

N° 21 NOUVELLE SÉRIE 15<sup>e</sup> ANNÉE

# L'AUDIOPHILE

## SUPER QUID

LES MUSES  
D'OR



au lecteur CD  
WADIA 6

CLASSIQUE  
les grands disques  
de ces deux derniers mois

JAZZ  
le jazz au présent

• **REALISATION  
PERSONNELLE**  
LE SUPER NEMESIS OU  
L'HOMMAGE AU 300B...

• **THEORIES**  
TRANSDUCTEURS  
ELECTROSTATIQUES  
OU LE CHANT DES  
CONDENSATEURS (III)

• **POINT DE VUE**  
DISQUES NIMBUS,  
LE TEMPS RETROUVE

• **ACOUSTIQUE  
MUSICALE**  
LA MUSIQUE SUR  
UN TRIANGLE (IV)

M 2569 - 21 - 55,00 F - RD



**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**



**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**



Quoi de neuf?

## LE SON NUMERIQUE AU CINEMA (II)

Jean Hiraga

**D**

*ans le précédent numéro de L'Audiophile, nous avons brossé un tableau des nouveaux systèmes proposés pour améliorer de façon significative le son au cinéma. Il avait été question des procédés Dolby SR-D, sorte d'extension des systèmes Spectral Recording ou SR, qui représente un excellent compromis sur différents critères technico-commerciaux. Il avait été fait état du système Kodak CDS-ORC, le Cinema Digital Sound, réalisé en collaboration avec la firme Optical Radiation Corporation. Or, d'après les dernières nouvelles, Kodak aurait décidé l'annulation de ce projet et de dédommager les quelque 600 salles qui auraient adopté ce système un peu partout dans le monde. Mais le septième art n'en est pas à sa première guerre des formats pour les supports image, son et image + son. Il va en être question ici, ainsi que d'un autre procédé, français cette fois, le système L.C. Concept.*

### Les standards image, son et couleur à travers les âges

De nombreuses années furent nécessaires pour fusionner plusieurs procédés, plusieurs inventions et en faire ce fameux « septième art » : la photographie, la photographie en couleurs, l'image animée et le son. La photographie avec Niepce, Ducos du Hauron pour la photographie en couleurs, Marey pour la « chro-

mophotographie » animée à raison de 16 images par seconde, Auguste et Louis Lumière pour « cinématographe » sont là pour démontrer que les principes de base du cinéma sont d'origine française.

Les premières expériences en matière de photographie animée semblent être dues à Etienne-Jules Marey qui réalise en 1890 une projection d'images se succédant au pas de 16 images/seconde.

A moins d'être un spécialiste en la matière, on se fait, semble-t-il, de fausses idées sur la date de parution et le nombre de formats utilisés jusqu'à présent pour le cinéma. Pour les supports, on retient en général les formats 8 mm, 9,5 mm, 16 mm, 35 mm et 70 mm, les années 50 pour le cinémascope et pour les premiers films en couleurs. Quelques recherches permettent de constater que l'on est très loin du compte. Pour les supports on a :

- 3 mm (Cine-System 3)
- 4,75 mm (Monoplex)
- 8 mm
- Double 8 mm (support 16 mm)
- 8,75 mm (Special TV)
- 9,5 mm
- 15 mm (Pocket Chrono)
- 16 mm (plusieurs versions)
- 17,5 mm (plusieurs versions)
- 22 mm (Edison Home)
- 28 mm (Pathescope)
- 35 mm (nombreuses versions)
- 42 mm (Tri-Ergon)
- 50 mm (Fox 1930)
- 51 mm (Lathan, 1895)
- 56 mm (Magnafilm Paramount)
- 63 mm (Veriscope)
- 65 mm (Standard 1930)
- 70 mm (nombreuses versions)
- 75 mm (Lumière Wide Film).

Parmi les grands formats, on constate que le superbe Omnimax 70 mm (défilement horizontal) des années 70 comme une surface d'image proche des formats Biograph (68 mm) et Lumière Wide Film qui datent respectivement de 1897 et de 1900 !

1892 est, parmi toutes celles que l'on vient de citer, une date qu'il faut retenir car il s'agit de la lancée du format 1 pouce 3/8, soit 34,924 mm, que l'on trouva pratique de baptiser « 35 mm » et qui fut proposé pour la première fois par Edison sous l'appellation « Kinetoscope ».

Comme énoncé plus haut, il faut remonter très loin dans l'histoire du cinéma pour retrouver les premiers formats panoramiques. On les retrouve, dès 1895, avec le Latham Eidoloscope suivis, en 1897, par le Veriscope 63 mm. Le 70 mm Panoramica, créé en 1914 offrait une image extra-large de quatre perforations de hauteur, soit 24 mm pour une largeur de 60,24 mm, soit un rapport de 1 : 2,51 (contre 1 : 1,777 pour le 16/9° de la

Haute Définition TV). Bien d'autres formats panoramiques ont été proposés :

- Fox Grandeur (1927)
- Fox 50 mm
- Paramount 56 mm
- Paramount Magnafilm 65 mm
- Cinémascope de H. Chrétien (1927)
- Todd-Ao 70 mm
- Ultra Panavision 65 mm
- Dimension 150 (70 mm)

auxquels il faut ajouter les systèmes à projections synchronisés Cinérama (1952~1963).

Bien entendu, la liste ci-dessus n'est pas exhaustive. Citons parmi les inventions « géniales » un format 16 mm proposé en 1938 dit « double run no-winding » : une image sur deux était visionnée à l'aller et, à la fin du film, le défilement passait en mode « reverse », permettant de visionner la suite du film sans qu'il soit nécessaire de procéder à un rembobinage !

Pour ce qui concerne les projections en couleurs, les premières tentatives eurent lieu bien avant 1950, date à partir de laquelle la couleur, le format panoramique commencèrent à se populariser. En 1913, le procédé additif Colcin faisait appel à la superposition de deux images projetées simultanément à travers des films vert et rouge. Deux ans plus tôt, en 1911, le procédé de Friese-Greene faisait appel à la projection de trois images colorées et filtrées en bleu, vert et rouge. On fit aussi des tentatives sur des films aux pigments alignés sur de très fines lignes parallèles, ne serait-ce que pour reprendre le procédé de John Joly, de Dublin, testé en 1894. On aboutit plus tard, à partir de 1935 aux différentes variantes des procédés couleurs dits multicouches connus sous les noms de Kodachrome, Alphachrome, Technicolor, Cinecolor, Multicolor, Dufaycolor, Tricolor, Gevacolor, Brewster 3, Zoecolor, Gasparcolor, Eastmancolor...

## Le son sur supports séparé et optique

A ces différentes tentatives et propositions de standards vient s'ajouter bien entendu le support son. Là également, une petite recherche dans l'histoire du cinéma parlant permet d'affirmer que la première projection publique du film « The Jazz Singer » eut lieu le 6 octobre 1926 : procédé Vitaphone, support son séparé sur disque 33 tours/mn (déjà !), défilement 24 images/seconde. Toutefois des expériences antérieures existent. En 1912, par exemple, un certain Eugène Lauste fut sans doute parmi les premiers à inscrire sur un film 35 mm, sur une largeur pratiquement identique à celle du film une piste son selon le principe de la surface variable. D'autres procédés s'en rapprochent : Arthur Kingston (1921), Tykociner (1921), Grindell-Matthews (1921 également) et Tri-Ergon (1922). Citons ici quelques procédés optiques, avec piste son optique rapportée sur le film :

- De Forest Phonofilm
- RCA Photophone
- Klangfilm (Siemens)
- Western Electric
- Fox-Case Movietone

Le système optique était de différents types :

- densité variable,
- surface variable,
- surface variable unilatérale,
- surface variable « Duplex »,
- densité compressée,
- à obturateur central,
- à surfaces multiples,
- à densités multiples.

A l'instar de la gravure du disque phonographique, Philips-Miller proposèrent la gravure directe de la couche sensible à l'aide d'un burin graveur. L'extrémité de ce burin formait un angle proche de 179°, de sorte qu'une amplitude de déplacement micrométrique suffisait

pour produire sur le film une piste transparente aux profils symétriques. Le procédé concurrent dit à densité variable consistait à impressionner plus ou moins fortement la pellicule conformément à l'intensité sonore avec pour limites un blanc (qui ne l'était jamais parfaitement) et un noir (qui était lié à la qualité de la copie). Comme on le sait, tous les procédés optiques proposés étaient et restent sensibles à l'usure, aux rayures, aux collages, aux poussières et à la qualité des copies. Ainsi, dès 1931 apparurent les premières tentatives de réduction voire de suppression du bruit de fond : utilisation de systèmes d'égalisation, lecture sous lumière ultra-violette, gravure push-pull, compression sur les faibles niveaux.

La bande passante « cinéma » standardisée à la fin des années 30 était comprise entre 50 Hz et 5 kHz à  $\pm 3$  dB près. Après l'introduction de la piste son sous forme de support magnétique rapporté sur le film, divers systèmes multicanaux furent lancés :

- Fanta Sound (1939, 4 pistes),
- Movietone (1941, 3 canaux),
- Vitasound (1940, mono + piste effets spéciaux),
- Perspecta Sound (1954, mono + 3 pistes effets spéciaux),
- Dolby mono, SVA, Stereo, Surround, SR,
- Blumlein Stereophonic (1936, 2 canaux),
- Comtrack (1977, mono + 4 canaux).

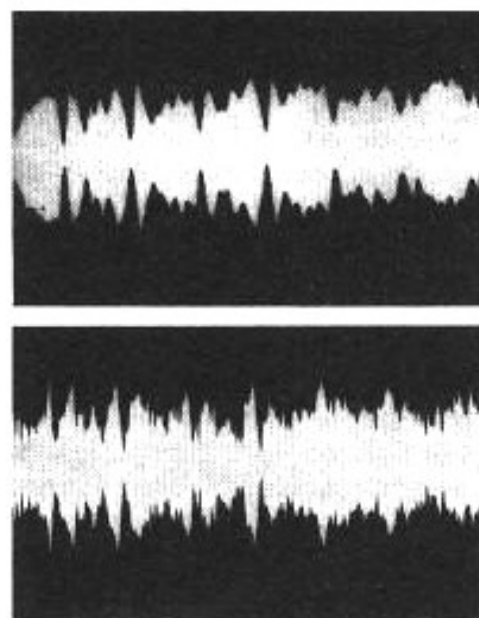
Là encore, la liste n'est pas complète !

## Le son sur piste magnétique

Les premiers enregistrements sur bande magnétique remontant au milieu des années 30 (Telefunken-BASF, 1936), on fut très vite tenté d'adopter ce support pour le son cinéma, sous

forme séparée autant que combinée. Le procédé Fantasound, utilisé pour le célèbre film « Fantasia » faisait appel à un support 35 mm séparé contenant 4 pistes optiques. C'est vraisemblablement vers 1953 qu'apparurent les premiers supports 35 mm combinant l'image cinémascope dite « anamorphosée » (compression en largeur à la prise de vue, puis expansion lors de la projection) et le son magnétique. En 1952, le Cinérama fut le premier procédé dans le genre, véritable tour de force pour l'époque, associant la projection synchronisée sur trois écrans (format 1 : 3,05 !) et le son 7 pistes sur support magnétique 35 mm séparé. Ceux qui ont eu la chance d'assister, à la fin des années 50, aux premières projections en Cinérama de la salle Empire à Paris, ont pu se rendre compte qu'il s'agissait bien là de démonstrations de ce qu'allait devenir le cinéma des années 90. En 1959 et en 1960, on alla même jusqu'à expérimenter des systèmes baptisés « Aroma-Rama » et « Smell-O-Vision » qui ajoutaient au format panoramique, au son stéréophonique une piste réservée à l'émission programmée de différentes odeurs et parfums. On a su faire mieux depuis en y ajoutant des fauteuils sur électroaimants et même en concevant des salles entières soumises à des mouvements synchronisés avec certaines séquences du film, un peu à la manière des simulateurs de vol perfectionnés.

Plusieurs types de bandes son sur support magnétique séparé furent proposés après le Cinérama, en majorité sur des supports 35 mm. Trois principales versions sont à retenir. Leur couche magnétique couvrait toute la surface utile (espace compris entre les perforations) et on pouvait distinguer les versions 1 ou 3 pistes, 4 pistes et 6 pistes. On commercialisa également des versions économiques sur support 35 mm séparé. Cela consis-



En A, piste optique courante à variation de surface. En B, piste optique gravée par rayon laser, selon un procédé expérimental PWM, 100 kHz, réalisé par les chercheurs japonais Tanéda, Sugiura, Oishi et Miyazawa au cours des années 70. Réalisé à l'origine sur un support 16 mm, l'adaptation sur support 35 mm permettait d'assurer des performances remarquables en termes de bande passante et de dynamique.

tait à rapporter sur un support 35 mm vierge deux pistes de largeur 6,35 mm, ou bien encore une piste 6,35 mm et une piste de 1,05 mm. La première s'utilisait en aller pour une piste, en retour, pour l'autre, ce qui doublait la durée de lecture mais exigeait l'utilisation d'un magnétophone synchronisé capable de lire en modes normal et « reverse ». Parmi les supports combinés 35 mm image + piste magnétique se distinguent la version monopiste, la version 3 pistes et deux versions 4 pistes (légèrement différentes en ce qui concerne la largeur des pistes). Sur les versions 3 et 4 pistes une ou deux pistes disposées entre le bord du film et les perforations présentaient l'inconvénient d'une plus grande sensibilité aux rayures et à l'usure que les pistes placées du côté intérieur des perforations. La bande magnétique fut également rapportée sur des films 8 mm, 9,5 mm et 16 mm.

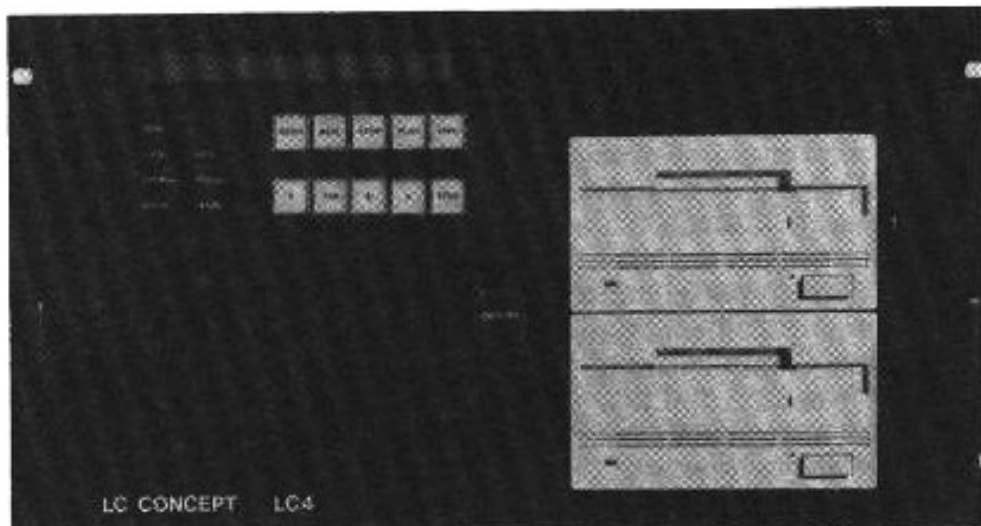


En format 70 mm et, mis à part des exceptions comme l'ancien « Grandeur 70 » de Fox, on dispose de six pistes magnétiques (deux pistes simples placées du côté intérieur aux perforations et deux pistes doubles disposées entre les bords du film et les perforations).

Mais l'avènement du son magnétique avec pistes rapportées sur le film n'a rien d'une solution très économique, le support restant sensible aux rayures, aux poussières, ceci avec un risque supplémentaire : celui d'une démagnétisation accidentelle des pistes son.

Cette parenthèse sur les différents formats son/image permettra aux lecteurs de mieux comprendre le contexte dans lequel se sont trouvés les directeurs de salles, les installateurs et les projectionnistes affairés à modifier les fenêtres des projecteurs, les blocs de lecture son et les réglages d'ouverture des rideaux.

Insistons sur le fait que, sur les quelque 110 salles parisiennes, un peu plus de la moitié ne sont encore équipées qu'en son optique monaural et n'ont suivi que de loin les différentes évolutions de l'image et du son. D'autre part le procédé optique perfectionné assure depuis plus d'une quinzaine d'années de très bonnes performances sur les critères de bande passante (16 kHz environ), de recul de bruit, tout en restant un support image-son unique. Dès 1975, des chercheurs tels que les ingénieurs japonais Tanéda, Sugiura, Oishi et Miyaji proposèrent ou réalisèrent des systèmes de son optique faisant appel à une gravure par rayon laser modulé en double mode PWM (100 kHz, créneau suivi d'une modulation en dents de scie) qui, dès cette époque, était capable de couvrir toute la bande audio sans atténuation et avec un rapport signal/bruit remarquable. Le système Dolby Stereo à piste optique (modulation de surface dite « duo-bilatérale » a



Rack LC4.

assuré lui aussi, dès 1974 de très bonnes performances sur ces mêmes critères auxquels vinrent s'ajouter par la suite le complément SR (Spectral Recording) avec les quatre canaux et le canal d'extrême-grave « Surround », ce en association avec le processeur Dolby CP-200. Ce système représente le dernier perfectionnement en matière de son optique multipistes avec réducteur de bruit avant l'avènement du son audionumérique.

Il n'aurait pas été question de terminer cet article sans parler d'un procédé de son audionumérique d'origine française, le système L.C. Concept. Il obtient actuellement un certain succès, pour ne pas dire un succès certain. C'est, en quelque sorte, un retour au Vitaphone de 1926 (avec disque de 16 pouces séparé du support) mais sous une forme très évoluée. Beaucoup de chercheurs se sont acharnés à vouloir inscrire absolument la piste son sur le support image, mais le support séparé, au moins sous cette forme très élaborée apparaît comme un excellent compromis sur les différents critères pratiques, techniques et commerciaux.

## Le système L.C. Concept

D'origine française, baptisé L.C. Concept par ses créateurs,

Elisabeth Löchen et Pascal Chédeville, il se différencie des autres par le fait que le support son est séparé de l'image. Autant Kodak revendique l'intérêt de pouvoir placer le son exactement en face de l'image concernée, autant L.C. Concept estime qu'associer son et image n'est pas une très bonne idée : usure du film, rayures, poussières, nécessité d'une copie par langue et par sous-titrage, limitation du nombre de pistes, problèmes liés aux collages fréquents, aux coupures. Le procédé L.C. Concept offre de gros avantages conséquents à la séparation des supports son et image :

- son de qualité CD, inusable ;
- copies universelles pouvant être projetées dans différentes langues ;
- sous-titres indépendants ;
- pas de limitation en nombre de pistes.

Le procédé met en œuvre un software sophistiqué, bien que basé sur des technologies traditionnelles. Avec ce procédé on peut obtenir 4 ou 6 canaux indépendants (LC-4 ou LC-6). Pour le son, L.C. Concept fait appel au disque magnéto-optique, avec une fréquence d'échantillonnage de 44,1 ou 48 kHz. Le rapport signal/bruit est de 90 dB, la bande passante comprise entre 20 Hz et 20 kHz et chaque disque assure une lecture de durée

maximale 145 minutes (2 heures 25 minutes) de quoi couvrir la durée de la majorité des films.

A l'exemple du procédé Dolby SR-D, la copie 35 mm (ou 70 mm) conserve ses pistes optiques, d'où compatibilité avec les systèmes classiques. Le système de lecture L.C. Concept a été conçu pour le montage sur la majorité des projecteurs. Sur le film, on trouve en plus des pistes optiques, entre les perforations et le bord du support des inscriptions servant à la synchronisation son/image appelées « Time Code » au format SMPTE. Le lecteur optique, de taille réduite, se relie au processeur LC-4 (ou LC-6) qui peut recevoir deux disques M.O.D. (Magneto Optical Disc, présenté en cassettes, donc facile à manipuler et protégeant les disques contre les rayures). Avec ce procédé, il est possible d'effectuer des coupures sur le film sans qu'il se produise pour autant des parasites à l'endroit des raccords. En cas de mauvais fonctionnement du côté de la lecture numérique, la commutation automatique sur les pistes analogiques est assurée.

Le processeur vérifie également l'identité de la cassette M.O.D. par rapport au film. La vérification automatique de la cohérence du Time Code et l'impossibilité de superposer à une image un son qui ne lui

appartient pas sont des sécurités qui complètent une utilisation qui reste extrêmement simple. Le support son séparé de l'image garantit une qualité son irréprochable et indépendante de la qualité de la copie.

Le système est de plus extensible, adaptable au télécinéma multilingues et même aux futures liaisons de type Numéris, T1 ou aux liaisons par satellite. L'adjonction d'un projecteur séparé conçu pour le sous-titrage rend possible la projection de la même copie dans n'importe quelle langue, pour ce sous-titrage comme pour le son, ceci par le simple remplacement de la cassette M.O.D. Bien entendu, le système reste compatible avec la lecture optique/analogique en Dolby SR 2/4 pistes. Les disques M.O.D. étant des versions double face de durée 2 h 25 mn chacune, on peut disposer d'une version originale sur l'une, de la version française sur l'autre, ce qui est très avantageux. L'adjonction de lecteurs supplémentaires rend possible une lecture continue qui peut atteindre un maximum de 7 heures.

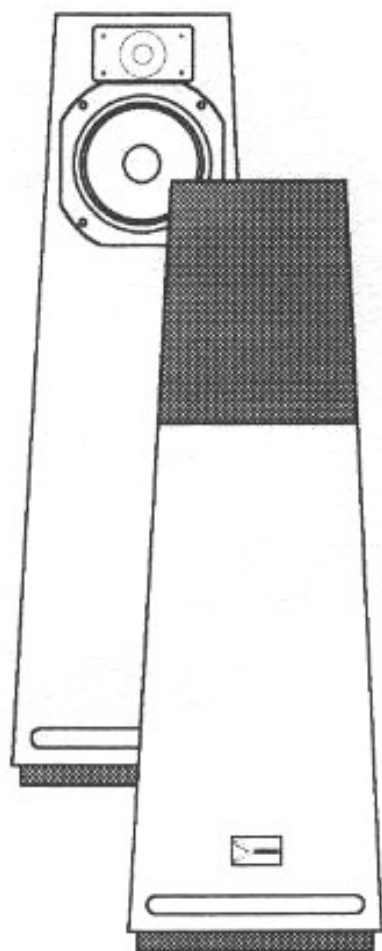
Le prix de l'ensemble L.C. Concept se situe aux alentours de 200 000 F. Il obtient actuellement en France un succès marqué, surtout en région parisienne. L'avenir nous dira quel procédé obtiendra le plus de succès.



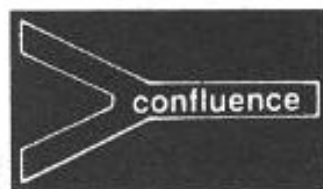
Elisabeth Löchen et Pascal Chédeville.

