

Ces dix dernières années, l'industrie informatique a fait des progrès considérables. D'une part, la puissance des micro et mini-ordinateurs a considérablement augmenté (en vitesse et en taille des fichiers à traiter), d'autre part le coût du MIPS (unité de calcul du nombre d'informations traitées par seconde) n'a plus rien à voir avec celui du passé.

Dans ces conditions, est-il toujours raisonnable d'équiper un laboratoire de recherches et/ou de développement de matériels de mesure conventionnels ? La réponse à cette question est simple : il y a encore dix ans, pour qu'un laboratoire s'équipe en informatique, il était indispensable qu'un ingénieur en informatique intègre l'équipe des ingénieurs en électroacoustique. En

effet, il n'existait aucun programme sur le marché ; de plus, beaucoup d'équipements restaient à concevoir par les utilisateurs. Ceci occasionnait un coût que la plupart des entreprises concernées ne pouvaient accepter. Aujourd'hui, que se passe-t-il ? De nombreuses cartes et systèmes d'acquisition de données sont apparus sur le marché et l'utilisateur final, qui n'a plus besoin d'être un informaticien, dispose de plusieurs programmes sur le marché. Dès lors, le choix est simple. Le coût d'un système informatique est plus faible que celui d'un système de mesures analogiques conventionnel. Mais en fait, le plus important n'est peut-être pas là. Dans un banc de mesures analogiques conventionnel, le système est figé. Cela veut dire que chaque mesure est fixe et que, généralement, il est impossible d'ajouter une variable. En d'autres termes, il n'est possible que de réaliser des

mesures simples et répétitives.

L'énorme avantage du système informatique est son pouvoir de s'adapter aux contraintes mais surtout de rester ouvert. Il est possible, à tout moment, de modifier les processus de mesure :

- modifier le cahier de charges d'un processus de mesure,
- modifier la représentation des résultats,
- ajouter des procédures,
- etc.

Les mesures

L'informatique permet aujourd'hui, à l'aide d'un budget raisonnable, d'effectuer un certain nombre de mesures. Bien entendu, l'ingénieur retrouvera toutes les mesures conventionnelles auxquelles il est habitué :

- mesures amplitude-fréquence,
 - mesures d'impédance,
 - mesures de distorsion.
- Mais à celles-ci s'ajoutent :
- mesures de phase, propagation de groupe,
 - mesures impulsionnelles vraies,
 - mesures de réponse en énergie,
 - mesures amplitude-fréquence-temps,
 - mesures fréquence-temps,
 - mesures de stabilité.

A ces possibilités, s'offrent un certain nombre d'options :

- mesures automatiques,
- réalisation de procédure de mesures,
- changement de présentation rapide des résultats,
- archivage, statistiques,
- interfaçage entre plusieurs applications,
- etc.

Mesure amplitude-fréquence

Il existe deux grandes méthodes pour effectuer la mesure de la courbe de réponse d'une enceinte acoustique ou d'un transducteur à l'aide d'un ordinateur. Soit l'ordinateur sert à

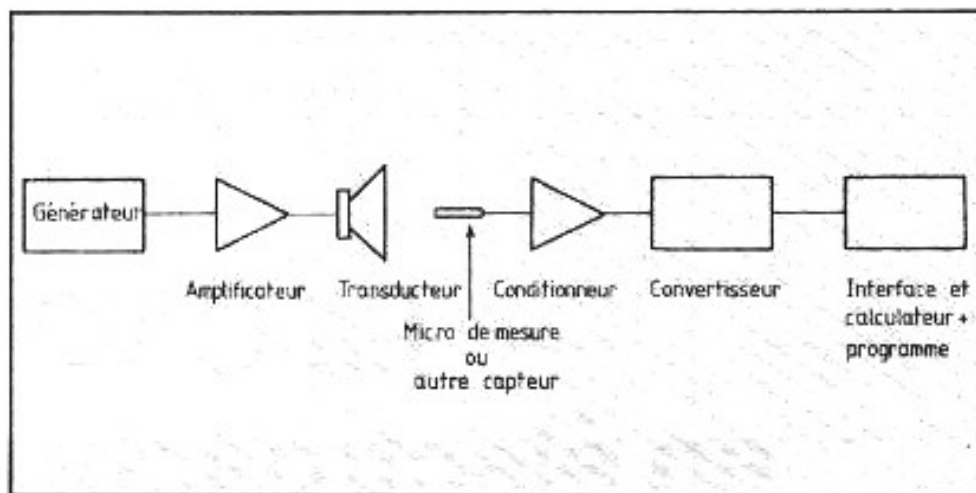


Fig. 1 : Schéma simplifié d'une chaîne de mesure informatisée.