# confluence

vous invite à  
découvrir  
la nouvelle



## solstice



pour tous renseignements :

ZA Gravelle - BP 25

24430 RAZAC/L'ISLE

Tél : 53 54 05 55

Fax : 53 04 49 45

Minitel 3616 code Hifitel

En Suisse : Nonivox (Tél : 21 39 36 84)

**Page non  
disponible**



# TRANSDUCTEURS ELECTROSTATIQUES OU LE CHANT DES CONDENSATEURS (II)

*Jacky Mas*



*u cours de cette seconde partie, nous allons nous intéresser successivement au comportement du diaphragme à basses fréquences, aux problèmes de distorsion et aux caractéristiques spécifiques d'émission des sons par les HPES. Nous parlerons dans un prochain article de certaines réalisations commerciales, en particulier les produits Quad, le Mark 1 et l'ESL 63, rendant ainsi hommage à Peter Walker qui fut le premier à industrialiser, et de quelle façon, des enceintes électrostatiques d'une très grande musicalité et d'une remarquable fiabilité.*

## **Le problème des basses fréquences**

Comme nous l'avons mentionné au cours de la première partie de cette série d'articles, l'hypothèse du déplacement uniforme du diaphragme n'est pas licite à basses fréquences. En effet, la membrane résonnante est fixée sur sa périphérie et ne peut avoir un déplacement uni-

forme sur toute sa surface. Par ailleurs, la charge représentée par la masse effective d'air devant le diaphragme n'est pas uniformément distribuée. Les mouvements de la membrane sont alors complexes, ce qui rend toute analyse assez difficile. Nous allons cependant estimer quantitativement l'intensité maximale du signal d'entrée et, par voie de conséquence,

l'amplitude maximale qu'il est alors possible d'obtenir pour de telles fréquences.

Lorsque la polarisation est mise en place, le diaphragme se déplace en phase avec la force électromotrice jusqu'à la fréquence de résonance  $\omega_r$ . Ce respect de phase n'est plus vrai au-delà de cette fréquence. En effet, le diaphragme, qu'il soit ou non polarisé, présente une com-

pliance au-dessous de  $\omega_r$ , alors qu'il se comporte comme une réactance au-delà de  $\omega_r$ . La polarisation provoque simplement un abaissement de la fréquence de résonance à cause de la compliance négative qu'elle engendre. Au-delà de la fréquence  $\omega_r$ , la force  $F_e$  de l'équation (13) (cf. *L'Audiophile* n° 20) et le déplacement sont en opposition de phase. Ces deux grandeurs sont liées par la relation :

$$x = -\frac{F_e}{\omega X_t} \quad (25)$$

où  $X_t$  est la réactance totale du système. On peut montrer que cette dernière est donnée par l'expression suivante :

$$X_t = \frac{\omega^2_0 MS}{\omega} \left[ \left( \frac{\omega}{\omega_0} \right)^2 - 1 \right] + \frac{2V_p^2 \epsilon_0 S}{\omega d^3} \quad (26)$$

où  $M$  est la masse effective du système incluant à la fois la masse du diaphragme et celle de l'air (souvent plus importante que la masse du diaphragme !) et  $\omega_0$  la fréquence de résonance lorsque le système n'est pas polarisé. Le premier terme du second membre de l'équation (26) correspond à la réactance totale du système, alors que le second terme est la réactance de la compliance négative. Ce dernier terme est facilement obtenu à partir de l'équation (12).

En reportant cette définition de  $X_t$  dans (25), puis en remplaçant  $F_e$  par son expression donnée par l'équation (13), nous pouvons écrire après réarrangement des termes :

$$\frac{V_c}{2V_p} = -\left(\frac{x}{d}\right) \left\{ \psi + 1 \right\} \quad (27)$$

en posant :

$$\psi = \frac{d^3 \omega^2_0 M}{2V_p^2 \epsilon_0} \left[ \left( \frac{\omega}{\omega_0} \right)^2 - 1 \right] \quad (28)$$

Le terme précédant les crochets du second membre n'est autre que le rapport  $-\frac{C_{me}}{C_{md}}$ ,

compte tenu de l'équation (12) et de la condition :

$$M S \omega^2_0 C_{md} = 1 \quad (29)$$

Rappelons que le rapport  $\frac{C_{me}}{C_{md}}$  a été choisi par Quad égal à environ 3,5. A l'évidence, tous les termes de l'expression (28) sont constants exception faite de la fréquence  $\omega$  bien entendu. Nous obtenons donc en (27) la variation du coefficient de proportionnalité (en fonction de la fréquence) entre la position du diaphragme et la tension d'entrée. Il est clair que la valeur maximale de la tension d'entrée est limitée soit par le fait que le diaphragme peut se coller sur une électrode fixe, engendrant alors une distorsion, soit par l'équation (23) de l'article précédent qui donne la tension d'entrée maximale en fonction du champ électrique régnant entre les électrodes. Souvenez-vous que ce champ est fonction de la tension disruptive du diélectrique, c'est-à-dire de l'air dans le cas le plus fréquent, mais également de la distance séparant les électrodes et le diaphragme. Pratiquement, c'est le premier facteur limitant qui intervient, car le déplacement du diaphragme dans sa partie centrale est beaucoup plus important que sur la périphérie où il est solidement fixé et il risque d'aller plus facilement au contact d'une des électrodes fixes au niveau de cette partie centrale. Il est utile de déterminer l'expression de la tension du diaphragme en fonction de sa position et, pour l'obtenir, il suffit de reporter l'expression (27) dans l'équation (9) relative à la tension totale du diaphragme après avoir divisé à gauche et à droite du signe égal par  $V_p$ .

Quelques petites manipulations algébriques conduisent à l'équation suivante :

$$\frac{V_d}{V_p} = 1 + \psi \left( \frac{x}{d} \right)^2 \quad (30)$$

Le coefficient  $\psi$  donné en (28)

est nul lorsque l'on travaille à la fréquence de résonance du système non-polarisé, c'est-à-dire lorsque  $\omega = \omega_0$ . Dans ce cas, la force électromotrice est nulle et la tension du diaphragme est alors constante et égale à la tension de polarisation quelle que soit la valeur de  $x$ , donc l'amplitude du mouvement du diaphragme. En pratique, nous verrons que l'amortissement joue un rôle important pour empêcher un tel mode de fonctionnement, même à la fréquence de résonance. Vous pourrez facilement tracer les courbes des expressions (27) et (30) pour des valeurs de  $\psi$  variant de  $-3,5$  à  $2$  lorsque  $\left(\frac{x}{d}\right)$  évolue entre  $-1$  et  $1$ .

Pour  $\psi = -1$ , l'expression (27) s'annule et des déplacements du diaphragme sont possibles même pour des valeurs insignifiantes de la tension d'entrée : ce mode de fonctionnement est théoriquement celui obtenu à la fréquence de résonance  $\omega_r$  lorsque le système est polarisé. C'est encore une fois l'amortissement du système qui permet d'éviter bien des ennuis. A très basses fréquences,  $\psi$  tend vers  $3,5$  en valeur absolue d'après l'équation (28) et compte tenu du choix de Quad pour le rapport des compliances. Dans ce cas, il est facile de montrer que la tension d'entrée  $\frac{V_c}{2}$  est égale à  $0,71 V_p$  et que le déplacement est d'environ  $\frac{1}{3,5}$ . Cette valeur est bien inférieure à celle obtenue à l'aide des équations (23) et (24), à savoir  $V_c = 2V_p$ .

Nous avons précisé que le diaphragme se déplace en phase ou en opposition de phase avec la tension d'entrée  $V_c$  selon la fréquence. En réalité, ce n'est vrai qu'en l'absence de tout amortissement. Si ce dernier est pris en compte, tout devient beaucoup plus complexe car la tension d'entrée et le déplacement du diaphragme présentent

alors une relation de phase moins univoque. Il est possible de montrer mathématiquement qu'en tenant compte du rapport 3,5,  $(\frac{\omega_0}{\omega_r})^2$  de l'ordre de 1,4 avec un coefficient de surtension  $Q$  égal à 2, l'amplitude du signal d'entrée ne doit pas excéder  $1,5 V_p$  pour éviter que le diaphragme ne se colle à une électrode fixe. Une expérience réalisée à faible amplitude d'entrée à 1 000 Hz sur un panneau Quad ESL 63 a permis de montrer que  $\omega_r$  est égale à environ 42 Hz et que  $\omega_0$  est proche de 50 Hz. Dans ce cas, le rapport des deux fréquences est pratiquement égal à la valeur théorique prédite (1,18). Dans ce cas, le rebond d'amplitude du signal de sortie à la fréquence  $\omega_r$  est de l'ordre de 0,2 dB, donc parfaitement inaudible.

## Distorsions des HPES

Une analyse précise de la distorsion harmonique de ces haut-parleurs devrait prendre en compte les effets de déplacements non-uniformes du diaphragme et le fait que la résistance et la capacité du système sont non-localisées, mais distribuées. Des éléments d'étude de cette distorsion ont été proposés par L.V. Hunt, au moins aux premiers ordres. Pour ce type de développements, l'interprétation des grandeurs en présence est plus aisée lorsque les charges et les déplacements sont exprimés en termes de courants et de vitesses. En effet, la capacité totale du système polarisé fluctue en première approximation à une fréquence  $2\nu$  lorsque le diaphragme se déplace à la fréquence  $\nu$ . Le HPES génère une force électromotrice et un courant inverse traverse la résistance de polarisation. Ce courant fait évoluer la charge du diaphragme à la fréquence  $\nu$ . Hunt a montré que l'HPES push-pull parfaitement symétrique ne présente pas (ou très peu) d'harmonique 2. Il

a également pu montrer que l'harmonique 3 et les ordres impairs supérieurs sont parfaitement négligeables.

D'une façon très générale, la résistance de polarisation et la symétrie de construction sont des éléments importants pour réduire toutes les distorsions harmoniques à des valeurs très faibles ou nulles. Comme nous l'avons précisé au cours du premier article, le fait d'utiliser la loi (1), par essence non-linéaire, n'a pas d'incidence notable sur les distorsions harmoniques, puisque celle de rang 2 peut facilement être annulée par la résistance de polarisation et que les ordres impairs, égaux et supérieurs à 3, sont parfaitement négligeables tant que le diaphragme ne vient pas se coller sur une des électrodes...

La distorsion par intermodulation est d'autant plus importante que la plage de fréquences reproduites par un même diaphragme est étendue. Mais là encore, les niveaux atteints sont très faibles, et toutes les distorsions des HPES sont bien inférieures à celles de haut-parleurs électrodynamiques quelles que soient les précautions de construction que l'on prenne avec ces derniers.

Enfin, l'utilisation de feuilles de mylar très fines évite le problème des distorsions induites par un étirement non-linéaire du diaphragme.

## Caractéristiques émissives des HPES

Comme nous l'avons dit précédemment, P.J. Baxandall estime que la force par unité de surface ( $1 \text{ m}^2$ ) pour un champ de 40 kV/cm et un espacement inter-électrodes de 2 mm, est de l'ordre de 70 N/m<sup>2</sup>, mais l'auteur retient une valeur plus faible de l'ordre de 50 N/m<sup>2</sup>, à cause des imperfections mécaniques inhérentes à la construction du HPES. A titre de comparai-

son, un haut-parleur électrodynamique de 21 cm peut atteindre 2 000 N/m<sup>2</sup> et un tweeter plusieurs dizaines de milliers de N/m<sup>2</sup>. La grande différence entre les deux types de haut-parleurs est bien entendu la masse mobile en présence, beaucoup plus faible pour les HPES que pour les électrodynamiques. A titre d'exemple, un diaphragme de 0,25 m<sup>2</sup> ne permettra d'atteindre que *quelques mW* à *quelques dizaines de mW* selon la configuration, la charge et donc le mode de fonctionnement.

Le plus souvent, les moteurs électrostatiques ne sont pas enfermés dans des enceintes et fonctionnent en doublet acoustique. Il n'est donc pas nécessaire de réaliser une étude (souvent difficile) de la cavité résonnante constituant l'enceinte comme c'est le cas pour les électrodynamiques. Il n'y a donc aucune vibration due aux parois de l'enceinte, pas de réflexions internes, ni de résonances de la colonne d'air, ni enfin de retards temporels ou de phase à l'origine de distorsions et de colorations. De plus, ce mode de fonctionnement excite beaucoup moins les fréquences propres des salles d'écoute (le diagramme de dispersion affecte la forme d'un huit), ce qui donne le caractère particulièrement propre du registre grave. Certains auditeurs ressentent un « manque » quantitatif de basses fréquences à l'écoute des HPES, même s'ils reconnaissent que la qualité de celui qui est présent est incontestable. Le problème majeur, particulièrement à basse fréquence, est la nécessité de recourir à des surfaces émissives relativement importantes pour obtenir des niveaux acoustiques satisfaisants. D'après A. Deraedt, la pression acoustique créée par un HPES est proportionnelle non pas au signal mais à la dérivée de ce signal par rapport au temps et ce phénomène expliquerait cer-



taines insuffisances des HPES dans le registre grave. Si la membrane n'avait aucune masse, ni de modes propres et, en l'absence de tout amortissement, l'intégration du signal en entrée d'amplificateur permettrait de s'affranchir de ces limitations. L'autre solution suggérée par l'auteur est un asservissement de la membrane, sans qu'il soit nécessaire de recourir à un capteur afin d'obtenir une pression acoustique proportionnelle au signal cette fois et non à sa dérivée.

Peter Walker a proposé une relation simple permettant de calculer la puissance mesurée en sortie d'un HPES en se basant sur le principe dit de réciprocité. Cette expression est la suivante :

$$P = I_e \frac{V_p}{2\pi x d c} \quad (31)$$

$P$  est la pression sonore ( $N/m^2$ ), à une distance  $x$  (m) pour un diaphragme de taille et de forme quelconque, fonctionnant en doublet acoustique. La masse, l'amortissement et la raideur du diaphragme sont négligés ici. Le terme  $c$  (m/s) est la vitesse du son dans le milieu de mesure et les autres termes ont les significations précisées plus haut, avec  $d$  en mètres. La distance  $x$  doit être suffisamment grande pour permettre d'utiliser l'hypothèse que le faisceau sonore se comporte comme une onde plane lorsqu'il atteint le microphone de mesure. A très haute fréquence, la masse d'air au sein des perforations des électrodes ajoutée à celle du diaphragme a pour conséquence de réduire de façon significative la valeur de  $P$  mesurée par rapport à celle donnée par l'équation (31). De même, à basse fréquence, cette expression n'est plus valide. Elle reste cependant très utile sur une large plage de fréquences (5 octaves d'après P.J. Baxandall). Il semble qu'elle autorise également des évaluations utiles pour de plus

faibles distances et pour des positions hors axe.

Il est couramment admis qu'un haut-parleur omnidirectionnel procure de plus grandes satisfactions à l'écoute. Cependant, en milieu semi-réverbérant habituel, même lorsque l'auditeur est bien dans l'axe de ses haut-parleurs, les réflexions et les multiples diffusions des sons, en particulier ceux qui sont émis hors axe, vont influencer considérablement sur la qualité de restitution. Afin de minimiser le rôle des réflexions et des diffusions, un certain degré de directivité est donc souhaitable. Il s'agit de réduire le rapport sons réfléchis/sons directs, ce qui diminue du même coup la perception des colorations de la pièce, c'est pourquoi il a été parfois dit que certains HPES étaient davantage « salle-indépendants » que d'autres haut-parleurs. Lorsque les salles d'écoute sont suffisamment vastes pour que les HPES soient placés loin des murs, le problème de la directivité devient moins important. Bien entendu, trop de directivité devient rapidement néfaste à l'image stéréophonique et conduit souvent à une sonorité peu naturelle et/ou désagréable. A basse fréquence, il est difficile d'obtenir une grande directivité. Celle-ci a donc tendance à croître avec la fréquence, mais ce n'est gênant que lorsque sa progression n'est pas suffisamment douce. C'est le problème fréquemment rencontré avec les enceintes multivoies à haut-parleurs électrodynamiques, lorsque les fréquences de coupure sont mal choisies, les filtres répartiteurs sont d'ordre élevé et les caractéristiques des moteurs ne sont pas complémentaires, en particulier leur diagramme polaire. Avec les électrostatiques, le problème des filtres est sans objet (il s'agit toujours de filtres du premier ordre). Lorsqu'ils sont correctement mis en œuvre, ils ne présentent pas

les limitations habituelles des haut-parleurs électrodynamiques ce qui, associé à leur excellente réponse transitoire et à la quasi-absence de distorsion, a fait la réputation de naturel des HPES.

La forme adoptée pour les membranes émissives joue un rôle important sur les caractéristiques de directivité des HPES. D'une manière générale, il est souhaitable que la directivité reste approximativement constante jusqu'à 1 000 Hz. L'index de directivité, selon Baxandall, croît de façon monotone et lente de quelque 5 dB entre 1 et 10 kHz. Le fonctionnement en doublet améliore également ce paramètre à basses fréquences, puisque l'index de directivité théorique est alors de 4,8 dB (pour un diaphragme circulaire fonctionnant en piston). Comparés aux index obtenus à l'aide de haut-parleurs électrodynamiques ou *a fortiori* avec ceux des moteurs à compression, ces valeurs semblent très faibles, et elles sont en réalité à l'origine de l'excellente image stéréophonique des HPES. Les principales solutions permettant d'obtenir les diagrammes de directivité optimaux sont les suivantes :

- soit les membranes présentant une largeur de quelques centimètres sont montées verticalement dans le cadre support et la répartition fréquentielle est telle que les parties latérales se chargent de la reproduction du registre grave. C'est la disposition qui a été choisie pour le premier HPES de chez Quad : le Mark 1 ;
- soit la membrane est unique mais, dans ce cas, il faut opter pour l'une des deux configurations possibles : diviser celle-ci en plusieurs zones de façon à obtenir le diagramme de directivité souhaité ou utiliser un système de lentilles acoustiques ;
- soit, comme cela a été retenu sur le Quad ESL 63, obtenir le diagramme de directivité en jouant sur la division des électrodes fixes. La répartition est en

pratique assurée par des lignes à retard, agissant sur des zones annulaires et concentriques du diaphragme. Ce dernier émet alors des ondes sphériques et on évite ainsi que le faisceau sonore soit trop directif à haute fréquence. Un tel choix dispense d'une réduction de l'espace interélectrodes et donc permet de s'affranchir des problèmes de construction qui en découlent.

## Les amplificateurs et les HPES

Au-delà de la fréquence de résonance, l'impédance d'un HPES est globalement égale à la réactance de  $C_0$  (cf. figure 3, première partie, *L'Audiophile* n° 20). Les seuls éléments dissipant le signal d'entrée sont : la résistance d'amortissement  $R_{md}$  et celle due à la charge effective de l'air face à la membrane  $R_{ma}$ . Dans ces conditions, la plus grande partie de la puissance électrique devrait se retrouver sous forme acoustique, expliquant ainsi l'excellente efficacité des HPES que nous avons mentionné. La charge essentiellement capacitive, en particulier à moyennes et hautes fréquences, engendre une dissipation de puissance au niveau des transistors de l'étage de sortie des amplificateurs bien supérieure à celle qu'induit une charge résistive. Il est, par conséquent, nécessaire de surdimensionner cet étage et de prévoir des radiateurs bien plus importants qu'avec les amplificateurs alimentant des électrodynamiques.

En réduisant le nombre de tours au primaire du transformateur de couplage d'un HPES, il est facile d'augmenter sa sensibilité. Mais, par ailleurs, la plupart de ces haut-parleurs voient leur impédance d'entrée chuter significativement en haute fréquence. Il faut donc trouver un compromis acceptable entre la sensibilité et un niveau d'impédance tel que

les amplificateurs puissent délivrer leur niveau crête en toute sécurité.

Certains constructeurs ont proposé de s'affranchir des problèmes de fluctuations du secteur, des pics en particulier et du bruit ainsi introduit, en polarisant leur HPES à l'aide d'une pile et d'un convertisseur de tension. Ce système a été retenu par une société américaine peu connue en France : David Lucas Company, Inc. (*Precision Audio Components*) pour son produit Audiocell. Une autre originalité de ce système est de réduire l'interface entre l'amplificateur et la cellule électrostatique au seul transformateur. Les corrections permettant d'obtenir une réponse plate en fréquence ainsi que les autres actions sur le signal sont obtenues à l'aide d'une unité de contrôle placée entre le préamplificateur et l'amplificateur (ou dans une boucle de monitoring du préampli). L'unité de contrôle est construite en utilisant des composants électroniques parmi les meilleurs du marché et... des tubes (six 12ax7a). Enfin, le système est modulaire et, pour un prix inférieur à celui de l'investissement de base, il est facile de doubler son système, un peu à la manière des doubles panneaux Quad du fameux HQD (Hartley-Quad-Decca Kelly) de Mark Levinson.

Il y aurait encore beaucoup à dire sur les problèmes de construction et les choix qu'il est nécessaire de faire lors de la construction des HPES, mais les choses deviennent alors très techniques et n'intéressent que quelques spécialistes et, bien entendu, les constructeurs. Nous verrons quelques-uns de ces choix lors du troisième et dernier volet de cette série d'articles dans le prochain numéro de *L'Audiophile* où nous nous intéresserons plus particulièrement à des réalisations concrètes.

la nouvelle  
**REVUE DU SON**

SON  
MUSIQUE  
VIDEO  
MAG

**L'AUDIOPHILE**



éditions  
fréquences

1, boulevard Ney 75018 Paris  
Tél. : (1) 40.36.01.97

**Page non  
disponible**



# ENCEINTES SIMULEES PAR ORDINATEUR LEAP

*Charles-Henry Delaleu*

**D**

*ans un précédent numéro de L'Audiophile, nous avons analysé le progiciel CALSOD. Aujourd'hui, nous abordons son concurrent le plus direct, LEAP, proposé par la société Audio Technology Inc. Ce programme de conception d'enceintes acoustiques nous vient des Etats-Unis.*

Avant d'entamer la description de cet outil, nous tenons à vous préciser que nous avons reçu récemment la dernière version de CALSOD. La plupart des remarques négatives que nous avons faites à son sujet sont aujourd'hui oubliées. En effet, il est désormais possible d'entrer directement les courbes des transducteurs en provenance des progiciels MLSSA, SYSID, System One, et LMS. Les fastidieuses entrées de données par l'éditeur de texte peuvent donc être évitées. De plus, certaines possibilités ont été ajoutées.

LEAP est un outil plus puissant et plus précis comparé à CALSOD. Toutefois, son prix est double.

## **Les commandes générales**

LEAP est architecturé à partir de plusieurs sous-programmes qui peuvent être acquis séparément. Néanmoins nous vous conseillons vivement de les acheter tous ensemble. En effet, le module base est bien trop pauvre pour effectuer un travail convenable. Le premier concerne la gestion des paramètres électromécano-acoustiques des haut-parleurs (Transducer). Le second analyse les charges acoustiques des haut-parleurs (Enclosure Base System). Le troisième simule des filtres passifs (Passive Network Library Database). Le quatrième concerne les filtres

actifs (Active Filter Library Database).

A ces quatre sous-programmes de base, viennent s'ajouter des sous-programmes d'import et d'export de données, de gestion de fichiers, des outils graphiques et un optimiseur de calculs de filtre.

## **Transducer**

Comme tous les sous-programmes de base de LEAP, celui-ci est architecturé en base de données. Il est possible de réaliser des bibliothèques personnelles par constructeur des différents haut-parleurs que l'on veut analyser et de les regrouper par familles. Les paramètres électromécano-acoustiques utilisés par

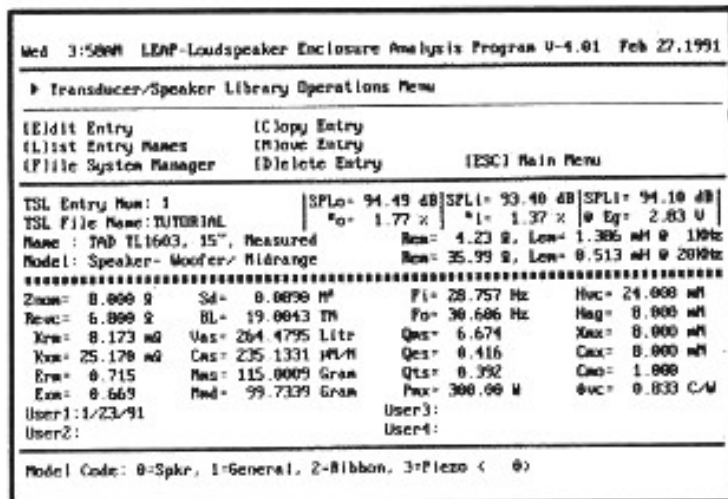


Fig. 1 : Sur ce tableau sont représentés les différents paramètres électro-mécano-acoustiques d'un haut-parleur. Il est fortement souhaitable, afin d'obtenir la meilleure simulation possible, d'utiliser un maximum d'informations sur chaque transducteur. Toutefois, LEAP prévoit aussi des fiches simplifiées, par exemple dans le cas des tweeters, haut-parleurs à ruban, piezo-électriques.

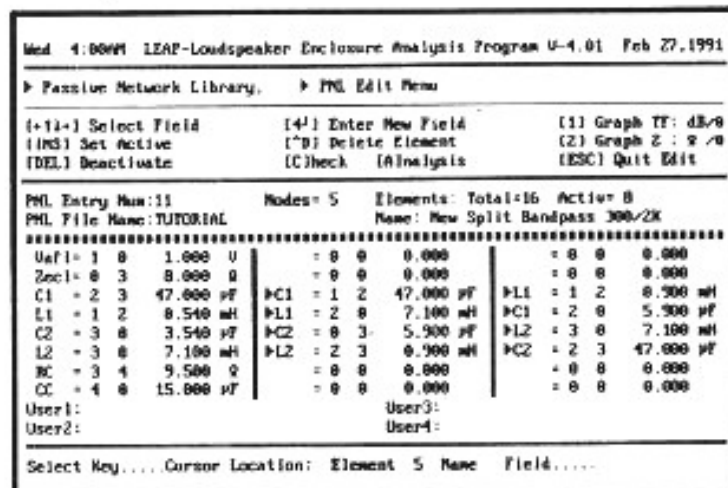


Fig. 2 : Sur ce tableau est représentée la fiche de réalisation d'un filtre répartiteur de fréquences passif.

LEAP sont assez nombreux et couvrent l'ensemble des caractéristiques propres de chaque haut-parleur (voir fig. 1). Si quelques données venaient à manquer, LEAP peut, dans certains cas, les retrouver par analogie.

## Enclosure

La plupart des charges acoustiques couramment rencontrées sont analysables par LEAP. Notons la charge close, la charge bass-reflex, la charge actif/passif, la charge symétrique, etc. Dans chaque charge, il est possible d'utiliser un ou plusieurs

haut-parleurs (branchements série ou parallèle). Outre le calcul de la courbe de réponse dans le grave simulé, il convient d'entrer les différentes cotes servant à la réalisation de cette charge ainsi que la position du ou des transducteurs.

## Passive Network

Comme le simulateur de charges acoustiques, ce sous-programme de calcul de filtre est très complet et les composants sont insérés à partir d'un branchement par nœuds. Avant d'entrer un nouveau filtre, il est

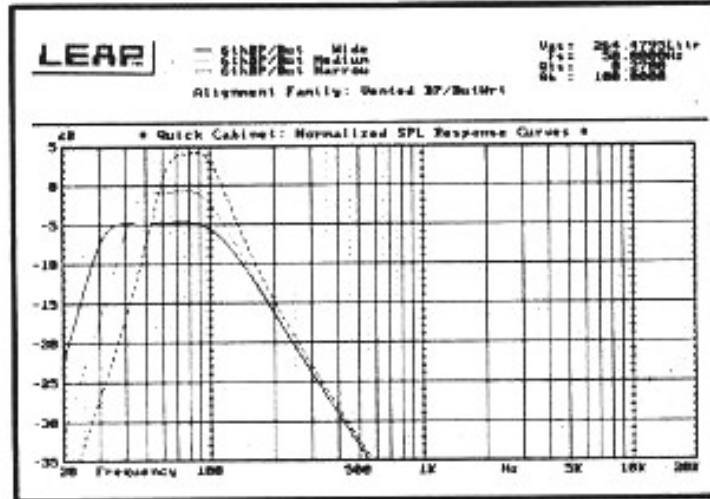


Fig. 3 : Cette courbe représente la simulation d'une charge de type symétrique d'un haut-parleur de grave. Grâce au menu utilitaire, il est possible de simuler de manière très rapide la réponse en basse fréquence de tout transducteur.

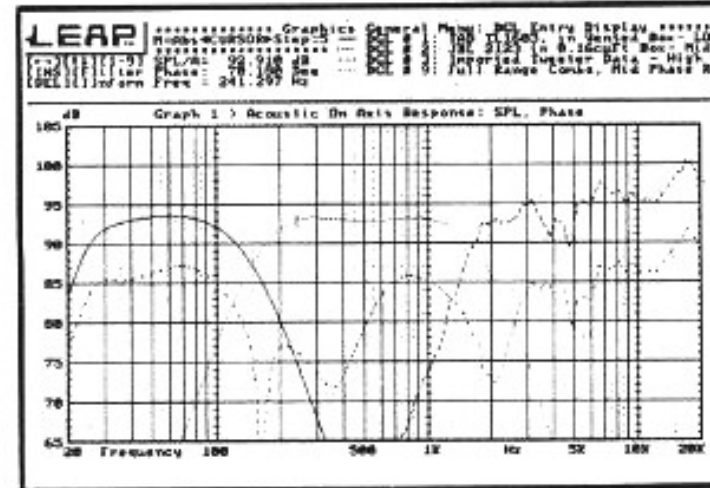


Fig. 4 : Représentation d'une enceinte trois voies. On notera les courbes de réponse du boomer, du médium et du tweeter.

possible d'aller dans le sous-programme utilitaire afin d'étudier différentes configurations telles que la pente d'un filtre, sa réponse en phase et le calcul des valeurs des composants réalisant ce filtre à partir d'une charge fixe ou de l'impédance réelle d'un haut-parleur.

## Active Filter

Ce sous-programme permet d'étudier la réalisation d'une enceinte active ou d'un circuit actif additionnel pour corriger une réponse dans le grave par exemple. Dans ce dernier cas,

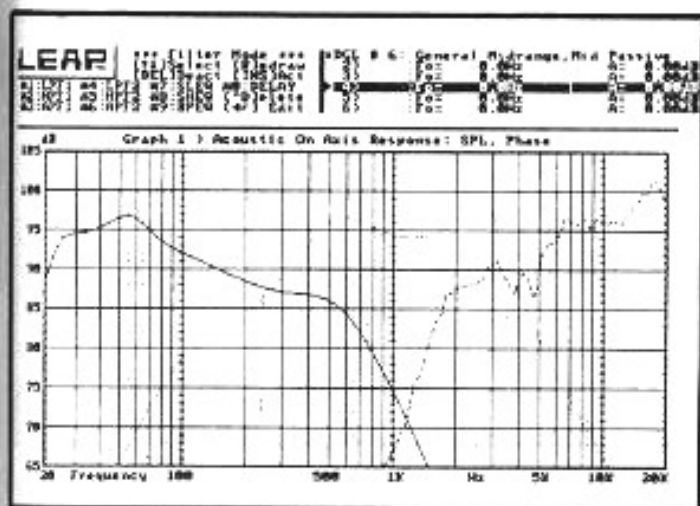


Fig. 5 : Ces courbes représentent les mêmes haut-parleurs que ceux de la fig. 4, mais ici il s'agit des réponses amplitude/fréquence des transducteurs une fois filtrés.

l'enceinte étudiée utilisera le filtrage passif et le filtrage actif.

### Graph Display

Ce sous-programme possède une double tâche : il permet d'une part de choisir quels résultats seront affichés à l'écran mais aussi de créer des bibliothèques contenant les courbes de réponse amplitude / fréquence / phase et impédance / fréquence / phase des haut-parleurs utilisés dans LEAP. Ces bibliothèques sont réalisables à partir de l'importation des données fournies par les progiciels de mesure tels que MLSSA...

### Design Graph

Design Graph est le sous-

programme qui permet de regrouper les différentes informations analysées : haut-parleur + filtre, haut-parleur + enceinte, haut-parleur + filtre + enceinte. Comme toujours, elles sont regroupées sous forme de bases de données. Chacune des fiches correspond à une des voies de l'enceinte étudiée. C'est dans le sous-programme Graph Display qu'il faut intervenir pour afficher le résultat simultané de plusieurs voies à l'écran.

### Optimizer

Une fois les différentes bases de données entrées, il est possible de commencer une véritable simulation. Comme toujours avec ce genre de programme,

avant d'étudier plusieurs voies ensemble, il convient d'analyser chacune séparément afin de travailler de manière cohérente. Ce n'est qu'après que l'Optimizer pourra être utilisé. Cet optimiseur permet de recalculer de manière automatique les différentes valeurs des composants entrant dans la réalisation du filtre. Comme pour CALSOD, il est possible de fixer de manière définitive certains composants. Les résultats ainsi obtenus devront toujours être vérifiés. Ces résultats doivent rester cohérents avec la réalisation d'une enceinte. Ce genre d'utilitaire a vite fait de vous donner des valeurs de composants extrêmes et inutilisables.

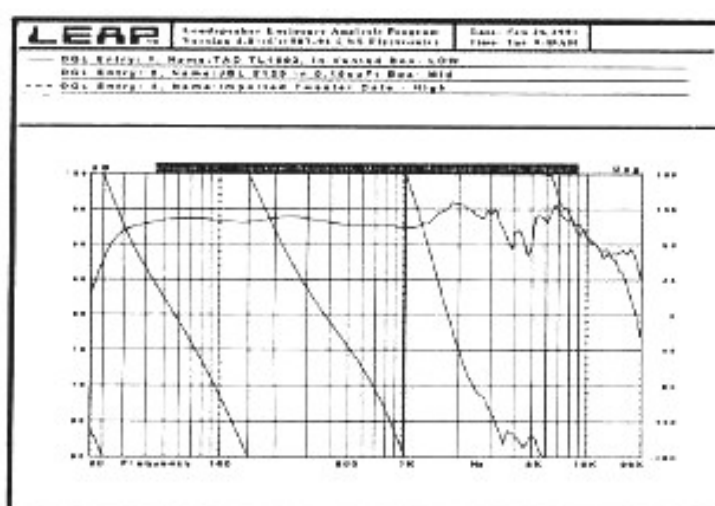


Fig. 6 : Représentation de la courbe de réponse amplitude/fréquence d'une enceinte trois voies une fois terminée.

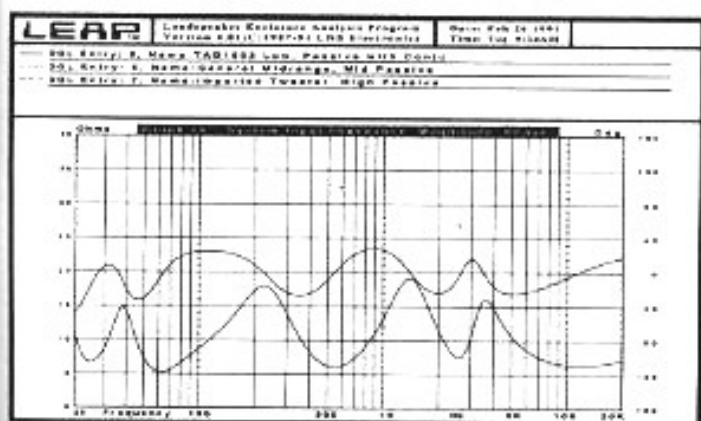


Fig. 7 : Courbes d'impédance et phase de l'enceinte représentée en fig. 6.

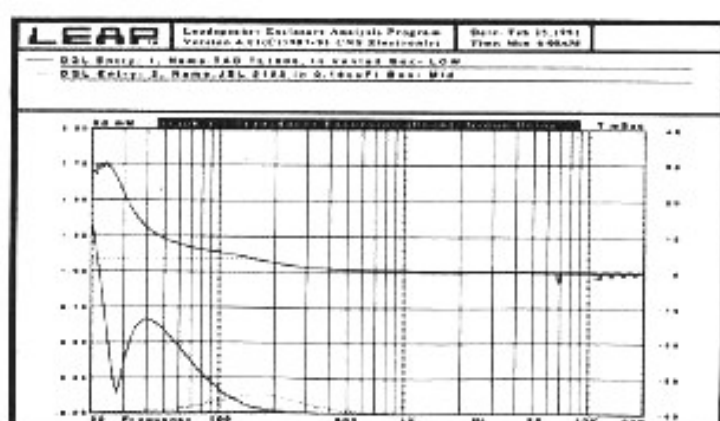


Fig. 8 : Cette courbe représente le déplacement en millimètres du boomer utilisé dans l'enceinte de type bass-reflex étudié en fig. 6 et 7.



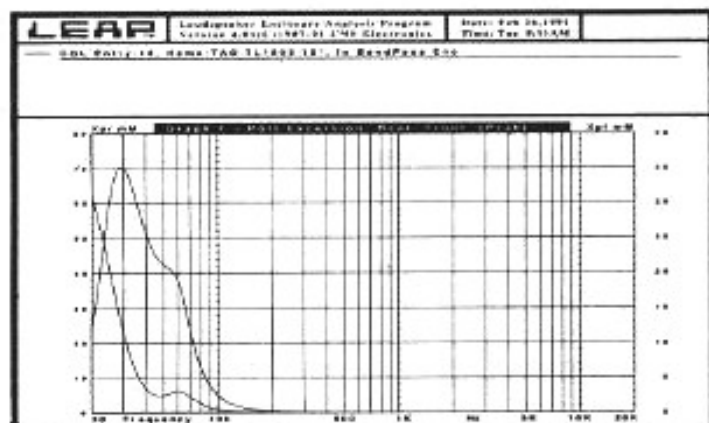


Fig. 9 : Grâce à LEAP, il est désormais possible de prévoir quelles seront les caractéristiques en courant demandées par l'amplificateur qui alimentera l'enceinte étudiée.

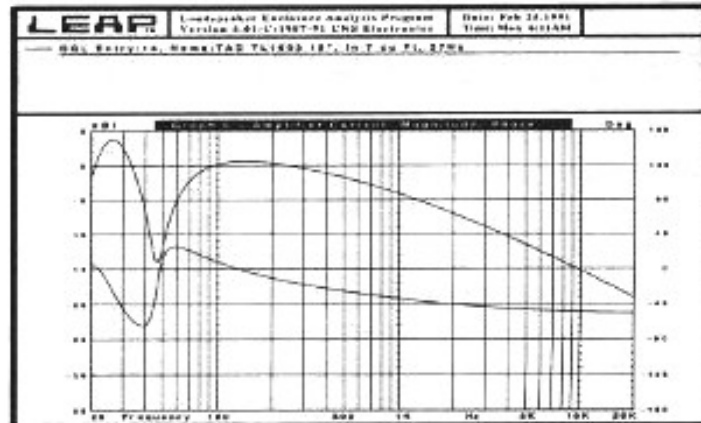


Fig. 10 : LEAP permet d'étudier la vélocité acoustique de tout événement. Cette figure représente la vélocité d'un événement d'enceinte symétrique. Le programme nous fournit la vélocité à l'avant et à l'arrière de l'événement.

## Conclusion

Le premier contact avec LEAP est assez délicat. Il est fortement conseillé de consulter le manuel d'utilisation avant toute mise en route du programme. Par rapport à CALSOD les résultats obtenus sont plus précis, LEAP utilisant un nombre de points beaucoup plus importants. De plus LEAP ne se contente pas de fournir des rensei-

gnements standard, il permet d'étudier les propriétés mécaniques d'un haut-parleur et leur validité par rapport à la charge acoustique dans laquelle ils sont utilisés.

L'utilisation de LEAP nécessite un ordinateur performant afin de pouvoir travailler convenablement. Un 386 tournant à 20 MHz avec un coprocesseur arithmétique semble être un bon départ.

Dans un prochain numéro de L'Audiophile nous étudierons une enceinte acoustique en utilisant le logiciel MLSSA interfacé avec LEAP et CALSOD. Cette confrontation nous permettra d'apporter une conclusion provisoire concernant ces nouveaux outils de développement et de simulation d'enceintes acoustiques.

## Annexe

Récemment la société Audio Technology Inc. a sorti un nouveau système de mesure de haut-parleur assisté par ordinateur : LMS (Loudspeaker Measurement System). Cet ensemble est composé d'une carte électronique et d'un programme. Ce dernier gère la carte et permet d'afficher des courbes à l'écran. Ses performances sont nettement inférieures à celles de MLSSA mais son coût est nettement moindre.

La carte comprend un générateur sinusoïdal et un convertisseur analogique/numérique pour enregistrer les résultats. Le principe retenu pour le générateur est le VCO. A l'acquisition des mesures, on utilise une fenêtre temporelle qui permet de simuler une chambre anéchoïque. Le principe est le même que le système Gating de Bruël & Kjær.

### Les spécifications de LMS

#### Le microphone

Type : Microphone à condensateur de précision avec préamplificateur intégré.

Pression maximum : 125 dB SPL

Précision :  $> \pm 1$  dB

#### Le générateur programmable

Bande passante : 10 Hz à 100 kHz  $\pm 0,25$  dB

Précision en fréquence : 1/60<sup>e</sup> d'octave

Distorsion : 0,05 % typique

Niveau de sortie : ajustable par bonds de 0,25 dB, 5 V RMS max.

Impédance de sortie : 500  $\Omega$

Gammes de balayage : 7 gammes de balayage logarithmique en fréquence

Vitesse de balayage : 1, 2, 5, 10, 20 ou 50 points par seconde

Résolution de balayage : de 10 à 200 points par décade

Temps de la porte d'émission : 0 à 6 s par bonds de 0,1 ms

#### Double filtre programmable

Type : 2 filtres suiveurs du 2<sup>e</sup> ordre

Fonctions : passe-bas, passe-haut, passe-bande, ou réjection

Bande passante : de 10 Hz à 100 kHz

#### Analyseur/préamplificateur ligne

Détection : par moyennage et crête

Atténuation : gamme automatique

Niveau d'entrée max. : +20 dBm

Précision : 1 %

Temps de la porte de mesure : de 0 à 6 s par incréments de 0,1 ms

Impédance d'entrée : 100 k $\Omega$ , entrée symétrique

Fig. 11 : Caractéristiques générales de la nouvelle carte d'acquisition proposée par Audio Teknology Inc. pour le système LMS.

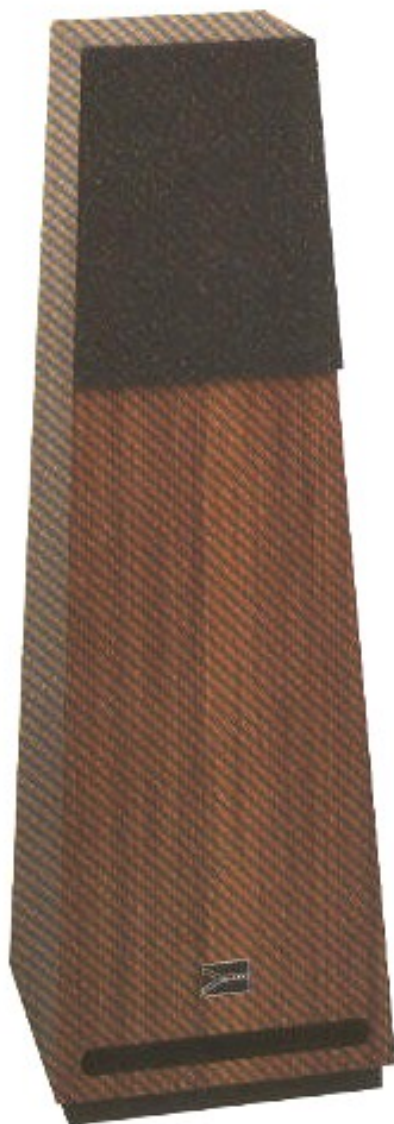
**SUPER**

# QUID

**U**

*n Quid exceptionnel pour l'Eté,  
regroupant des matériels  
qui apportent réellement plus de plaisir musical,  
plus de possibilités d'exploitation,  
plus de facilités d'utilisation.  
Vous constaterez : les progrès considérables  
réalisés en matière de miniaturisation  
des enregistreurs D.A.T. portables  
(pour certains guère plus volumineux que deux paquets de cigarettes)  
qui peuvent rivaliser en performances pures  
avec des machines de studio ;  
l'évolution des circuits d'amplification  
vers une stabilité inconditionnelle de fonctionnement  
quelle que soit la charge,  
sans modification de structure harmonique  
des timbres en fonction du volume ;  
la mutation de certaines enceintes  
vers des systèmes de diffusion  
à la directivité réellement contrôlée,  
avec une mise en phase rigoureuse.  
Profitez de cette période d'été pour rendre visite  
aux auditoriums de France et de Navarre,  
ces spécialistes vous feront découvrir  
de manière plus décontractée  
ces matériels donnant envie d'écouter de la musique  
dans les meilleures conditions.*





### Confluence Solstice

Ce système à deux voies se présente sous la forme d'une colonne pyramidale tronquée dont les proportions sont très agréables. En dehors du côté esthétique, cette forme particulière permet d'obtenir des parois non parallèles, disposition toujours favorable pour éviter la formation d'ondes stationnaires. En effet, dans la plupart des coffres parallélépipédiques, des toniques désagréables sont activées, colorant de manière répétitive en particulier les instruments à cordes et les voix. De plus, cette forme permet de réduire les effets néfastes de diffraction sur les bords, le tweeter étant totalement dégagé. Cette caractéristique a un rapport direct avec l'écoute, l'image stéréophonique est beaucoup plus stable et les plans sonores en profondeur sont mieux respectés. Le système deux voies qui équipe cette enceinte est réalisé à partir d'un haut-parleur grave-médium de 17,9 cm avec une membrane en papier traité au latex de butyl et un tweeter à dôme hémisphérique de 23 mm en polymère. Le filtre extrêmement bien conçu assure une transition imperceptible et un très bon équilibre de niveau entre les deux haut-parleurs. Les mesures confirment l'excellence de ce système avec une courbe de réponse très régulière mais surtout des taux de distorsion inférieurs à 1 % pour un niveau de 90 dB, remarquable compte tenu du volume de l'enceinte. Les Solstice sont tout à fait dans la ligne d'esthétique sonore de Confluence avec ce mélange inégalé de douceur et de transparence, un grave rapide, sans traînage, un médium expressif tout en nuances et un aigu extrêmement précis et piqué mais sans insistance. Ce système fait « réellement de la musique ». On est plongé sans difficulté dans l'ambiance sonore de la salle de concert ou sur les lieux du studio d'enregistrement. Une enceinte remarquable par sa musicalité naturelle, son sens du phrasé rythmique et surtout la profondeur extrême des plans sonores. Dans sa catégorie de prix, elle est pratiquement imbattable.