piloter des appareils de mesure, dans ce cas le calculateur pourra devenir un numériseur et une table traçante ; soit — la méthode la plus difficile à mettre en œuvre, mais aussi la plus intéressante — injecter à l'enceinte acoustique un signal de type carré, le numériser grâce à un convertisseur puis traiter mathématiquement le résultat. De manière plus précise, on injecte au transducteur un signal carré d'une durée de $10 \mu s$. Un microphone de mesure capte le signal qui est ensuite numérisé par un convertisseur analogique-digital. Ce signal numérique est directement envoyé au bus de données du calculateur. Ces données sont stockées dans un fichier qui sera traité mathématiquement à l'aide d'un algorithme de transformée de Fourier rapide. De ce fichier une fois traité, il sera possible d'obtenir la fonction de transfert du haut-parleur testé.

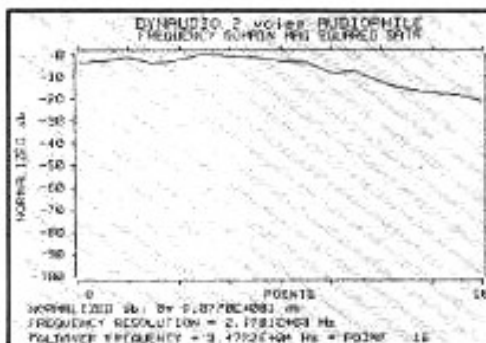


Fig. 2 : Courbe de réponse d'un haut-parleur par transformée de Fourier rapide à partir d'un signal de type carré (durée $10 \mu s$) : amplitude-fréquence.

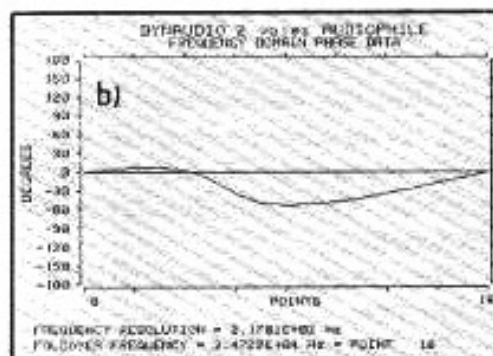
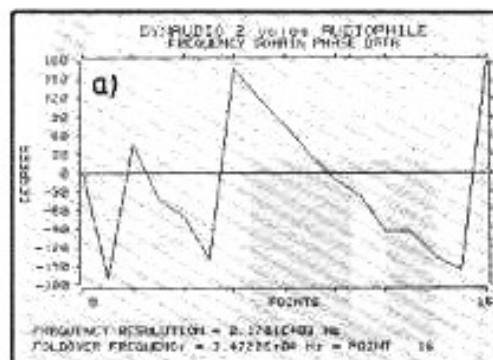


Fig. 3 : Courbe de réponse d'un haut-parleur par transformée de Fourier rapide à partir d'un signal de type carré. a) Phase-fréquence. b) Courbe moyennée.

Mesure d'impédance

Dans ce cas, la méthodologie est identique à la précédente. Toutefois, le montage diffère. Il convient de relever la tension aux bornes du haut-parleur. Une résistance supérieure au minimum à 10 fois le maximum de la courbe d'impédance sera insérée entre le haut-parleur et l'amplificateur de puissance qui alimente le transducteur. Une méthode plus sophistiquée consiste à utiliser un capteur de courant. Dès

lors, il sera possible grâce à un multiplexeur d'effectuer en même temps la courbe amplitude-fréquence et la courbe d'impédance.

Mesure de distorsion

Il est possible de réaliser, avec un ordinateur, le même type de mesure qu'avec un appareillage conventionnel. Toutefois, grâce aux possibilités offertes, il sera possible de réaliser des mesures de distorsion à très fortes puissances. Dans ce cas, on injecte au transducteur des signaux en forme de train d'ondes. Ces trains d'ondes seront numérisés puis traités mathématiquement. L'avantage d'utiliser un train d'ondes réside dans le fait que le message est très bref. La bobine mobile du ou des haut-parleurs n'a pas le temps de brûler. Il est ainsi possible de mesurer des taux de distorsion à 110 ou 120 dB de pression acoustique.