Prix indicatif : 6 420 F la paire

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

### Rehdéko RK 145-4 S

Ce système à trois voies est typique des réalisations de ce constructeur qui a toujours préconisé le très haut rendement pour une écoute à niveau réaliste sans effet de compression de la dynamique. Il est certain que ce paramètre de dynamique est très important à l'écoute si on veut croire en une interprétation. Rappelons une nouvelle fois que la dynamique est la différence de perception entre les sons les plus faibles et les plus forts. Aussi, il ne peut y avoir de nuances sonores, de notion de rythme même si cette dynamique est complètement tronquée. Aussi, Rehdéko utilise pour ses haut-parleurs des équipages mobiles extrêmement léger avec des circuits magnétiques puissants et un saladier hyper-rigide en fonte d'aluminium. Cependant, pour pouvoir aussi descendre suffisamment bas en fréquence, la membrane et la suspension périphérique sont traitées. Sur ce modèle, le haut-parleur grave de 26 cm de diamètre n'est pas filtré, il possède une coupure naturelle grâce à une atténuation acoustique en pente douce sans accident. Grâce à cela, la réponse en phase est améliorée et la structure harmonique des timbres bien respectée. Le haut-parleur médium est de type elliptique ainsi d'ailleurs que le tweeter avec sa soucoupe spécifique au centre pour une diffusion plus homogène, les haut-parleurs sont montés symétriquement.

Prix indicatif : 21 400 F la paire.

Rehdéko, 34, rue des Cerisiers, 25550 Bavans. Tél. : 81.96.26.15.







### Sony D-311

*Cela peut vous surprendre de trouver un Discman dans cette rubrique mais sachez que ce lecteur CD portable a les performances d'une platine de salon en matière de définition et de capacité dynamique avec une extrême souplesse d'utilisation. Il sera difficile de faire moins épais, avec ses deux centimètres de hauteur, le D-311 bat des records et peut se glisser dans n'importe quelle poche sans la déformer. Pratiquement de la taille d'un disque CD 10 cm, il réserve quelques agréables surprises avec en particulier une autonomie (point faible de la plupart des Discmans et Walkmans) de 5 heures et demie de fonctionnement en continu. Cela, à partir de batteries rechargeables ou de piles. Il dispose d'une télécommande avec affichage à cristaux liquides qui permet d'activer*

*toutes les fonctions tout en laissant l'appareil en bandoulière ou dans sa poche. Parmi ses fonctions, on notera toutes possibilités de programmations (22 plages programmables), de répétition (une plage ou tout le disque), de lecture des plages en ordre aléatoire, de lecture des premières secondes de chaque plage. Il dispose aussi d'une fonction dite DSP Mega Bass qui permet d'augmenter sensiblement le niveau dans l'extrême-grave pour l'écoute au casque dans les meilleures conditions. Son convertisseur est de type 1 bit selon la dernière technologie Sony. En pratique, ce Discman peut être réellement utilisé en marchant et même en courant sans sauts de plage ou à-coups dans la lecture. Cette caractéristique est assez rare au sein de ce type de matériel pour être soulignée. Utilisé en tant que platine de salon, on retrouve les caractéristiques de finesse et de dynamique des autres modèles de la marque avec une surprenante aération dans le médium. On peut goûter partout les joies de la transcription musicale non tronquée avec le D-311.*

Prix indicatif : 2 690 F.

Sony France, 15, rue Floréal, 75017 Paris. Tél. : 40.87.15.00.

### Yamaha GT-CD1

*Yamaha vient de créer une nouvelle référence en matière de lecteur CD sans compromis avec le GT-CD1. Cette platine qui porte bien son nom pèse 24 kg ! Ce poids n'est pas inutile pour lutter contre l'influence néfaste des vibrations extérieures sur la précision de lecture. Le socle en bois massif est superbe, le chargement par le dessus par l'intermédiaire d'un couvercle en glace qui s'ouvre électriquement permet d'isoler totalement le disque CD en rotation, maintenu fermement sur son axe d'entraînement par un palet presseur en bronze. L'utilisation de plusieurs matériaux aux fréquences de résonance décalées évite la transmission d'éventuelles vibrations à la mécanique et aux circuits de traitement du signal.*

*Les circuits de ce splendide lecteur sont alimentés pour les sections analogique et numérique par deux transformateurs distincts avec filtrage conséquent associé. Le convertisseur est de type 1 bit fabriqué par Yamaha (il est très rare qu'un constructeur réalise ses propres circuits à haute intégration). Ce convertisseur numérique/analogique est suivi d'un double Noise Shaping à modulation de densité d'impulsions (PDM). Le résultat dépasse les critères couramment admis en matière non seulement de linéarité, mais aussi de précision d'analyse. Cependant la caractéristique la plus extraordinaire réside dans la stabilité inconditionnelle des plans sonores. On peut pratiquement tourner autour des interprètes tellement ils sont détourés et bien placés sur la scène.*

Prix indicatif : 50 000 F.

Yamaha Electronique France, 17, rue des Campanules, Lognes, 77321 Marne-la-Vallée Cedex 2. Tél. : 60.17.39.25.







## Onkyo BI:M

Enfin une véritable innovation en matière de convivialité dans les systèmes haute-fidélité. La chaîne BI:M, grâce à son intelligence de conception, autorise l'écoute de ses sources préférées en n'importe quel endroit de son appartement ou de sa maison. En effet, grâce à son pupitre source qui peut vous suivre partout, vous pouvez commander votre chaîne sans fil à la patte. Ce bloc de commande renferme en fait le lecteur CD, une platine-cassette, les commandes des fonctions, un émetteur d'ordres à infra-rouges et une antenne. Il envoie ainsi ses informations et la modulation via son émetteur infra-rouges à divers ensembles qui peuvent être un ampli avec tuner incorporé, ou des enceintes actives. Ainsi on se passe totalement du câble de modulation en autorisant divers types de configuration et en allant beaucoup plus loin que les systèmes multi-rooms conventionnels avec leur télécommande classique. On peut répartir dans les diverses pièces les enceintes actives avec leur récepteur infra-rouges, la musique vous suivant

partout puisque vous transportez avec vous les sources de modulation et le préamplificateur. C'est un véritable nouvel art de vivre la musique sans la contrainte des fils de liaison haut-parleurs, sans celle non plus du lieu d'écoute privilégié. Mais cette chaîne va encore plus loin par la qualité musicale proposée. L'équilibre tonal est remarquable pour un système de ce type. Nous avons particulièrement apprécié la douceur de restitution des timbres, le caractère très vivant grâce à une bonne capacité dynamique et les possibilités de renforcer le niveau de l'extrême-grave grâce à un correcteur bien conçu qui n'introduit pas d'effets d'intermodulation ou de confusion dans le bas-médium. Cette chaîne s'intègre parfaitement dans le cadre de vie tout en restant extrêmement musicale.

Prix indicatifs : unité de commande : 5 990 F ; ampli-tuner : 2 490 F ; capteur infra-rouges : 590 F ; enceintes actives avec capteur : 5 990 F.

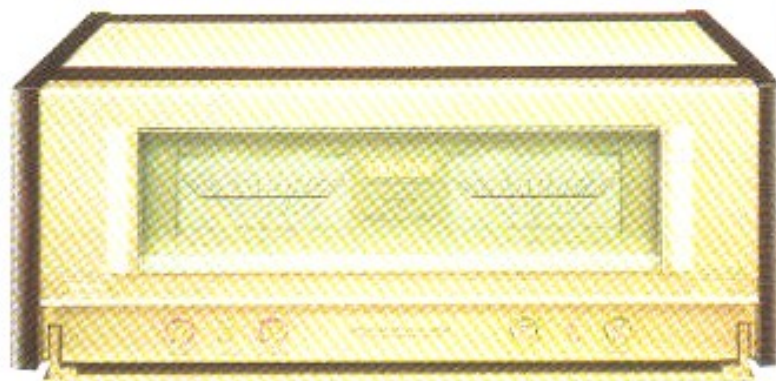
Onkyo France, Immeuble Le Diamant, Domaine Technologique de Saclay, 4, rue René Razel, Tél. : 69.41.35.10.

## Denon POA 3000 RG

Cet amplificateur de puissance extrêmement lourd, 40 kg (!), est le chef-d'œuvre de chez Denon. Sa très grande réserve de puissance, 250 W par canal, n'est rien à côté de ses possibilités en courant. On peut s'en apercevoir puisque sur charge de 1 Ω, la puissance peut s'élever jusqu'à 1 600 W. Ses possibilités en courant sont très importantes car elles déterminent, dans une certaine mesure, la bonne tenue de l'ampli de puissance sur des systèmes de haut-parleurs à la charge complexe. Avec de telles possibilités, le POA-3000 RG peut faire face à des enceintes de type électrostatiques ou des systèmes électrodynamiques à faible rendement. Pour les étages de puissance, le principe de polarisation asservi a été adopté afin de concilier aussi bien les avantages de la classe A (absence de distorsion de croisement, très bonne tenue dans le grave, respect de l'ordre des harmoniques) avec ceux de la classe B (rendement), sans naturellement leurs défauts respectifs. Ce circuit de polarisation variable est relié à l'amplificateur par un circuit opto-coupleur pour résoudre tous les problèmes d'isolement. Cet amplificateur a une structure relativement classique avec étage d'entrée à transistors FET, étage driver composé de MOSFET, étage de puissance à partir de 7 push-pull de transistors complémentaires. Il peut fonctionner en mode symétrique, fiches XLR, ou asymétrique, fiches Cinch. On peut aussi l'utiliser en mono. Cet ampli se caractérise à l'écoute par un grave exceptionnel. Sa richesse d'informations et sa densité sont à citer en référence. De plus, la qualité de ses timbres ne varie pas en fonction du niveau d'écoute.

Prix indicatif : 43 000 F.

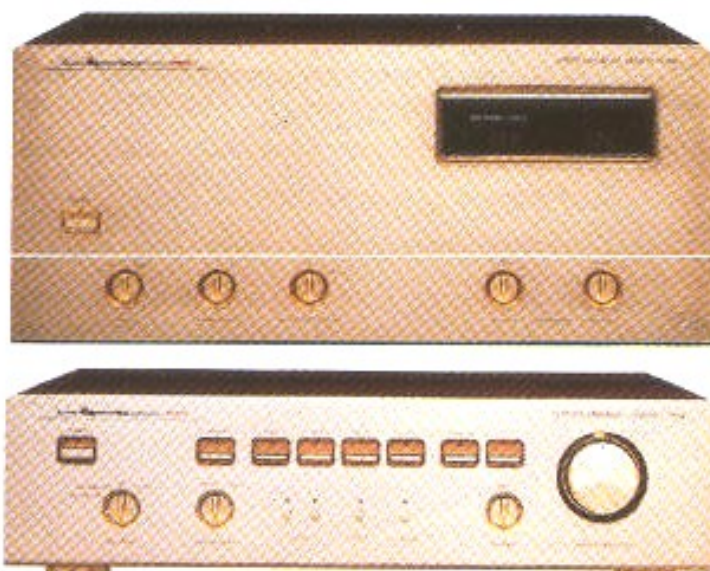
Denon France, 3, boulevard Ney, 75018 Paris, Tél. : 40.35.14.14.





### Luxman M06 $\alpha$ + C06 $\alpha$

Les amplificateurs à transistors qui travaillent en pure classe A ne sont pas légions. Le M06 $\alpha$  fait partie de ces rares exceptions. Obtenir 55 W par canal dans ce mode de fonctionnement nécessite une alimentation plus que généreuse ainsi qu'un système de refroidissement des transistors de puissance qui doit être particulièrement efficace. C'est le cas sur le M06 $\alpha$  où l'alimentation est digne d'un ampli de 400 W en classe AB et où le système de refroidissement à circulation de fluides sous pression de vapeurs saturantes assure une température de fonctionnement idéale aux transistors traversés par un très fort courant de polarisation. Cet amplificateur peut aussi fonctionner en mono par pontage des deux canaux, auquel cas on obtient 200 W toujours en classe A, un record en la matière. Il dispose de fiches d'entrées symétriques, de même que le préamplificateur C06 $\alpha$ , complément idéal de cette impressionnante unité de puissance. Le préampli, extrêmement raffiné, dispose de très nombreuses fonctions avec 4 entrées ligne, une entrée phono spécifique si on adjoint un module externe, avec enfin toutes les possibilités de monitoring sur deux magnétophones ou de copie de l'un vers l'autre. Fabriqué à la manière d'un appareil de mesure, il dispose d'un magnifique atténuateur à 4 cages, 32 positions pour un maximum de précision et un minimum d'écart entre les canaux. L'entrée CD est hyper-soignée avec en plus une entrée directe. A l'écoute, cet ensemble se distingue par une très large scène sonore qui ne varie pas en fonction du volume global et une esthétique qui se rapproche beaucoup des bonnes électroniques à tubes. Le grave est hyper-dynamique avec une rare richesse harmonique facilitant ainsi le suivi harmonique et l'évolution de la mélodie dans le temps. L'aisance remarquable sur les crêtes de niveau fait penser à une unité cinq fois plus puissante. On ne ressent aucun signe de fatigue auditive même après des écoutes prolongées, tout effet de stress est absolument exclu. On ne peut être que séduit par le raffinement d'écoute de cet ensemble.



Prix indicatifs : M06 $\alpha$  : 35 000 F ; C06 $\alpha$  : 35 000 F.

Alpine Electronics, 98, rue de la Belle-Etoile, BP 50016, ZI Paris Nord 2, 95945 Roissy Charles-de-Gaulle. Tél. : 48.63.89.89.

### Kenwood KA-5040 R

Il est extrêmement rare de trouver un intégré à moins de 3 500 F aussi musical et offrant un tel confort d'utilisation grâce à sa télécommande, tel que le KA-5040 R. De plus, cet ampli-préampli intégré est construit de remarquable façon, un soin tout particulier a été accordé à la disposition de circuits pour diminuer toute forme d'intermodulation instantanée et aussi les interférences entre les divers étages. De plus, le trajet de la ligne de masse a été vu avec le plus grand soin afin d'éliminer le bruit en mode commun (que l'on entend parfaitement sur des tests de piano). La capacité dynamique est ainsi augmentée, les petits signaux n'étant pas noyés dans du bruit de fond parasite. Toujours dans le même but, le potentiomètre de volume central est motorisé. Cette solution plus onéreuse par rapport aux circuits logiques apporte là aussi sa contribution à la lutte contre le bruit de fond. La disposition logique de ses commandes facilite aussi l'utilisation. Toutes les fonctions sont accessibles à partir d'une télécommande ergonomique 44 touches qui peut aussi activer d'autres éléments d'une chaîne Kenwood. Avec sa puissance de sortie de près de  $2 \times 100$  W, son faible taux de distorsion : inférieur à 0,03 %, cet intégré est capable de restituer tous les genres musicaux avec beaucoup de clarté et de netteté et sans effet d'intermodulation prononcé. Il a de plus une capacité dynamique impressionnante que l'on ne découvre que sur des appareils en éléments séparés nettement plus onéreux. L'écoute est toujours soyeuse, claire, avec un grave bien assis et surtout un médium de grande distinction, fuit assez rare pour être souligné dans cette catégorie de prix avec une souplesse d'utilisation peu courante. A conseiller sans réserve. Une totale réussite.



Prix indicatif : 3 490 F.

Kenwood France, 13, boulevard Ney, 75018 Paris. Tél. : 44.72.16.16





### JVC XD-PI

Il tient dans la main, ce tout petit lecteur-enregistreur DAT. Véritable merveille de technologie, construit en trois modules, section mécanique, convertisseur analogique numérique, batterie pour un usage polyvalent, il propose des performances hors pair. C'est l'enregistreur numérique le plus petit au monde mais cependant sa musicalité n'a rien à envier à des platines professionnels extrêmement lourdes et onéreuses. Son mécanisme de chargement est une merveille de précision et sa micro-tête rotative est digne des montres suisses les plus réputées. En effet, le tambour ne mesure que 2 cm de hauteur ! La technique de montage des composants haute densité à 4 couches a été adoptée. Le boîtier en aluminium moulé assure une grande robustesse contre les chocs. Ce micro-châssis digne d'un « Nagra » assure aussi une exceptionnelle fiabilité, les trois moteurs extraplats étant maintenus parfaitement. Les circuits ont été spécialement conçus aussi pour réduire au maximum la consommation d'énergie afin

d'augmenter l'autonomie, ce qu'apprécieront les reporters. Le convertisseur de type 1 bit, avec mise en forme du bruit du quatrième ordre et suréchantillonnage 64 fois, assure une excellente définition ainsi qu'une absence de distorsion de croisement. Sur les faibles signaux, le pouvoir d'analyse est très poussé car la distorsion est reculée. Toute l'expérience acquise sur les platines magnétoscopes a pu être appliquée à ce DAT miniature. Il ne faut pas oublier que chaque piste inscrite sur la bande magnétique ne dépasse une épaisseur de 13 µm, soit à peu près le dixième d'un cheveu ! Elle peut enregistrer et lire à la moitié de la vitesse normale. Une fantastique petite machine d'enregistrement numérique.

Prix indicatif : 7 990 F.

JVC Audio France, Z.I. de Gonesse, 2, rue Ampère, 95500 Gonesse. Tél. : 39.87.36.00

### Aura VA-100 Evolution

Parmi les petits intégrés ultra-musicaux d'origine anglaises, les électroniques Aura se sont taillé une réputation enviable. Les circuits, les composants, la configuration de l'alimentation, la connectique, tout a été conçu et réalisé en fonction des critères de la meilleure écoute possible. Point de gadget inutile, un simple sélecteur d'entrée rotatif et un potentiomètre de réglage de volume avec le bouton marche/arrêt se partagent la façade. Cependant il ne faut pas se fier aux apparences, les circuits qui ne font appel qu'à des composants discrets sont parmi les mieux étudiés pour raccourcir au maximum le trajet de la modulation. L'alimentation à partir d'un transformateur toroïdal de généreuses dimensions et de capacités de filtrage de forte valeur sont capables de réagir instantanément aux appels de courant les plus importants pour éviter les effets de pompage dès qu'un canal est fortement sollicité. Les étages de puissance surdimensionnés sont capables de fournir 50 W par canal mais avec des possibilités en courant extrêmement importantes. Le double bornier de sortie permet d'adopter le hi-câblage sans aucune difficulté. Toutes les prises d'entrée Cinch sont plaquées or et directement reliées au circuit imprimé principal. Les pistes sont particulièrement larges et épaisses. Cette accumulation d'attentions au niveau des détails se traduit à l'écoute par une sensation d'aération permanente, de grande beauté de timbres mais surtout de naturel dans le suivi de la ligne mélodique. Extrêmement dynamique du grave à l'aigu, cet intégré sait donner vie à la musique sans pourtant paraître exubérant ou lassant. Tout se passe avec une discrète autorité afin de maintenir et de contrôler parfaitement les haut-parleurs même s'ils sont au sein d'un système complexe. Cet intégré remplit vraiment tous les desiderata des vrais mélomanes par sa superbe restitution des instruments à cordes et la délicatesse des timbres des voix.



Prix indicatif : 5 290 F.

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



### Pioneer CLD 1750

Les passionnés de systèmes audio-vidéo trouveront avec le CLD 1750 le lecteur laserdisc vidéo bi-standard absolument universel, capable à la fois d'une très haute-définition en image et en son. Rappelons que Pioneer est n° 1 mondial sur le marché du laserdisc. Ce lecteur laserdisc universel CD, CDV, LD, de nouvelle génération, propose des performances audio et vidéo de haut niveau mais possède aussi la particularité

d'être bi-standard PAL/NTSC ouvrant ainsi toutes les possibilités de lecture des vidéo-disques qu'ils soient aux normes européennes ou américaines/japonaises. Le choix de disques devient ainsi très étendu. Une touche système permet de commuter un disque NTSC soit en NTSC pur 3,58, soit en PAL. Une position 16/9° permet d'adapter la lecture des disques CDV et LD au format cinéma sur les nouveaux téléviseurs de standard 16/9°. La haute qualité des images avec des contours précis, des couleurs éclatantes qui ne bavent pas sont dues en grande partie au pouvoir de définition de plus de 440 lignes, performance remarquable. En utilisation audio, avec la fonction Direct CD, les circuits vidéo sont totalement coupés et le tiroir s'ouvre partiellement pour éviter tout risque d'interférence. Le convertisseur numérique utilisé est de type 1 bit avec filtre numérique 20 bits x 8 apportant un très haut pouvoir d'analyse même sur les petits signaux. Ainsi le rapport signal/bruit s'élève à 105 dB et la séparation des canaux est de 94 dB. Deux prises péritel permettent de connecter plusieurs matériels vidéo (intéressant pour les téléviseurs qui ne possèdent qu'une seule prise péritel). Plusieurs fonctions permettent d'avoir un accès rapide au mode de lecture, de recherche plus ou moins rapide ainsi que de ralenti et accéléré avant-arrière, image par image, arrêt sur image. Un véritable tour de force technologique, d'autant plus que cet appareil est excellent à l'écoute, ce qui n'était pas si évident que cela à obtenir à partir d'une mécanique aussi complexe associée à toute son électronique. Quant à l'image « elle crée l'écran » et avec un bon système surround à l'appui, on ne devient plus un spectateur passif, vous êtes entraîné au cœur de l'action.



Prix indicatif : 5 700 F.

Pioneer Setton, 10, rue de Mimmes, 92270 Bois-Colombes. Tél. : 46.60.78.21

### B&W Matrix 802 S2

L'enceinte B&W Matrix 802 S2 est un système de très grande linéarité, étroitement dérivée, pour ne pas dire issue, de la B&W 801 Monitor Studio que de nombreuses Majors Compagnies utilisent comme moniteurs de contrôle pour les prises de son classiques. Cette enceinte bénéficie du procédé Matrix de rigidification du coffret par un cloisonnement interne dont la structure rappelle celle des casiers à bouteilles. Ce croisillonement solidaire des panneaux latéraux annule toute vibration de paroi ainsi que les toniques qui en découlent. L'influence des résonances de coffret est non négligeable. Une étude approfondie par les laboratoires B&W à partir des techniques d'interférométrie laser permet de déceler les nœuds de vibrations et l'évacuation de celles-ci. Grâce à cette technique on peut situer exactement les points de renfort nécessaires ainsi que le positionnement exact des découpes pour les haut-parleurs. Le caisson de grave ainsi rigidifié renferme deux haut-parleurs de grave de 20 cm de diamètre avec cône en homopolymère très rigide et de masse négligeable. Les circuits magnétiques fournissent un champ de 13 000 gauss à la bobine sur support haute température. Un filtre extérieur peut être inséré entre le préampli et l'amplificateur afin d'étendre la réponse dans l'extrême-grave jusqu'à 27 Hz à -2 dB. Le médium et l'aigu sont regroupés dans une tête séparée évitant ainsi les problèmes d'intermodulation mécanique. Le médium, de 12,6 cm de diamètre, a une membrane en kevlar carbone selon une technique chère à ce constructeur. Le tweeter à dôme hémisphérique de 26 mm de diamètre est en beryllium et détaille les fréquences au-delà de 3 kHz. Les qualités de neutralité de cette enceinte ne sont plus à démontrer.



Prix indicatif : 25 000 F la paire.

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





### AHL Swan

Le grand spécialiste des haut-parleurs ioniques large bande et électrostatiques AHL vient de proposer un nouveau « petit » modèle, Swan, travaillant suivant le principe des transducteurs électrostatiques dont la musicalité fixe de nouveaux critères en la matière. Ces panneaux de 2 m de haut pour une largeur de 55 cm et une épaisseur de 7 cm sont capables de restituer à des niveaux réalistes la musique dans toute sa grandeur, sa majesté, mais aussi ses petites nuances qui font la différence dans la sensibilité des interprétations. Ecouter des Swan c'est découvrir un autre monde sonore où l'image se calque exactement sur celle qu'a voulue le preneur de son, sans incessants déplacements des interprètes, avec une beauté de timbres à tomber à la renverse. Il faut reconnaître que peu de systèmes aux mesures ont été capables d'une réponse impulsionnelle aussi propre avec une courbe de réponse aussi linéaire. Les phénomènes de distorsion sont extrêmement bas, avec surtout un recul très net des phénomènes d'intermodulation même en comparaison avec d'autres panneaux électrostatiques. Les sonorités se déploient dans l'espace avec naturel, sans contrainte ni agressivité. On ne constate pas les colorations traditionnelles aux électrostatiques, les sonorités de feuille de mylar qui tremblent dans le grave, des effets de peaux de tambour mal tendue dans le médium. Par la géométrie bien étudiée de chacune des six cellules électrostatiques qui constituent le système, les lobes de directivité ne sont pas entachés de phénomènes de marguerites qui se traduisent à l'écoute par une impression d'instabilité permanente selon la hauteur de la note jouée. Peu de systèmes électrostatiques nous ont autant enthousiasmés, car les Swan ne paraissent pas non plus limitées en dynamique si l'amplificateur veut bien suivre.

Prix indicatif : 80 000 F la paire.

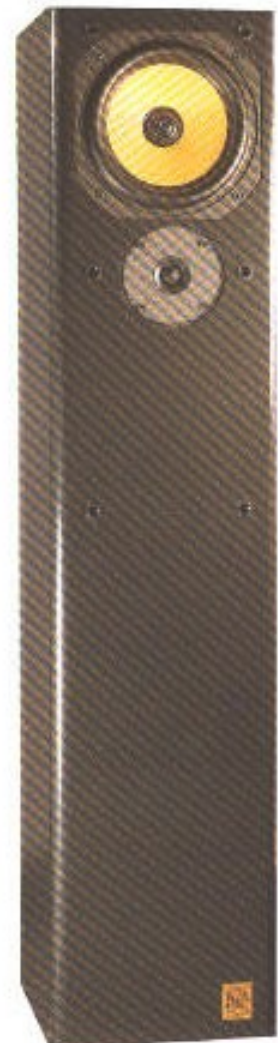
AHL, BP 5, 30311 Alès Cedex. Tél. : 66.30.78.94.

### Vision Acoustique Osmose

Dans notre précédent panorama sur les enceintes acoustiques, nous avons commis une erreur d'interprétation concernant le nom de cette enceinte, elle s'appelle Osmose et non Relief. Dans les deux cas, elle méritait ses noms. Cependant Osmose indique encore plus la parfaite intégration des nombreux paramètres qu'il faut réaliser en assurant un équilibre correct si on veut croire en la transcription sonore. Or ce modèle dégage des interprétations toutes les nuances que les artistes veulent faire passer et qui différencient leur jeu. Ainsi les Osmose ne sont jamais ennuyeuses à écouter, car les changements sont souvent radicaux quand on passe d'une interprétation à une autre avec des différences très marquées dans les perspectives sonores, l'équilibre tonal, la couleur des timbres. Avec les enceintes Osmose les contrastes sonores sont bien marqués et grâce à un comportement transitoire hors pair les attaques sont franches, nettes. Ce système, sous la forme d'une élégante colonne de 1 m de hauteur pour une base de 22,5 x 22,5 cm, est composée d'un système 3 voies à deux haut-parleurs, car le grave-médium de 17 cm dispose d'une boucle bobine. Un filtrage efficace est assuré entre chacune des bobines. Le circuit magnétique surpuissant est capable de fournir une énergie élevée à cette double bobine. L'aigu est confié à un modèle spécialement réalisé pour Vision Acoustique. Il s'agit d'un dôme de 19 mm dont la bobine baigne dans du ferrofluide. L'amortissement et l'évacuation des calories excédentaires sont ainsi optimisés, elle peut fonctionner avec des petites électroniques musicales.

Prix indicatif : 9 600 F la paire.

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







### Cabasse Yawl

Ce système 3 voies ultra-compact ( $74 \times 35 \times 34,6$  cm) est capable de soutenir des puissances démoniaques (1 000 W en crêtes répétitives) sans risque de rupture de ces transducteurs. Cette performance donne déjà une idée de l'extraordinaire capacité dynamique dont est capable ce système, d'autant plus que le rendement est digne des grandes enceintes Cabasse avec 94 dB/1 W/1 m. Le haut-parleur de grave de 30 cm de diamètre, réalisé naturellement par Cabasse, dispose d'une membrane à structure alvéolaire extrêmement rigide mais légère toutefois. La large bobine associée à un circuit magnétique très puissant monté à l'arrière d'un saladier en alliage léger procure une réponse transitoire exceptionnelle sans traînage parasite. Ce haut-parleur est monté sur un contre-baffle qui décale sa position par rapport au médium à dôme hémisphérique pour une mise en phase acoustique correcte. Le médium à dôme, de 5,5 cm, est très rigide. Cette membrane est formée à chaud dans les usines Cabasse et répond aux plus hauts critères de tenue mécanique et d'absence de résonance. Une très légère amorce de pavillon assure un contrôle parfait de la directivité avec absence presque totale d'atténuation jusqu'à  $30^\circ$  et très peu sensible à  $45^\circ$ . Le tweeter est le désormais légendaire Dom 4 de 2,5 cm de diamètre, lui aussi très rigide, capable d'un piqué extrême et d'un minimum de distorsion. Naturellement comme sur toutes les enceintes Cabasse le filtre a été défini et calculé en fonction des performances de chacun des haut-parleurs ainsi qu'une mise en phase rigoureuse. Un protocole de mesure dans trois conditions acoustiques complémentaires a été défini. Les Yawl sont ainsi très peu influencées par le local.

Prix indicatif : 7 975 F pièce.

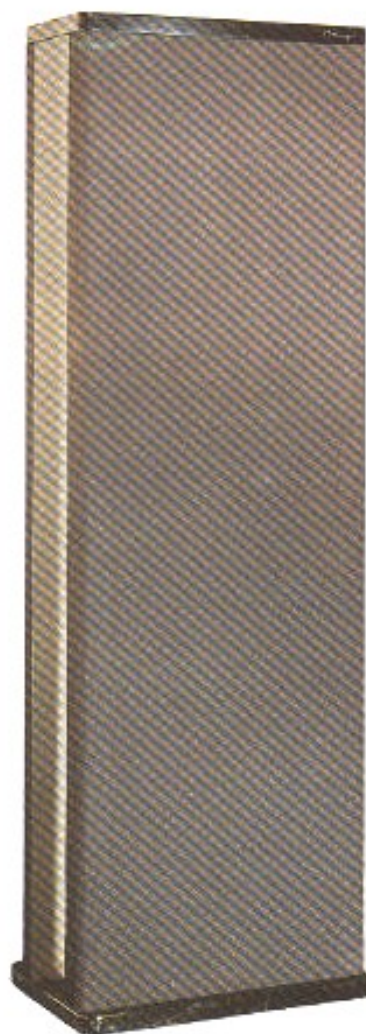
Cabasse, Kergonan, 29287 Brest Cedex. Tél. : 98.41.56.66.

### Mirage M1 S1

Les enceintes Mirage, de provenance canadienne, travaillent suivant le principe du dipôle acoustique mais à partir de deux jeux de systèmes 3 voies par enceinte, l'un rayonnant par l'avant et l'autre par l'arrière. Les composants sont alignés verticalement mais légèrement décalés par rapport au centre du baffle-support. Les deux systèmes avant et arrière fonctionnent en phase et l'on peut parler de rayonnement bipolaire et non pas de dipôle comme sur un haut-parleur électrostatique ou par les mouvements de la membrane, le rayonnement arrière est hors phase par rapport à celui avant. Le grave est confié à un haut-parleur de 21 cm, le médium à un 13 cm et le tweeter à un dôme de 2 cm en tissu coton imprégné. Les autres membranes sont en polypropylène. Chacun des systèmes dans les enceintes est isolé acoustiquement pour éviter les suppressions et les interférences. Les fréquences de coupure sont situées à 300 Hz et 2,3 kHz avec des pentes douces. Ces enceintes sont particulièrement lourdes et grandes, 1,50 m de hauteur pour une base de 48,8 cm et une profondeur de 24,3 cm. Le constructeur donne une puissance admissible de 200 W, mais elles paraissent pratiquement insaturables, on peut les utiliser avec des amplis jusqu'à 400 W sans risque de rupture. Les M-1 se caractérisent surtout par une réponse dans l'extrême-grave impressionnante. De même la dispersion spatiale est très large, sans accident. Cela se traduit à l'écoute par un caractère très neutre, très spatial, à la fois doux et musical. Il faut simplement faire attention au positionnement dans la pièce car le niveau dans l'extrême-grave est impressionnant. La capacité dynamique dépasse largement les autres systèmes électrodynamiques. Ainsi, même sur des tests de grand orchestre symphonique, on conserve une remarquable aération ainsi qu'une définition digne des plus grands systèmes.

Prix indicatif : 25 000 F la paire

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







### **Alpine 7525 R/classe A 3558**

*Avoir une qualité sonore qui puisse satisfaire les audiophiles les plus exigeants en automobile est désormais possible avec l'ensemble Alpine autoradio à façade amovible 7525 R et l'amplificateur de puissance travaillant réellement en classe A 3558. En effet, l'intégré 7525 R offre de très nombreuses possibilités d'exploitation avec sa section tuner RDS, sa possibilité de commande d'un changeur CD, sa partie cassette à mécanique auto-reverse et son ampli intégré de 4x30 W. Il peut aussi servir en tant que pré-ampli pour attaquer l'ampli de puissance 3558 fonctionnant réellement en classe A et capable de fournir une puissance de 4x40 W. Sur cet amplificateur tout a été prévu pour une sécurité de fonctionnement parfaite avec un refroidissement assuré par un ventilateur intégré au radiateur des transistors de puissance, des alimentations séparées pour les voies avant et arrière. Il bénéficie comme ses homo-*

*logues haute-fidélité de salon, du double circuit de contre-réaction négative « Duo Beta » ainsi que du principe des masses en étoile pour éviter toute interaction d'un circuit sur un autre. La qualité sonore obtenue à partir de cet ampli dépasse l'entendement, le grave est d'une précision hallucinante et la douceur du médium n'a d'égale que la cohésion avec l'aigu. L'intégré 7525 R, avec sa façade amovible, permet de mettre en échec les voleurs. Grâce au système RDS, vous pouvez être bloqué sur une station et ne plus la lâcher d'un bout à l'autre de la France. Ce système ouvre aussi des possibilités de réception des informations routières ainsi que celles multiréseaux, il est de plus compatible avec le futur système PTY de reconnaissance du type de programme. Sa section cassette est exceptionnelle avec toutes les fonctions que l'on désire de recherche, répétition, saut des blancs, etc.*

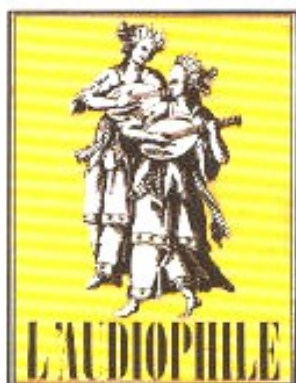
Prix indicatifs : 7525R : 5 490 F ; ampli classe A 3558 : 9 235 F

Alpine Electronics, 98, rue de la Belle-Etoile, ZI Paris Nord II, BP 50016, 95945 Roissy Charles-de-Gaulle Cedex.  
Tél. : 48.63.89.89



**Page non  
disponible**

# LES MUSES D'OR



## WADIA 6





Robert Lacrampe

*L'avènement du disque compact il y a maintenant une pleine décennie alimenta une nouvelle querelle des Anciens et des Modernes. D'aucuns pronostiquaient, avec une jubilation non dissimulée, l'uniformisation des performances et de l'écoute. C'était méconnaître les capacités d'innovation de certains constructeurs concrétisées par des réalisations d'exception qui ébranlèrent les certitudes les mieux ancrées.*

*Ce fut le cas notamment de l'américain Wadia qui fit une entrée fracassante en lançant son exceptionnel convertisseur 2000.*

*Ce fut également le cas du japonais Teac qui, avec sa platine de lecture P1, fit comprendre et entendre l'importance de la section mécanique pour extraire toutes les richesses contenues dans les galettes irisées.*

*Le lecteur intégré Wadia 6 réunit dans un coffret unique la suprématie incontestée de l'un et l'avance technologique de l'autre. La qualité de fabrication, le degré de finition et la beauté de la restitution justifient pleinement l'attribution des Muses d'Or de juin 1992.*

## Une mécanique hors pair

Des recherches très poussées entreprises par plusieurs spécialistes de la micro-mécanique ont prouvé qu'il n'y avait pas de bon lecteur sans une mécanique à la hauteur.

Pour fixer les idées, utilisons une image. Si l'on grossissait la diode laser à la taille d'un œil, le disque compact se trouverait à une distance de 1 500 mètres et les bosses lues par le rayon auraient la taille d'une orange. Le disque serait entraîné à une vitesse vertigineuse et il faudrait pouvoir distinguer sans erreur le passage de 500 000 « oranges » à la seconde pendant 20 000 révolutions.

Si l'on garde à l'esprit que tout cela se passe à une échelle micro-métrique (le sillon fait 0,5  $\mu\text{m}$  de largeur), on comprend aisément l'influence néfaste de la moindre vibration, du moindre défaut de planéité ou d'excentricité. De fait, les circuits de correction très fortement sollicités renâclent parfois à la tâche et l'oreille n'y trouve plus son compte : la restitution est crispée, sèche. Certaines micro-informations sont perdues à tout jamais...

La conclusion vient d'elle-même : la lecture numérique est bien plus exigeante au niveau mécanique que la lecture analogique.

Afin de résoudre ce problème, Wadia a opté pour une version actualisée par un cahier des charges sévère de la célèbre mécanique P2 de chez Teac. L'originalité de cet entraînement réside dans le dispositif VRDS, en anglais « Vibration free Rigid Disc-clamping System » qui fonctionne de la manière suivante :

Une fois avalé par le tiroir, le CD est plaqué et verrouillé côté label contre un plateau de même diamètre légèrement concave. Ce plateau-presseur, qui fait corps avec le disque, est centré par un dispositif de haute précision. Le tout est entraîné par un puissant moteur à effet Hall monté sur un bâti rigide qui coiffe l'ensemble.

Le moment d'inertie élevé du couple palet presseur/CD assure une régulation naturelle qui soulage le moteur d'asservissement de vitesse.

Les vibrations habituellement engendrées par le voile ou un centrage approximatif sont considérablement atténuées. Les asservissements de suivi de piste

et de focalisation peuvent ainsi travailler dans des conditions optimales de stabilité... pour le plus grand bien de la restitution.

De plus, la face explorée par le faisceau laser est totalement dégagée, ce qui permet de loger un moteur d'entraînement du chariot porte-diode très performant et de le découpler du châssis principal par des silent-blocs.

Comme le laisse supposer le poids conséquent de l'appareil, l'intégrité mécanique du coffret est exceptionnelle. Quatre colonnes munies de pointes à leur base servent d'armatures à d'épaisses parois en métal.

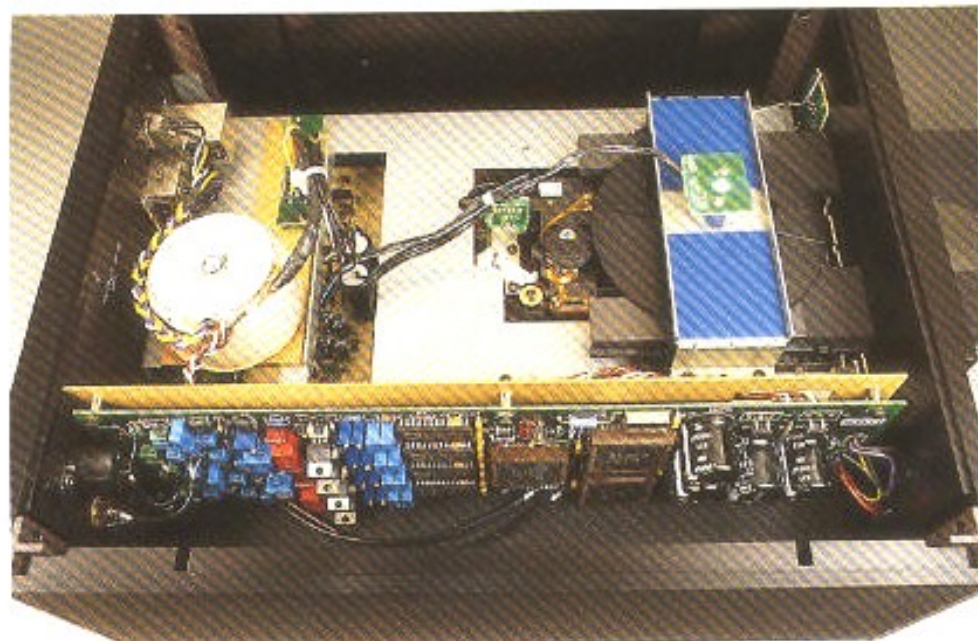
L'effet de masse joue à plein pour isoler totalement le lecteur de toute interférence externe et tuer dans l'œuf la propagation des vibrations internes.

## Un convertisseur de haute volée

L'électronique de conversion est regroupée sur un vaste circuit imprimé multi-couches placé verticalement à gauche de l'appareil.

Une plaque de blindage de mêmes dimensions isole les circuits de la mécanique et de l'alimentation. Cette dernière est





*L'architecture interne du Wadia 6 empêche toute interférence entre la partie mécanique et la section électronique.*

confiée à un transformateur torique surdimensionné à multi-enroulements précédé d'un filtre secteur. De multiples régulations par circuits intégrés fournissent les tensions nécessaires aux divers circuits numériques et analogiques (séparation totale).

Comme ses glorieux aînés, le Wadia 6 est une parfaite symbiose entre des conceptions informatiques d'avant-garde et de petits « plus » dans le traitement du signal audio qui caractérisent les électroniques de prestige.

Ainsi on trouve pour le filtrage numérique deux super-calculateurs DSP en technologie VLSI d'origine AT et T pour lesquels la priorité est donnée à la vitesse des opérations internes. On peut dire qu'ils fonctionnent quasiment en temps réel puisque le temps d'accès est de l'ordre de quelques dizaines de nanosecondes.

Mais les DSP ne sont pas utilisables seuls : ils sont associés ici à une mémoire EPROM qui définit l'algorithme auquel ces circuits vont se référer pour effectuer leurs opérations. La vitesse d'accès est de l'ordre de 35 nanosecondes, ce qui est exceptionnel.

Ce montage extrêmement performant suréchantillonne 32 fois la fréquence de base, ce qui relègue très loin en dehors du spectre audible les bruits de quantification susceptibles de polluer le signal utile.

Pour l'étage de conversion numérique/analogique Wadia met en œuvre une série de quatre convertisseurs dans une configuration 18 bits. Nous croyons savoir qu'il s'agit d'un montage différentiel associé à un fonctionnement en doublet, autrement dit une conversion de 9 bits de poids fort pour l'un et 9 bits de poids faibles pour l'autre et cela pour chaque bras du différentiel.

## Une commande de volume numérisée

Le Wadia 6 est équipé d'une commande numérique de volume sans équivalent sur le marché actuellement. Ce réglage n'a rien à voir avec les potentiomètres traditionnels : il est mis en œuvre par logiciel et n'utilise quasiment aucune piste ni atténuateur, ni résistance. Accessible uniquement depuis la télécommande il offre pas moins de 100 paliers de réglage qui, sur la

presque totalité du niveau, ont une valeur de 1/5<sup>e</sup> de dB ! La progressivité de ce réglage, on s'en doute, est exceptionnelle et il est bien difficile de revenir aux potentiomètres motorisés classiques.

Le Wadia 6 offre toutes les facilités de connexion que l'on est en droit d'attendre d'un appareil qui confine au domaine professionnel :

- sorties asymétriques sur prises Cinch dorées ;
- sorties symétriques au standard XLR ;
- prise de synchronisation au standard AES/EBU ;
- sortie numérique coaxiale ;
- sortie fibre optique de très haute qualité.

La télécommande avec clavier d'accès direct est très complète mais ne devra pas être égarée : en effet, le clavier local se limite à deux fonctions : lecteur et ouverture/fermeture du tiroir.

La touche « Invert » avec rappel lumineux en façade permettra de retrouver la phase absolue sans bouger de son fauteuil, ce qui est particulièrement commode.

Le Wadia 6 s'attaque aux vrais problèmes de l'audio numérique et les résoud avec panache tout en restant d'un prix réaliste. Ce n'est pas le moindre de ses mérites. Un grand cru...

## Ecoute

**Jean Hiraga**

*Le Wadia 2000 a marqué profondément l'histoire des convertisseurs numériques/analogiques de haute qualité. Sa conception très évoluée tant au niveau technologique que du point de vue réalisation en faisait un produit de prix élevé, ce qui incita ce célèbre constructeur américain à élargir sa gamme de convertisseurs. Ce fut une réussite. Le succès remporté par ces différents produits fut pour Wadia l'occasion de lancer un lecteur CD équipé d'une mécanique*



japonaise très sophistiquée.

En créant le Wadia 6, ce spécialiste du convertisseur N/A de haut de gamme a sans doute voulu répondre aux demandes des consommateurs qui étaient à la recherche d'un système intégré de haute qualité mais de prix un peu plus accessible. Désormais, on trouve, pour sa clientèle internationale, une gamme modulable adaptée aux différents besoins des consommateurs.