Mesures de phase, de propagation de groupe

Ces mesures sont directement issues de la mesure amplitude-fréquence par FFT (transformée de Fourier rapide). Cette mesure peut être simple ou moyennée.

Mesure de la réponse impulsionnelle vraie

Lorsque l'on observe sur un oscilloscope la réponse d'un haut-parleur à un signal carré, cela donne des informations intéressantes mais en aucun cas

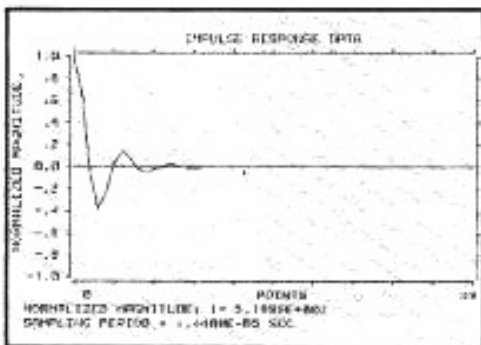


Fig. 4 : Calcul de la réponse impulsionnelle vraie d'un transducteur par transformée de Fourier rapide inverse.

suffisantes. La mesure de la réponse impulsionnelle vraie sera obtenue après transformée de Fourier rapide en effectuant la transformée de Fourier inverse. Dès lors, on obtiendra une valeur réelle du comportement dynamique du haut-parleur.

Mesure de la réponse en énergie

Cette mesure, toujours réalisée de manière mathématique, consiste à calculer l'énergie émise par le transducteur en fonction du temps.

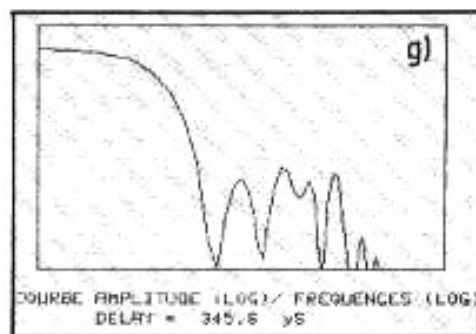
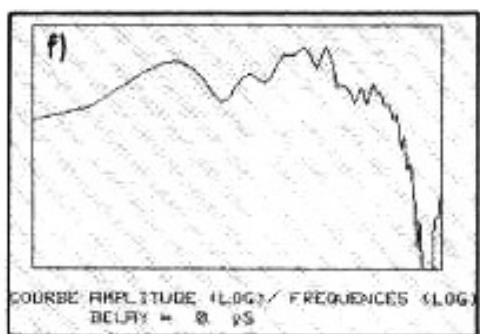
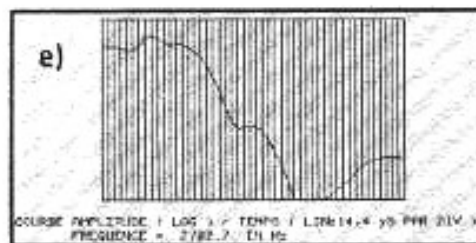
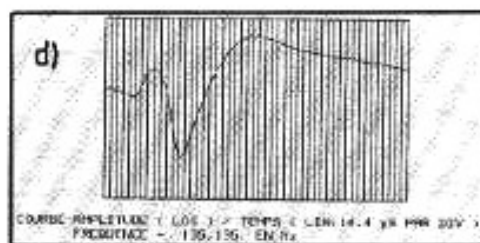
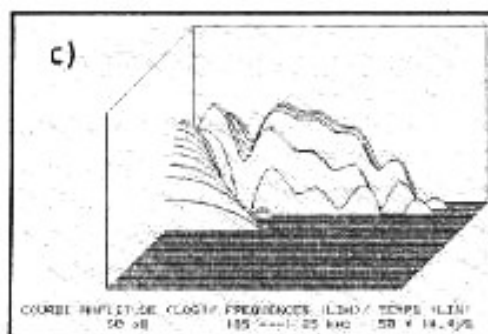
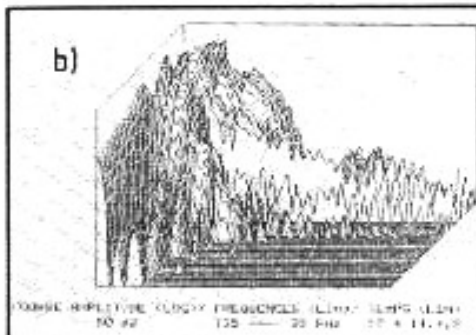
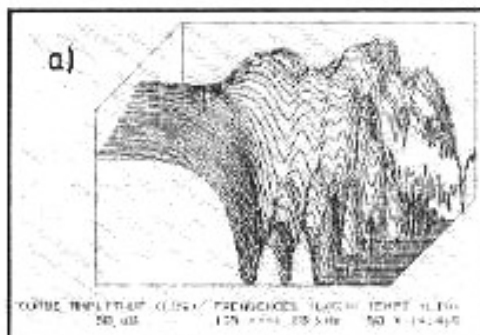