On aurait été facilement tenté d'imaginer la personnalité sonore du Wadia comme basée sur l'osmose des caractères propres à des maillons tels que le lecteur CD Teac PI suivi du convertisseur Wadia 2000. Une écoute attentive du Wadia 6 montre que l'on n'était pas très loin du compte. Dans les registres médium et aigu se retrouvent l'articulation, les sonorités élégantes et raffinées que l'on ne rencontre guère que chez Wadia. Les voix, les instruments solos s'affichent avec beaucoup de présence, de relief en se détachant des autres plans tout en facilitant la compréhension des lignes musicales complexes et celle des différents types d'environnements acoustiques.

Le registre de sous-grave est présent mais son caractère plus nerveux, au soutien ferme et énergique tend à le rendre moins chaleureux qu'avec d'autres associations incluant les convertisseurs Wadia. Le ciselé du détail, le relief et la propreté du médium sont des qualités qui s'ajoutent à une impression de stabilité poussée du message stéréophonique. Toutes ces qualités s'imposent avec évidence au fur et à mesure de l'écoute et apportent cette sorte de plénitude rassurante que l'on rencontre souvent parmi les matériels de haut de gamme. Il y aura là de quoi redécouvrir bien des disques avec pour seul inconvénient la mise en valeur de tout leur contenu, défauts, trucage et mixage compris.

Un matériel de ce niveau mérite une mise en valeur intégrale de ses capacités, ce qui exige patience et expérience du côté de l'installation comme au niveau de l'utilisation (association des maillons principalement).

### Robert Lacrampe

Dans le domaine audionumérique, Wadia a toujours créé l'événement, ce lecteur ne déroge pas à la règle. A l'écoute, il ne fait pas mystère de sa filiation.

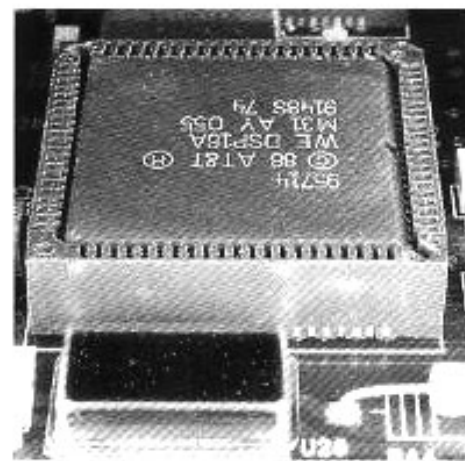
Nous avons retrouvé l'extrême stabilité des plans sonores dont il ne fait aucun doute qu'elle provient de la mécanique VRDS. Que ce soit sur de petites formations ou des orchestres symphoniques, la scène sonore s'étale devant l'auditeur avec la ponctualité des sources que l'on rencontre au concert. Un phénomène ne trompe pas : c'est l'absence de fatigue auditive. Dès les premières mesures les interprètes « s'installent » entre les enceintes pour ne plus en bouger même sur les forte les plus violents : beaucoup de lecteurs obligent à un effort de recreation de la scène stéréophonique qui, à la longue, devient fatigant. Avec le Wadia, rien de tel. La perspective est tout simplement naturelle et l'on ne se pose plus de questions. Certainement par rapport à d'autres modèles de lecteurs CD le Wadia 6 semble moins chaleureux dans le bas du spectre avec un équilibre global légèrement ascendant. Après plusieurs comparaisons très serrées force fut de reconnaître que le Wadia était dans le vrai. En fait le registre grave est parfaitement tenu sans effet romantique ou physiologique. L'impression est un peu la même lorsqu'on passe d'un boomer équipé d'une membrane en matière synthétique à un boomer avec membrane papier très rapide sur les transitoires. Cette « légèreté » est trompeuse et peut jouer des tours lors de com-

paraisons hâtives. Ecoutez donc des pizzicati de contrebasse : les jeux sont arrachés mais l'instrument ne manque pas de matière. Il est bien plus présent car débarrassé de toute lourdeur artificielle, répétitive. Les musiciens ne s'y tromperont pas...

A l'autre extrémité du spectre le registre aigu est soyeux, délié et fin. Les harmoniques de rang élevé sont bien différenciés. Les instruments anciens de la formation de Christopher Hogwood conservent leur personnalité accusée sans pour autant ferrailer. On retrouve ici le superbe délié entre les notes et la souplesse qui nous avaient tant séduits sur le modèle 2000.

Le registre médium bien que très légèrement mis en avant est remarquable de fraîcheur, de spontanéité. Les ambiances sont parfaitement rendues avec une bonne décroissance des informations de réverbération et d'écho. Les acoustiques ne sont pas tronquées : elles sont restituées avec une impression de volume qui les rend presque palpables.

Certes, le Wadia 6 est talonné par une concurrence très active mais il possède en plus la faculté rare de s'effacer devant le message à reproduire... Les mélomanes, les vrais, lui en sauront gré, les autres ne tarderont pas à être convertis... Incontestablement un nouveau succès à l'actif de Wadia.



Wadia est l'un des rares constructeurs à utiliser des circuits DSP ultrasophistiqués.



**Page non  
disponible**

## La musique sur un triangle (IV)

Claude Bailblé

**L**

*e tempo, la puissance, l'expression, le rythme,*

*l'énergie, les attaques, la sonorité : la musique est apprise, dirigée et écoutée les yeux ouverts.*

*Le mélomane, assistant au concert, le reçoit à travers la complexité multisensorielle.*

*Intégrant la totalité de l'événement, il fait corps avec elle.*

*Que dire alors de l'amateur de disques ? L'auditeur stéréophonique, capté lui aussi par la musique, ne se doute pas un instant du tour qu'on lui joue.*

*Il écoute sans voir et cependant il entend comme s'il voyait.*

*La musique est là, idéale, en pleine lumière, alors même que la nuit est tombée sur son fauteuil : la nuit de l'attention visuelle. L'œil fait défaut, mais le fauteuil ne fait pas faux. Par quelle magie ?*

La contrainte principale de la projection stéréophonique est bien la perte de vision sur l'orchestre, et la suspension conséquente des mécanismes de l'attention visuelle, mécanismes capables de favoriser et de dynamiser l'écoute intelligente.

Voir la disposition des musiciens sur le podium, c'est en effet fixer dans la mémoire visuelle les points d'émergence possibles du son instrumental, c'est fonder aussi l'espace auditif sur les données stables et précises de la vue.

La nuit stéréophonique — si propice par ailleurs au voyage musical — efface tous les mécanismes : l'œil ne conforte plus les explorations de l'oreille, l'espace auditif ne s'ancre plus dans le champ visuel. Les effectifs restent indéfinis, les lieux incertains, on se demande obscurément où sont les solistes, on ne voit plus rien venir. Par contre, — et c'est l'autre contrainte de la projection stéréophonique — on ne voit que trop bien les haut-parleurs (1) au point de vouloir

parfois fermer les yeux pour mieux entendre la scène musicale. On se contenterait volontiers de l'écran tout seul, sans les projecteurs dans le champ.

En somme, la suspension du voir au bénéfice de l'entendre aura amené les preneurs de sons à des pratiques ingénieuses qui tendent à compenser l'érosion des facultés auditives, et aussi bien à restaurer les impressions focales du clair-voyant. « Nous découvrons que beaucoup de ce que nous croyions entendre

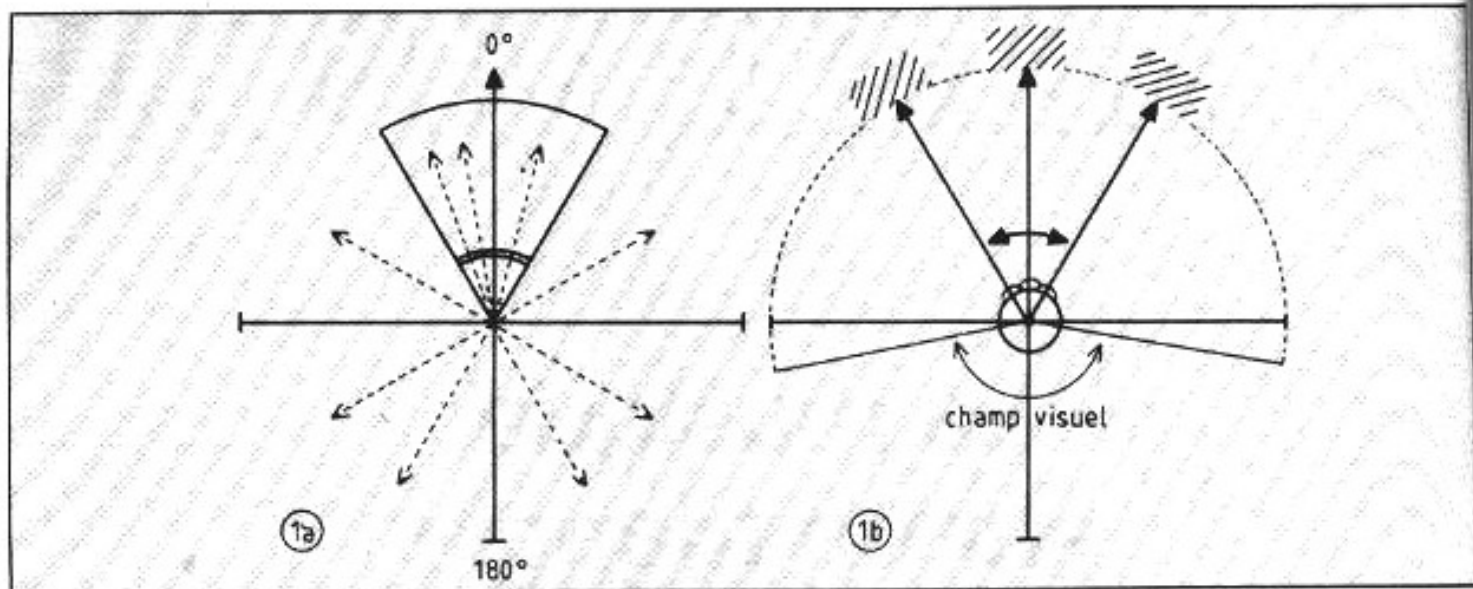


Fig. 1 : 1a) L'oreille transitoire, omnidirectionnelle, se superpose à l'oreille tonique (cône de présence) frontalisée. 1b) Le cône de présence se superpose à l'aire de balayage du regard, lorsque la tête immobile cadre les éléments qui lui font face.

n'était en réalité que vu et expliqué par le contexte», écrit Pierre Schaeffer dans son *Traité des Objets Musicaux* (éditions du Seuil, 1966).

Et, si les pratiques d'enregistrement se différencient, s'opposent même dans leurs méthodes, c'est sans doute parce que l'écart entre écoute directe binaurale — à vue — et l'écoute stéréo — aveugle, acousmatique — n'est peut-être pas assez discuté, débattu, voire posé comme origine et cause de ces différentes pratiques.

## L'œil écoute

Deux systèmes auditifs, fonctionnellement distincts, réagissent aux sollicitations sonores. L'un répond à la question «où?», l'autre à la question «quoi?».

L'un ne capte que les transitoires, les émergences ou arrêts brusques : c'est le système d'alerte, omnidirectionnel, détecteur du changement ; c'est l'oreille-vigie qui déclenche les réactions d'orientation en direction du son intrusif. Les neurones «phasiques» sollicités ne captent que les variations de stimulus, ne fonctionnent qu'aux dérives non nulles (toc-toc, crac, pin-pon, etc.). L'autre système,

polarisé frontalement, analyse les sons continus ou quasi-continus (la voix, les instruments de musique) qui font face, une fois la réaction d'orientation obtenue. A l'intérieur du «cône de présence» les neurones «toniques» sont actifs pendant toute la durée du stimulus. Ils localisent et focalisent l'objet, et cela d'autant mieux que la vision en précise la provenance. Et en effet ! le fameux «cône de présence» (ainsi nommé par Békésy) n'est autre que l'aire de balayage du regard, l'angle solide en lequel l'œil se meut facilement lorsque la tête immobile cadre les événements qui lui font face [cf. fig. 1].

L'excursion du regard est limitée obliquement par une baisse importante de la fusion binoculaire, par une perte de la qualité visuelle. Aussi le champ de regard (2) qui ne dépasse pas  $30^\circ$  — à droite comme à gauche — trace-t-il les limites du «cône de présence», les limites conjointes de la frontalisation visuelle et auditive. Si la question «où?» du repérage auditif est omnidirectionnelle (et imprécise, elle doit seulement déclencher une réaction d'orientation à  $\pm 10^\circ$ ), la question «quoi?» est frontale (et précise : le pointage auditif

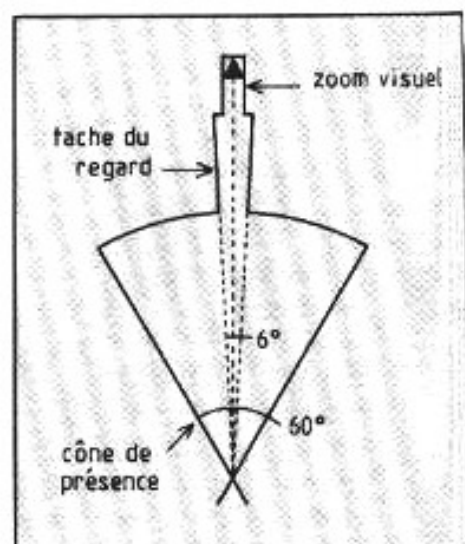


Fig. 2 : La centration auditive est augmentée par la centration visuelle.

doit guider le réglage du regard à  $\pm 2^\circ$ , cf. M.A.A.) et totalement inscrite dans les possibilités du balayage oculaire (soit  $60^\circ$  horizontaux).

L'œil et l'oreille coopèrent dans un même secteur de l'espace. En sorte que l'orientation auditive prépare la saisie visuelle et la vision focalisante favorise à son tour la centration auditive sur l'objet. Le pointage visuo-moteur améliore en effet sensiblement l'écoute en détachant davantage l'objet de son contexte, la figure du fond sonore environnant. Placé au centre du champ visuel, le son est

donc forcément aussi centré par le « cône de présence » : l'œil écoute dans l'exacte mesure où l'oreille profite de son pouvoir séparateur [cf. fig. 2].

L'écoute ne se décentre sur les côtés qu'au prix d'un effort mental qui ne peut se prolonger. L'espace auditif est donc fléchi, comme l'espace visuel, vers l'avant : l'oreille « quoi ? » et l'œil « qu'est-ce ? » font face et explorent le champ frontal.

Au concert, la scène musicale s'ouvre sous un angle de 60° environ. Or, il se trouve que la vision des détails est limitée (c'est un avantage pour la focalisation) à un angle de 6° environ, et qu'il est même possible de « zoomer » (sur un instrument soliste, le cas échéant), de resserrer l'attention visuelle en un point du podium. Le regard facilite alors la perception instrumentale, isole un élément, en favorise l'élection auditive.

Cependant la vision nette étant limitée au point où le regard se pose, c'est l'oreille impulsionnelle qui relance l'œil à chaque départ instrumental, à chaque transitoire important. Mue par la soudaine beauté d'un timbre, étonnée par le phrasé d'une mélodie, elle envoie l'œil butiner d'un musicien à l'autre, se promener dans l'orchestration.

A l'inverse, la vision du chef d'orchestre ou d'un musicien se préparant à jouer, prédispose l'oreille à une centration plus marquée, plus précise, avertie. Mais il y a plus (3).

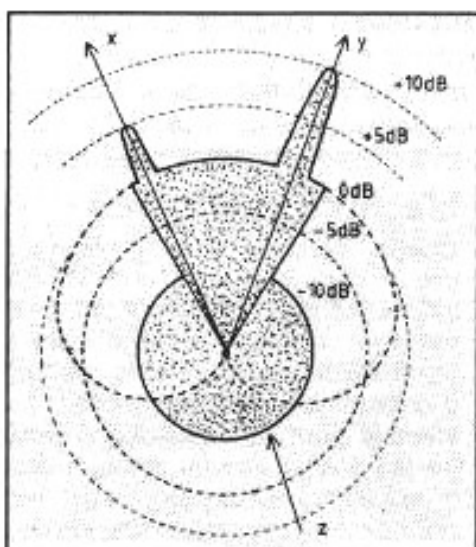
## Le cadrage binaural

Ordinairement, les sons situés hors du cône de présence sont « inhibés » d'une dizaine de décibels et « oubliés » par la conscience intentionnelle. L'oreille tonique du champ frontal exige l'**inhibition statique** du champ périphérique : le cortex auditif n'a pas la puissance d'analyse suffisante pour traiter

l'ensemble des sons disponibles à l'instant t.

En outre, l'affaiblissement permanent des sons non cadrés frontalement, qu'il s'agisse du champ diffus retardé ou des bruits ambiants, améliore le démasquage et la mise en clair des sons écoutés à la face [cf. fig. 3].

Cette inhibition statique n'altère en rien la vigilance sur les sons impulsionnels, quelle que soit leur provenance. Toute modification sonore, tout profil d'apparition ou de disparition du son sollicite l'oreille « vigie ». Seulement l'attention est fortement économisée : elle ne prend en compte — dans la



**Fig. 3 : Le cadrage binaural.** En z, l'inhibition statique du champ périphérique. En x, hausse transitoire de la clarté. En y, hausse permanente de l'intelligibilité due au pointage visuel et auditif. Les gains (dB) ne sont que des ordres de grandeurs. (On se reportera utilement aux notions scientifiques de BMLD — binaural masking level difference — pour l'inhibition statique, et de ILD — intelligence level difference — pour le pointage visuo-moteur : cf. l'article de référence cité en note (4).) En pointillés, la courbe de réponse d'un cardioïde.

durée toute entière — que le passage transitoire, l'instant mobile, à dérivée non nulle. Ainsi, au concert, le champ diffus est ignoré de cette oreille-là : la réverbération est une forme

molle (en l'absence d'échos focalisés, répétitifs et lassants) à dérivée presque nulle. Tandis que le *champ frontal, empli de formes fortes, sollicite — à chaque transitoire un peu émergent — le pointage de l'oreille « phasique ».*

Pendant un très court instant, l'écoute se concentre sur l'objet détecté, à l'exclusion des autres. L'objet — pour quelques dizaines de millisecondes ? — prend du relief sur le fond soudain amorphe du champ ambiant. Cette **inhibition dynamique** est presque aussi brève que le transitoire ; elle relève de la localisation masquée dans un bruit ambiant (4). En gommant pendant quelques millisecondes les sons alentour, ce mécanisme facilite l'identification des sons nouveaux, comme si l'oreille vigile — sans être aux aguets — continuait sa surveillance et devait sans relâche désigner les nouveaux venus à la conscience (ou simplement rafraîchir la mémoire des lieux).

La **hausse transitoire de clarté** n'affecte donc que les éléments émergents, les notes piquées ou accentuées, les attaques instrumentales, les sons percussifs. Si le transitoire est puissant, il est suivi d'un masque-réflexe (proportionnel, sans doute, à l'effet de choc) qui absorbe les autres sons. Qu'on se souvienne des « clics » des tourne-disques : une rayure d'un demi-millimètre (soit 1/700° de tour ou 1,3 milliseconde) retentissait durablement dans nos têtes, beaucoup plus longtemps que l'impulsion et son amortissement « objectif » dans le haut-parleur.

En somme, la musique est éclaircie (et obscurcie) par ses propres transitoires. « La conception de l'interprétation décide du mode d'utilisation des archets ou des attaques des vents... La clarté implique la parfaite exactitude de l'exécution sonore par l'orchestre », écrit Herman Scherchen (5). On suit le motif



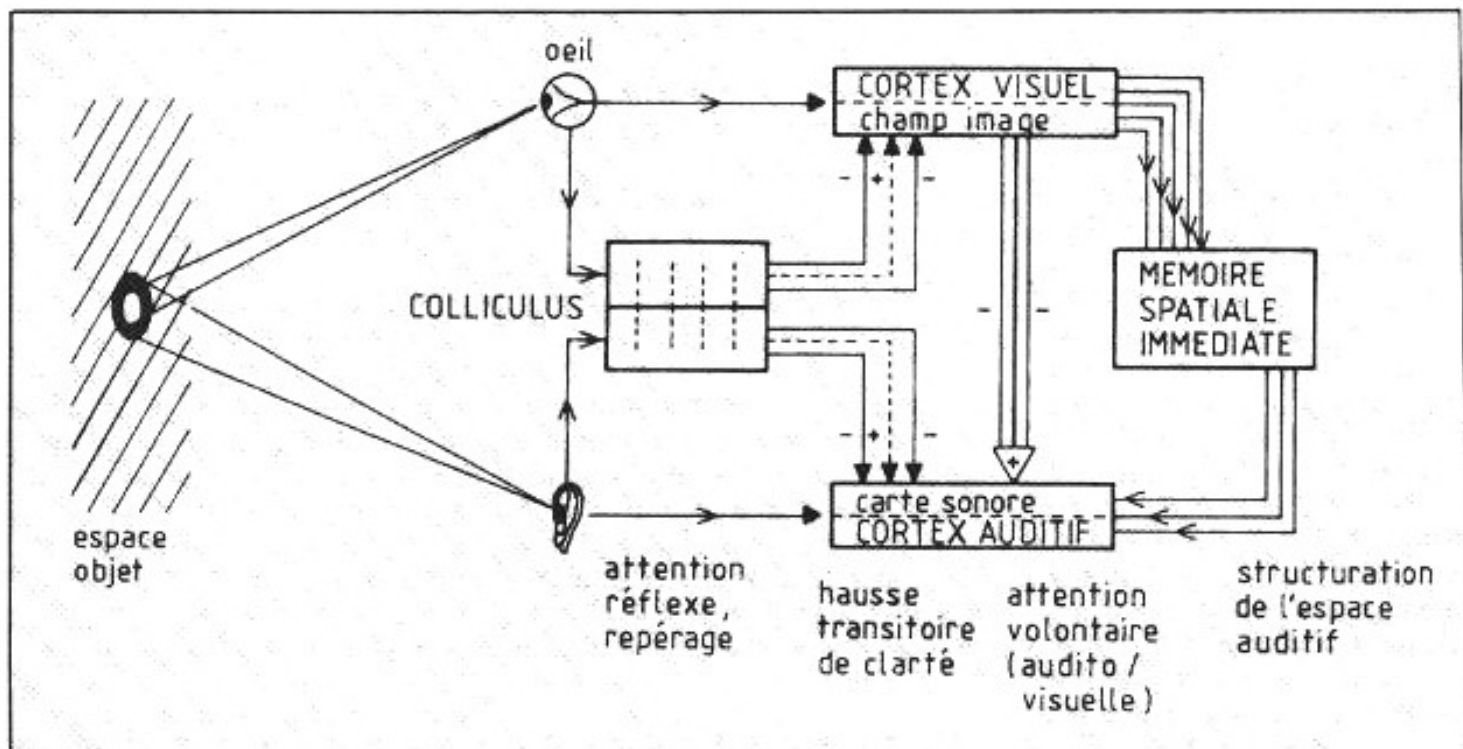


Fig. 4 : L'écoute intelligente.

qui passe d'un instrument à l'autre, le petit dessin mélodique qui change de couleur. On entend poindre une ligne instrumentale, le phrasé est audible.

A chaque instant, le chef d'orchestre maîtrise un édifice vertical, construit une gradation des intensités et des modes d'attaques instrumentaux. Une erreur sur le jeu des musiciens modifie le devenir de l'œuvre : une attaque franche attire l'œil qui va redoubler le pointage auditif, la discrimination figure/fond, en sorte que l'instrument paraît s'approcher ; une attaque molle est faiblement localisée, éloigne l'instrument qui paraît se fondre dans les alliages de timbres. Une erreur de balance sur les niveaux modifie plus fortement encore l'idée voulue par le compositeur : les instruments se recouvrent *autrement*.

Le démasquage binaural, le découverture et le recouvrement de chaque instrument sont laissés à l'appréciation auditive du chef. Le **démasquage des sons continus** dépend certes des niveaux relatifs, mais aussi de l'épaisseur

### L'écoute intelligente

**Ouir** = détecter un son ; **écouter** = focaliser vers la source ; **entendre** = constater le résultat du démasquage binaural ; **comprendre** = ajouter ce que l'on sait déjà à ce que l'on entend. L'écoute intelligente est tout d'abord pointée vers son objet par une structure sous-corticale très ancienne, le *colliculus*, qui fonctionne comme une table d'orientation audito-visuelle, à dominante auditive pour l'alerte, visuelle pour la localisation. Cette structure est capable d'activer le *cortex auditif* en une seule direction de l'espace en même temps que d'inhiber transitoirement toutes les autres. L'attention est ainsi positionnée en une région de l'atlas auditif, en un secteur directionnel. Mais la discrimination sectorielle (corticale, cette fois) se trouve davantage renforcée par l'envoi du point de regard sur les lieux et places de la zone d'écoute. C'est la *double focalisation*, qui met en rapport les données de la vue (*cortex visuel*) et celles de l'ouïe (*cortex auditif*). Le « zoom » visuel détaille un point de l'espace et le son est mieux reçu : le pointage visuo-moteur isole et détache le son de son contexte, augmente la sélectivité auditive. Enfin, l'ancrage des données auditives sur la *mémoire visuelle immédiate* redessine la perspective sonore, rétablit les constantes perceptives.

spectrale, de l'écart fréquentiel entre les notes ou les formants. Pour qu'une mélodie s'entende, l'écriture use de la *nuance* (*pp* à *ff*) et de la *registration ad hoc et même des espacements* instrumentaux. L'interprétation, pour éviter un son pâteux, doit créer un objet vertical, convenablement étagé, en s'appuyant sur l'écart entre solistes et accompagnants, écart visible dans la lar-

geur et la profondeur du podium. A certains moments, les sons fusionnent : les sources sont proches les unes des autres ; à d'autres, elles restent indépendantes, comme séparées : le démasquage atteint une dizaine de décibels d'un bord à l'autre du podium.

On entrevoit ici ce que *la vue apporte à l'ouïe*. Un recodage des données auditives dans



l'espace visuel : la perspective sonore est visuelle (en  $1/d$ ) quand la propagation est acoustique (en  $1/d^2$ ). Une discrimination plus forte entre figure et fond, entre mélodie et accompagnement. Et ce que la *stéréophonie retranche à l'écoute binaurale* : le microphone substitue sa propre directivité au cône de présence frontal, augmentant l'importance du champ diffus, et les effets de masque qui s'y associent. Par ailleurs, la hausse transitoire de clarté est probablement entamée : les haut-parleurs ne couvrent plus l'ensemble des champs récepteurs de la « cartographie » auditive, l'inhibition dynamique est perturbée. Enfin, le champ diffus fait retour dans la zone frontale, avant de s'éparpiller dans la pièce d'écoute, pour un deuxième tour. On est loin de l'écoute intelligente *in situ* [cf. 4 dans l'encadré ci-contre].

## L'aveugle mise en ondes

Alors que toute la direction d'orchestre se fait à vue, alors même que le jeu instrumental est conduit les yeux ouverts, l'enregistrement est mené en cabine — il faut bien se placer en conditions stéréophoniques — par un musicien metteur en ondes et un ingénieur du son chargé de recomposer une balance proche de ce qu'entend et voit un auditeur bien situé dans la salle de concert. En sorte que la direction artistique de l'enregistrement ressemble à l'écoute d'un chef d'orchestre surpris par une panne de lumière et frappé d'amnésie spatiale... Les repères s'évanouissent, le son est mal défini, la réverbération est excessive, les effets de masque incessants, il faut absolument retrouver **l'oreille qui voit**.

La perspective est rétablie telle qu'elle se présente les yeux ouverts, en «  $1/d$  » : d'où élévation du couple principal et microphones d'appoint. La

dégradation de l'écoute focale, réduisant l'audibilité, la transparence des motifs principaux, oblige parfois à approcher d'autres micros. L'« excès » de réverbération, l'insuffisant pointage microphonique est de toute façon compensé par un rapprochement généralisé des capteurs, quel que soit leur nombre. A certains moments, les solistes trop masqués appellent un placement particulier ou un jeu supplémentaire de micros : il faut faire renaître l'intention musicale en retrouvant la clarté d'origine. Enfin les instruments bruyants (percussions, cuivres) paraissent souvent trop sonores devant les instruments faibles (harpe, petites percussions). Pour beaucoup, le recours à la multimicrophonie est inévitable. Dès lors, l'artifice majeur de la prise de sons pourrait bien être la **surimpression cohérente**, surimpression rendue nécessaire (en même temps qu'invisible) par la nuit stéréophonique.

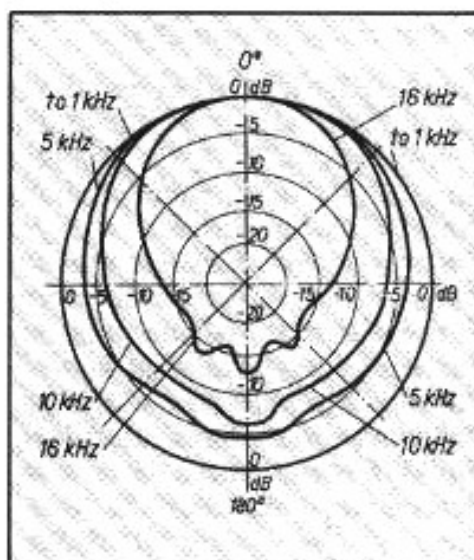


Fig. 5 : Directivité d'un microphone « omnidirectionnel » dans l'aigu (pour une capsule de 21 mm de diamètre) (doc. Neumann).

Ceci nous amène à examiner le travail de ces praticiens intensifs que sont les techniciens de France-Musique. Il y a plusieurs méthodes, évidemment, qui dépendent des effectifs en musiciens, de l'acoustique des lieux et du genre musical.

Pour les **petites formations**, les metteurs en ondes emploient souvent quatre micros Brüel & Kjær omnidirectionnels. Il importe de rappeler que les micros « omni » sont en fait directifs dans l'aigu et cela d'autant plus que la pastille électrostatique est large. La directivité s'affirme dès que le diamètre de la membrane approche du quart de la longueur d'onde à transmettre ; ainsi une pastille de 21 mm est directive dès 5 kHz, une pastille de 50 mm dès 1,8 kHz [cf. fig. 5]. Deux microphones à petite pastille sont donc placés assez près des instruments (un peu en-deçà de la distance critique), espacés de 40 à 80 cm : c'est donc un couple  $\Delta t$  qui est utilisé (voir l'abaque de Carl Céoen, cité en figure 2 dans l'article précédent - *L'Audio-ophile n° 19*) mais c'est aussi légèrement un couple  $\Delta I$  (au moins pour les tweeters de la projection stéréophonique —  $f > 5$  kHz — à savoir la partie aiguë des transitoires). Deux autres micros à grande pastille sont également placés dans la distance, plus écartés (2 mètres) et peu montés au niveau de la console (-10, -15 dB). Ces microphones d'aération prennent en charge le champ diffus, en  $\Delta t$  pour les graves-médiums ( $f < 2$  kHz) en  $\Delta I$  pour les médiums-aigus ( $f > 2$  kHz), un peu comme l'oreille tire l'espace du  $\Delta t$  (jusqu'à 1,5 kHz) ou du  $\Delta I$  (au-delà de 1,5 kHz).

On retrouverait ici une simulation de l'appareil auditif : le champ frontal est précisé par les deux micros assez rapprochés qui redonnent de la clarté aux transitoires (avec cependant le risque de durcir les instruments, de former un timbre trop incisif), du piqué aux attaques, tout en réglant la balance direct/diffus en faveur du champ direct. L'emploi de micros « omni » évite le détimbrage par *effet de proximité*, qui caractérise le cardioïde. Tandis que le

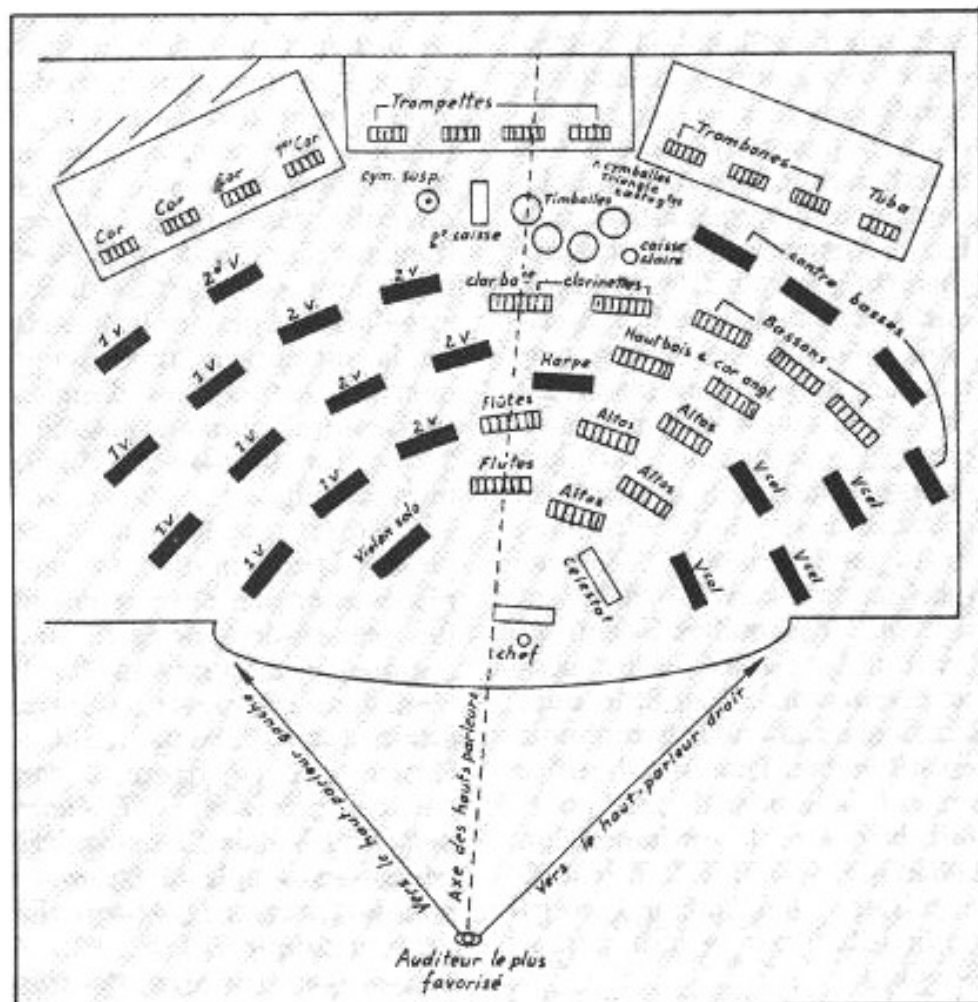


Fig. 6 : Dispositif de l'orchestre au cours d'un enregistrement Charlin.

champ diffus retardé est ajouté (à bas niveau) par le placement des deux omnis grande pastille, afin de simuler « l'inhibition statique du champ périphérique » : notons que de tels micros captent surtout du grave-médium diffus (la réverbération ambiante) et un zeste d'aigu direct (mais tardif).

Pour les moyennes formations, le couple AB Schoeps est parfois employé, complété de quelques appoints discrets sur les instruments faibles ou riches en graves (contrebasse, petites percussions, etc.). Les deux cardioïdes du couple ORTF sont très homogènes du grave à l'aigu (6) et le résultat peut être excellent si l'acoustique (et la musique) s'y prête et si l'on accepte aussi de redispser les interprètes, le cas échéant.

L'imagerie spatiale et l'imagerie énergétique étant assurées toutes deux par le couple, il importe d'ajuster le placement

microphone-interprètes, microphone-salle, à quelques centimètres près. A ce propos, un pionnier de la stéréophonie, André Charlin, écrivait : « Si je dois enregistrer dans une grande salle, j'écoute à cet endroit [entre le premier et le sixième rang du parterre] l'intensité et la netteté du son des battements que va produire un assistant circulant aux différentes places où vont se trouver les musiciens. Si vraiment je ne trouve à aucun endroit d'écho gênant et que le son me parvient de façon claire, je pense que je peux maintenir le micro à l'endroit choisi... Je m'entends avec le chef d'orchestre de façon à répartir les musiciens aux différentes places autour du micro, là où je sais qu'ils seront entendus de façon normale. On a intérêt à avoir examiné un par un les différents types d'instruments pour savoir comment ils rayonnent ; ceci

peut amener d'ailleurs à apporter des modifications dans la disposition des orchestres tels qu'on les composait il y a une vingtaine d'années... on évite le voisinage des violons et des hautbois... » [cf. fig. 6].

Pour les grandes formations, les techniciens de Radio-France ont recours à la polymicrophonie. Il y a comme un partage du travail entre l'imagerie spatiale (micros d'aération, pan-pots pour les micros rapprochés, et étagement dosé (8) de la proximité microphonique) et l'imagerie énergétique (balance des niveaux, exactitude des timbres et des attaques instrumentales). On trouve ainsi, placés en hauteur et un peu en arrière du chef, un couple d'omnis espacés de 80 cm à 2 mètres, selon la largeur du podium, couple parfois redoublé par deux Schoeps d'ambiance très éloignés et mixés très bas. Sur les cordes, un panoramique de quatre micros omnidirectionnels ou hypocardioides est déployé. Le filtrage en peigne dû à cette disposition coordonnée des capteurs favorise sans doute assez bien l'effet choral des instruments ; en même temps le quatuor est différencié dans ses parties. Pour chaque soliste, un microphone pan-poté ou un couple en sous-zone, s'il y a besoin d'étaler l'image ou « d'absorber » le mouvement d'un musicien. Deux cardios sont disposés symétriquement autour des timbales, des petites percussions (vibraphone, cloches, etc.) ; il s'agit de retrouver le rapport attaque/corps qui convient. A peu près systématiquement, un appoint sur la harpe et la contrebasse. Enfin, une rampe d'hypocardioides est disposée sur les chœurs (quand il y en a) afin de renforcer l'effet choral sur les sources multiples, tout en redonnant la précision qui manquait. Parfois on utilise un couple AB sur les chœurs féminins, redoublé à l'identique sur les chœurs masculins [cf.





C.P. RADIO FRANCE

photo ci-contre].

Un tel dispositif pose une série de problèmes techniques, psychoacoustiques et musicaux qui relèvent de la compétence des praticiens chevronnés. « Dans une prise de son, il est primordial que les différents équilibres à réaliser — équilibre des niveaux, de timbre, de présence — correspondent à ceux réalisés par les interprètes, et surtout qu'ils ne varient pas d'un souffle au cours de l'exécution », écrit Albert Laracine. Il semble bien que la multimicrophonie (à savoir la surimpression cohérente en vue d'une image exacte) ne soit pas si facile à mettre en œuvre...

Pourtant, en l'absence de répétitions prolongées, de balances préalables (micro/interprètes - micro/salles), elle reste infiniment plus facile d'accès que le couple AB. Le « reportage-concert » avec sa mise en place rapide, ses imprévus, ses change-

ments de plateau est « couvert » commodément en cabine par le réglage potentiométrique. Le direct ne tolère pas l'erreur !

à suivre...

(1) Cela est d'autant plus vrai qu'une mise en phase approximative des transducteurs fait exister plus fortement encore les enceintes acoustiques, comme « écouteilles réelles » de la scène virtuelle.

(2) On appelle « champ de regard » non pas la zone centrale vue distinctement lorsque l'œil fixe une cible ( $\pm 3^\circ$ ) mais le secteur de balayage ( $\pm 30^\circ$ ) délimité par la netteté binoculaire acceptable.

(3) Nous n'aborderons pas ici les effets — très complexes — du savoir musical sur la structuration perceptive. La connaissance a priori des morceaux joués, des mélodies, des rythmes, concerne aussi bien le disque que le concert. Nous en restons

au plan des perceptions, délibérément.

(4) On consultera in « *Psychoacoustique et perception auditive* », INSERM, Paris, 1989, l'article de Georges Canevet : « Audition binaurale et localisation auditive », en particulier p. 107 et sq.

(5) Cf. « *La direction d'orchestre* », par Herman Scherchen, Actes Sud, 1986.

(6) Leur éloignement relatif les met à l'abri de l'effet de proximité.

(7) Tiré de « *Possibilités actuelles d'enregistrement et de reproduction stéréophonique des sons* » in Actes du 9<sup>e</sup> Congrès de l'UNIATEC, Paris, 1970 - p. 213.

(8) De faibles variations (quelques décimètres) sur l'éloignement microphonique modifient sensiblement le rapport champ direct/champ diffus et donc la profondeur apparente de la source. Un étagement progressif de ces éloignements participe de la surimpression cohérente, de la constitution d'une perspective.

**Page non  
disponible**



# LE SUPER NEMESIS OU L'HOMMAGE AU 300 B...

Pierre Johannet

**S**

*'il est un seul amplificateur « de référence », c'est bien le 300 B [1]. La distinction de son timbre dans le médium et l'aigu est inoubliable. Tout cela est bien vexant pour notre civilisation hyper-technologique, ne pas réussir à dépasser en musicalité une triode à chauffage direct conçue en 1927 et associée à un schéma qui n'a pas beaucoup bougé depuis...*

Bien sûr, on peut se consoler en disant que tout n'est pas parfait dans le 300 B :

— il faut un système à haut rendement ( $\geq 90$  dB/W) ;

— l'extrême-grave est atténué sur les installations qui ne sont pas à très haut rendement ;

— le niveau de distorsion s'élève dès que l'on dépasse quelques wats et, s'il n'est jamais désagréable, peut devenir perceptible à une oreille avertie...

— son rapport prix/watt défavorable qui limite sa diffusion à une clientèle « audiophile ».

Peut-on faire mieux avec des transistors ? Peut-être, si l'on en juge par les résultats obtenus par

Héphaïstos sur son amplificateur « de référence », mais au prix d'une démarche rigoureuse et d'une complexité diamétralement opposée à la simplicité biblique du 300 B.

Toutefois, la voie ouverte par Héphaïstos dans sa lutte contre les distorsions et la particulièrement pernicieuse distorsion thermique va nous faciliter la tâche : essayer de faire « presque aussi bien » avec un schéma « presque aussi simple ».

Quoi qu'il en soit, l'amplificateur 300 B reste une référence : l'avoir écouté une fois — dans de bonnes conditions — suffit à ne plus l'oublier...

## L'amplificateur Nemesis

Le Nemesis, bien connu des lecteurs, a été développé par Jean Hiraga dans les nos 33 et 34 de *L'Audiophile* en 1985.

Conçu dans un souci de simplicité maximale, celui-ci n'utilise qu'un seul transistor de type Mosfet (2SK135 Hitachi) et est donné fig. 1.

Le montage définitif diffère du premier par l'absence de contre-réaction et par les circuits de compensation en fréquence.

Le Mosfet Hitachi 2SK135 est polarisé à un courant moyen de 0,8 A correspondant à une ten-

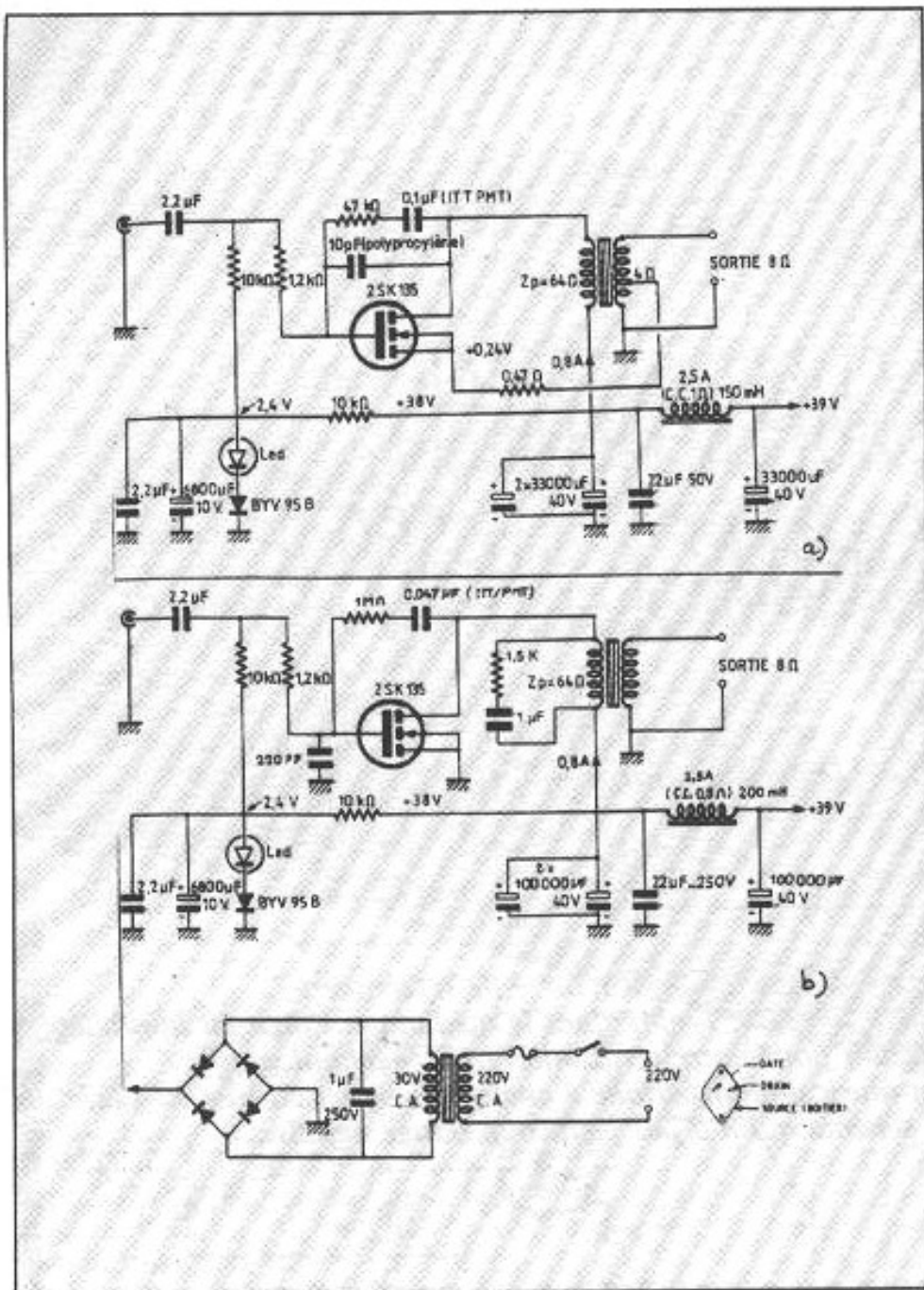


Fig. 1 : Schéma du Némésis ; a) Schéma initial ; b) Schéma définitif.

sion gate-source de 2,4 V environ, obtenue par la mise en série d'une LED et d'une diode de redressement.