Fig. 5 : Courbe 3D : amplitude-fréquence-temps. a) Courbe échelle en fréquence logarithmique. b) Courbe échelle en fréquence linéaire. c) Courbe échelle en fréquence linéaire moyennée. d) Courbe amplitude-temps à la fréquence de 135 Hz. On notera une très forte coloration à l'écoute. L'oscillation est supérieure au signal lui-même. e) Idem qu'à 2700 Hz. f) Courbe à $T=0$ (amplitude-fréquence). g) Courbe à $T=345,5 \mu s$ (amplitude-fréquence). Cette mesure permet de connaître la décroissance dans le temps à chaque fréquence.

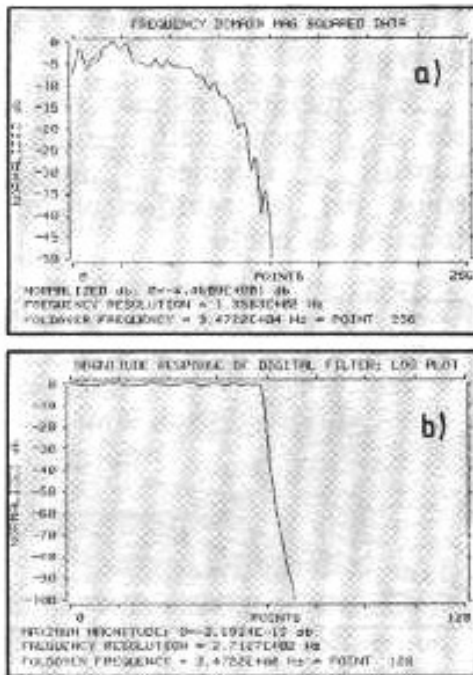


Fig. 6 : Simulation de filtrage sur un haut-parleur. a) Courbe amplitude-fréquence du transducteur une fois filtré. b) Courbe du filtre théorique.

Mesure amplitude-fréquence-temps

C'est, sans aucun doute, l'une des plus intéressantes que l'on puisse réaliser à l'aide d'un système informatique. Il s'agit d'une mesure en trois dimensions. Par rapport à la mesure amplitude-fréquence classique, le temps est ajouté. Dans ces conditions, on obtient une véritable empreinte du transducteur testé. En effet, une simple mesure amplitude-fréquence procure une approche de l'équilibre tonal de l'objet mesuré. La mesure amplitude-fréquence-temps va beaucoup plus loin. Elle permet de connaître un nombre de paramètres beaucoup plus important :

- l'amortissement à chaque fréquence,
- la qualité de l'amortissement interne d'une enceinte,
- la cartographie du signal émis,
- des informations sur le timbre,
- des informations sur la qualité dynamique du système.

Mesure temps-fréquence

Cette mesure issue de la mesure précédente est obtenue en effectuant des coupes et/ou des zooms sur une courbe amplitude-fréquence-temps. Par rapport à la mesure de la réponse impulsionnelle vraie, elle permet de mieux cerner l'origine d'une coloration émise par le système.

Mesure de stabilité

Il s'agit d'obtenir, à l'aide d'un modèle mathématique, le diagramme de Nyquist du système mesuré. Pour mémoire, rappelons que plus un système est stable, plus sa réponse transitoire est amortie. Un système complètement instable est en fait un générateur.

Mesure automatique

Lors de la mise au point d'un produit, l'ingénieur va effectuer très souvent un type de mesures afin d'optimiser ses réglages de filtres, d'équilibrage, etc. Grâce à l'informatique, il sera possible

d'automatiser une ou plusieurs mesures, de les réaliser en un temps record et, éventuellement, d'afficher dans des fenêtres à l'écran plusieurs données traitées. De ce fait, le temps de mise au point sera considérablement réduit.

Procédure de mesure

C'est une étape issue de la précédente qui est réalisée à partir de gabarits pré-déterminés. Cette méthode permet soit un contrôle de qualité si les résultats tiennent dans le cahier des charges. Soit à la mise au point, elle autorise une validité des tolérances pré-déterminées.

Changement de présentation

Dans un système de mesures analogiques conventionnel, le résultat des mesures est affiché de manière fixe. La présentation des données est déterminée par le constructeur. Dans un système informatisé, les résultats seront

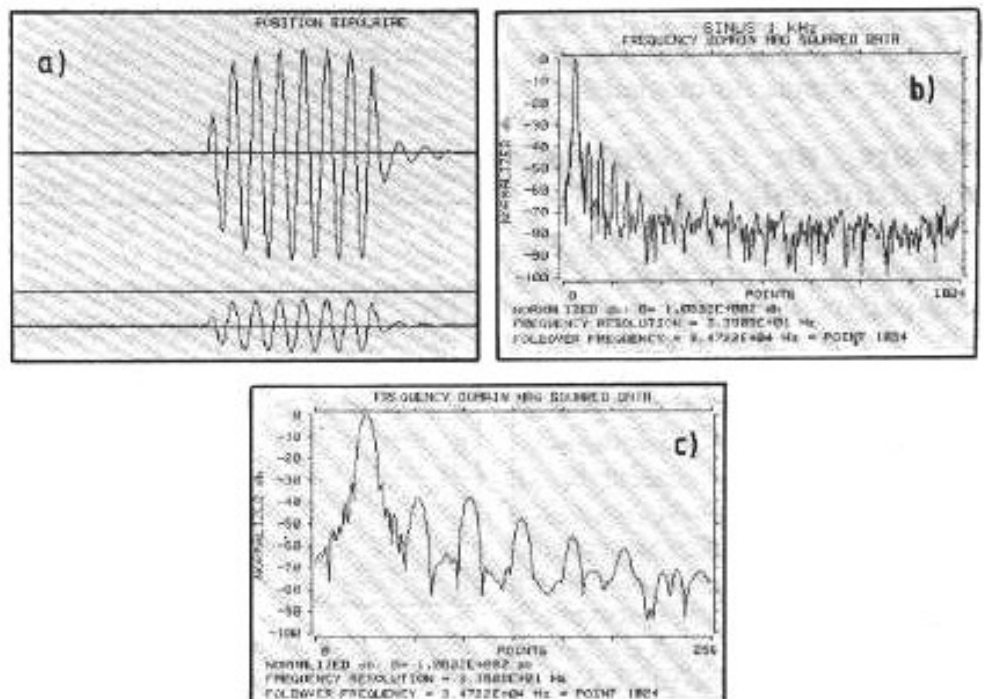


Fig. 7 : Mesure de distortion à très haute pression acoustique. a) Train d'ondes émis par le haut-parleur (seule la sinusoïde centrale sera conservée au calcul). b) Calcul de la transformée de Fourier pour obtenir le spectre de distortion. c) Zoom sur les résultats afin d'affiner l'interpolation des résultats.

affichés au gré de l'utilisateur. Plusieurs changements peuvent être réalisés :

- changement d'échelle (linéaire ou log),
- zoom sur certaines parties des résultats,
- calcul sur les résultats,
- etc.

Archivage statistique

Toutes les mesures qui sont effectuées par un système informatique peuvent être archivées sur un disque dur, une disquette ou une bande magnétique. Des statistiques pourront être effectuées par la suite.

Interface

Grâce aux possibilités offertes par l'informatique, il sera possible d'interfacer plusieurs applications. Exemple : une transformée de Fourier rapide pourra être interfacée avec un progiciel de filtrage numérique. Dans ce cas, il sera possible d'obtenir la réponse d'un transducteur filtré par un répartiteur de fréquence simulé.

Conclusion

Cet article a pour but d'ouvrir une porte sur les possibilités offertes par un système informatique. Il est bien évident qu'ici toute mesure, tout contrôle, toute recherche, seront ouverts. Cela signifie que l'utilisateur averti pourra à tout moment changer ses données, modifier ses protocoles de mesures, ajouter de nouvelles applications. Il semble évident à terme que la mesure classique de la courbe de réponse amplitude-fréquence ne sera plus le seul critère de qualité. Dans ces conditions, il semble souhaitable d'ouvrir les champs d'investigation et de multiplier différents types de mesures.