Cet amplificateur se caractérise par une très grande finesse de l'aigu et du haut-médium. Le point faible du montage se situe dans le registre grave, la coupure basse étant de 70 Hz à -2 dB. Cette contrainte est due essentiellement au transformateur, le passage de courant continu dans l'enroulement primaire — et pouvant conduire à une satura-

tion des tôles — nécessitant la présence d'un entrefer sur le noyau magnétique.

## Conceptions de base du Super Némésis

Depuis les articles originaux de Jean Hiraga, notre connaissance de la mise en œuvre des transistors s'est approfondie, en particulier à la lumière des travaux d'Héphaïstos sur la distorsion thermique.

En conséquence, il apparaît

comme possible d'augmenter raisonnablement le gain d'un amplificateur et de lui appliquer une dose convenable de contre-réaction sans faire apparaître l'abominable « son transistor » si haï des audiophiles...

A quoi se résument les principes d'Héphaïstos [2] pour une amplification optimale ?

- Utiliser des éléments amplificateurs ne présentant pas de distorsion thermique :

- soit au niveau des composants, comme le renommé 2SK30 AGR à la musicalité reconnue,
- soit au niveau de la conception des schémas, comme le montage cascode.

- Ne pas réinjecter les dérives continues d'origine thermique dans la contre-réaction :

- utilisation d'une capacité d'isolement dans la contre-réaction,
- utilisation d'un transformateur de sortie.

Ce dernier cas correspondant tout à fait au Némésis, le projet pouvait avoir au départ une chance de réussite non nulle...

- Utiliser un schéma de type inverseur, pour que le signal différence entrée-sortie puisse être fait par un réseau résistif et non par un composant actif.

De plus, l'étude précédente de l'amplificateur à Symétrie Totale [3] nous avait permis la mise au point d'une alimentation à Mosfet particulièrement performante qui pourrait être avantageusement utilisée ici.

- Enfin, la disponibilité du transformateur de sortie Tango à la Maison de L'Audiophile, adapté au Némésis, allait nous permettre l'étude d'un prototype opérationnel.

## Schéma de base et commentaires y afférant...

Le schéma de base est donné fig. 2.

On remarquera la grande ressemblance du schéma proposé





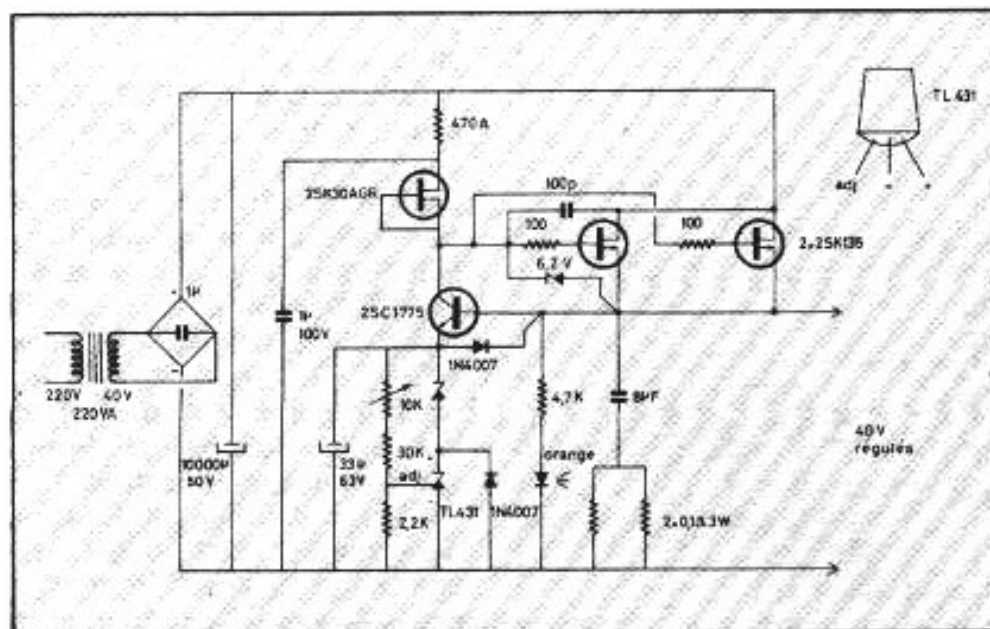


Fig. 4 : Alimentation régulée.

La contre-réaction est constituée par deux résistances de 220 k $\Omega$  en série et ramène la tension secondaire à l'entrée, en aval de la résistance d'entrée de 12 k $\Omega$ .

## Compensation en fréquence

Celle-ci consiste en un circuit RC de 1 k $\Omega$  + 330 pF entre le drain de 2SK30 et la masse.

Une compensation de la résonance du transformateur est réalisée par un circuit RC de 330  $\Omega$  + 22 nF aux bornes du primaire.

Pour éviter toute oscillation intempestive du Mosfet, on dispose une capacité de 10 pF entre gate et drain, la gate étant alimentée par une résistance de 100  $\Omega$ .

## L'alimentation

Elle utilise la régulation à Mosfet déjà employée pour l'amplificateur à symétrie totale (fig. 4) [3].

Suivant le moyens dont on dispose, on pourra utiliser une seule alimentation pour les deux canaux, ou mieux une alimentation par voie (construction double mono).

La puissance minimale requise étant de  $2 \times 0,8 \times 40 = 64$  watts,

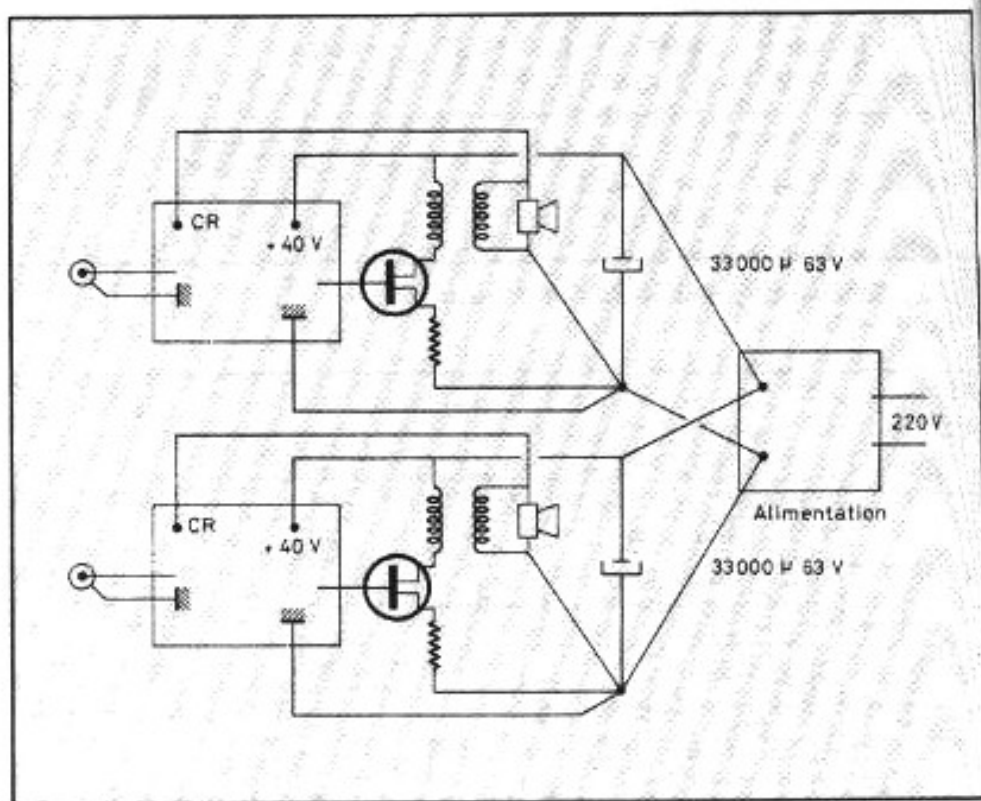


Fig. 5 : Interconnexion des sous-ensembles, alimentations et masses.

on utilisera au minimum un transformateur 2  $\times$  40 V, 220 VA, un pont diode de 25 A et un condensateur de filtrage de 33 000  $\mu$ F, 63 V avant la régulation.

Un condensateur de 33 000  $\mu$ F, 40 V sera installé en tampon pour l'alimentation de chaque ampli. Chaque électrochimique sera classiquement découplée par une capacité non polarisée de 0,33 à 2,2  $\mu$ F.

## Interconnexions

L'interconnexion des différents ensembles sera réalisée conformément à la figure 5.

## Performances

Le prototype utilisé pour la mesure des performances n'avait qu'une résistance de 220 k $\Omega$  en contre-réaction, au lieu de deux sur le modèle définitif, dont les caractéristiques sont donc légèrement différentes.

— Gain en boucle ouverte :

$$A_o = \frac{6,652 \text{ V}}{118,66 \text{ mV}} = 56,059 \quad (34,97 \text{ dB})$$

— Gain en boucle fermée

$$A = \frac{1,4713 \text{ V}}{109,61 \text{ mV}} = 13,423 \quad (22,56 \text{ dB})$$

— Taux de contre-réaction : 12,4 dB, ramené à 9 dB sur le prototype définitif.

La puissance disponible sans distorsion est donnée fig. 6 en fonction de la fréquence.

Par rapport au Némésis classique, la courbe de réponse se trouve très étendue vis-à-vis des



basses fréquences, près de 9 watts restant encore disponibles à 15 Hz.

La courbe de réponse à puissance moyenne est donnée fig. 7. La bande passante à  $-3$  dB s'étend de moins de 10 Hz à plus de 100 kHz, ce qui est pour le moins satisfaisant.

Les figures 8 et 9 donnent la réponse en signaux carrés à 30 Hz et 10 kHz, à pleine puissance : ces résultats sont globalement très satisfaisants.

## Résultats subjectifs

Un premier prototype a été testé à la Maison de L'Audio-ophile sur système Onken classique (Voix du Théâtre + pavillons médium). Les résultats ont été tout de suite très bons, en particulier dans le grave qui gagne énormément par rapport au Némésis classique. On retrouve la finesse exceptionnelle du médium et de l'aigu de cet amplificateur.

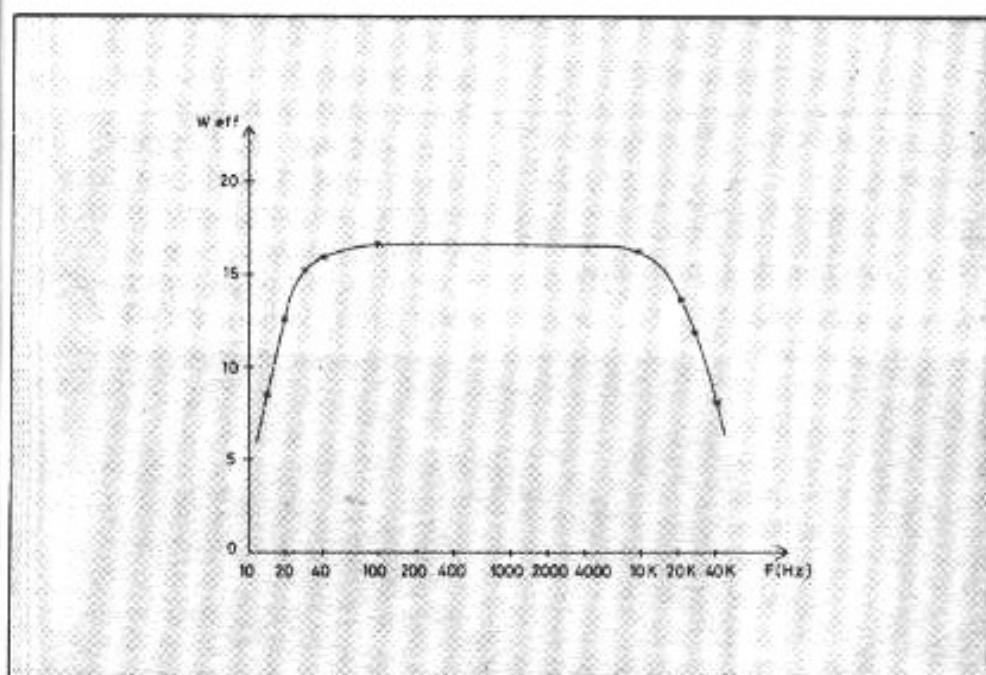


Fig. 6 : Puissance disponible maximale en fonction de la fréquence (ne pas confondre avec la bande passante...).

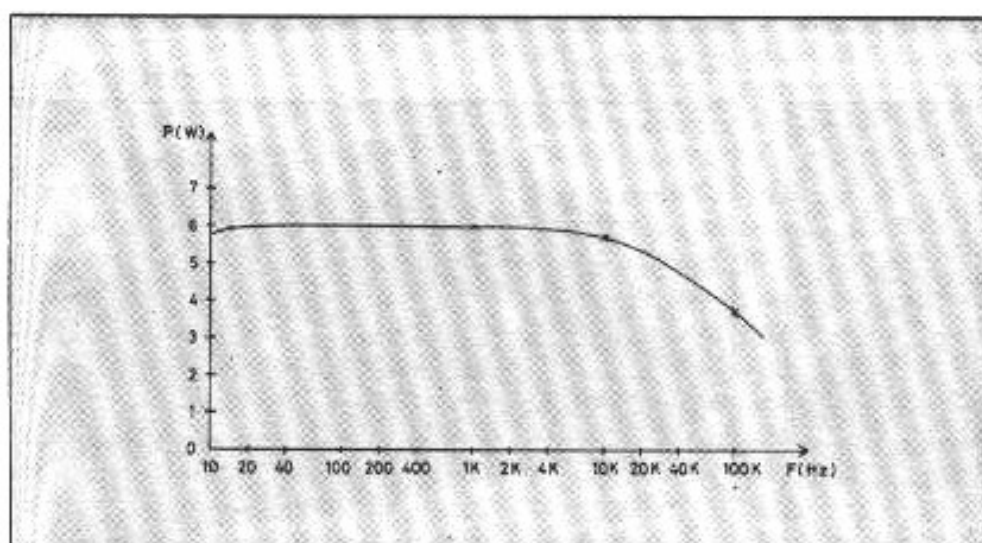


Fig. 7 : Bande passante à 6 watts (la coupure haute à  $-3$  dB correspond à 3 watts, soit 100 kHz).

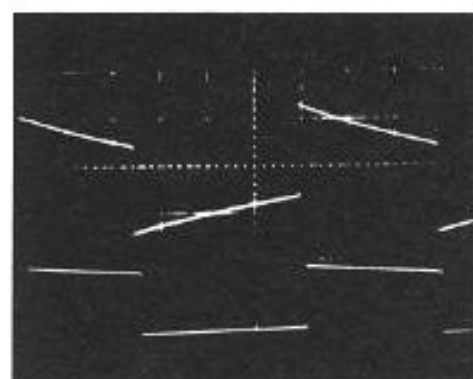


Fig. 8 : Réponse en signaux carrés à 30 Hz. En haut :  $V_s = 9,055 V$  (10 V/C) ; en bas :  $V_e = 0,67 V$  (1 V/C).

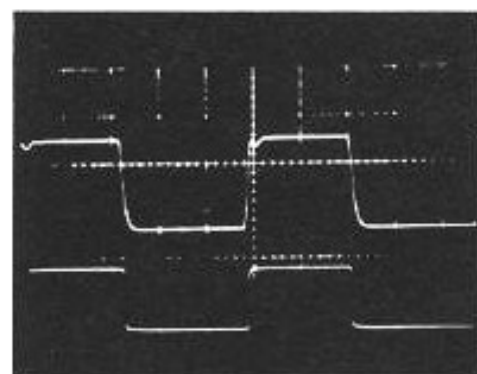


Fig. 9 : Réponse en signaux carrés à 10 kHz. En haut :  $V_s = 15 V$  (10 V/C) ; en bas :  $V_e = 0,69 V$  (1 V/C).

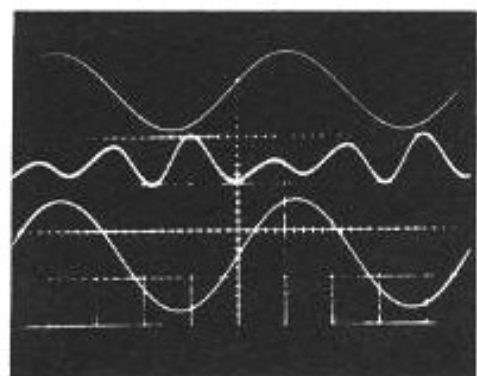


Fig. 10 : Distorsion. En haut :  $V_s = 8,224 V$  (10 V/C) ; au milieu :  $d = 31,05 mV$  (0,1 V/C) ; en bas :  $V_e = 0,565 V$  (1 V/C) ;  $f = 1 kHz$ .

Au cours de ces essais, nous avons été amenés à diminuer la contre-réaction en portant la résistance de C.R. à  $2 \times 220 k\Omega$  au lieu de  $220 k\Omega$  seulement.

Par ailleurs, il s'est avéré assez rapidement que l'on avait intérêt à installer en série sur le réseau de C.R. une capacité d'isolement de  $1 \mu F$ , le transformateur de sortie n'éliminant pas complète-

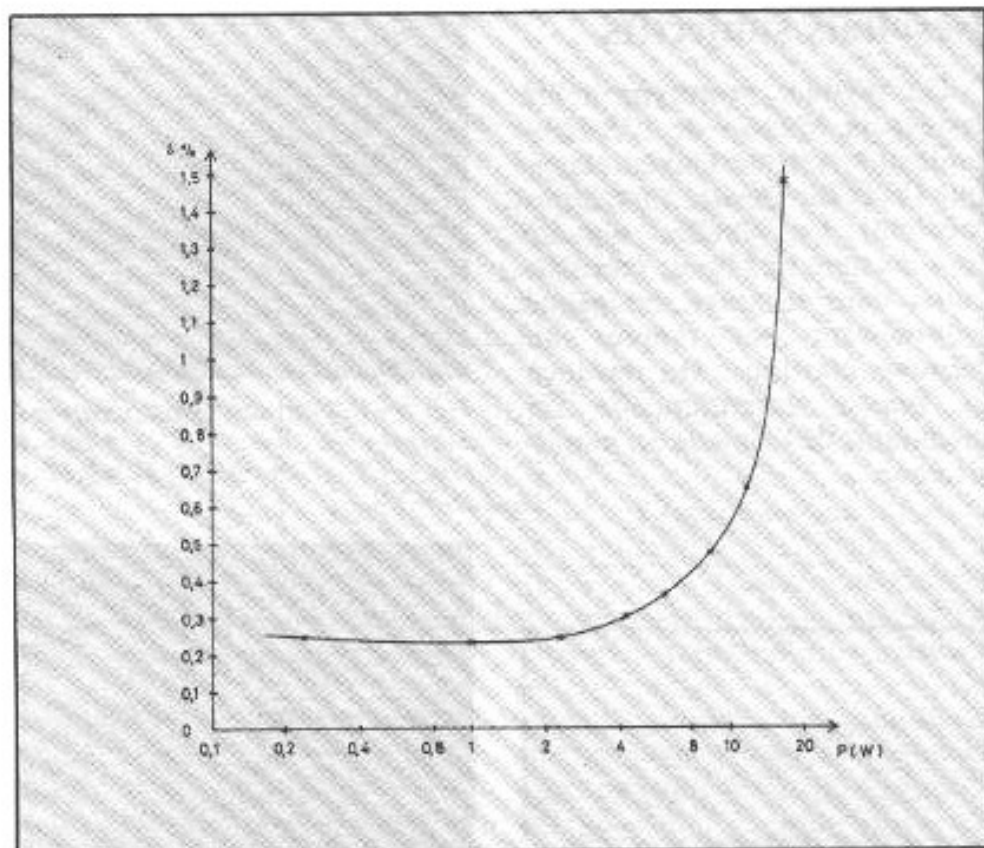


Fig. 11 : Evolution de la distorsion à 1 kHz en fonction de la puissance.

ment les dérives thermiques TBF...

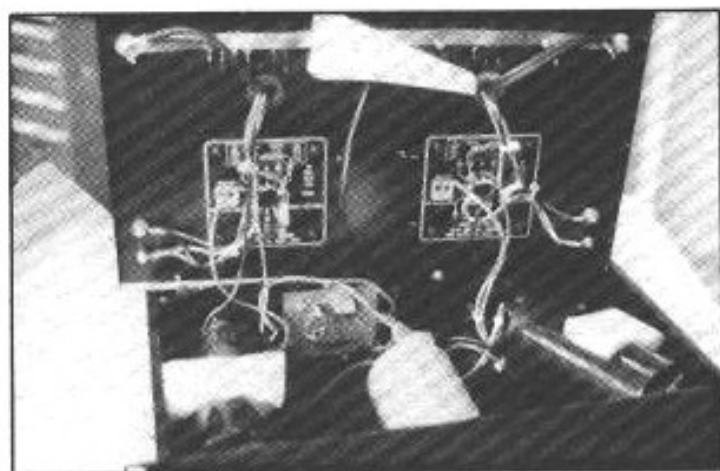
Une deuxième série d'essais a été effectuée dans ces conditions aux Editions Fréquences, sur leur système de référence.

### Détails de construction

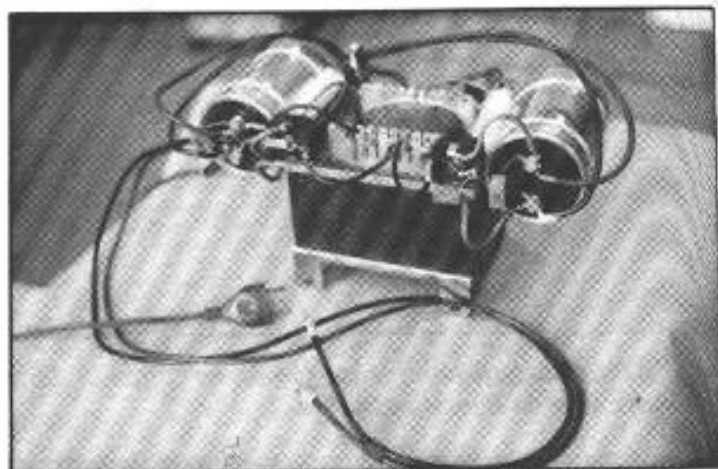
Les figures suivantes indiquent le mode de réalisation adopté pour le prototype définitif. La partie pré-régulation de l'alimentation, constitué du transformateur, du pont de redressement et de la capacité de filtrage, est installée à 1 m environ de l'ampli proprement dit auquel elle est reliée par du câble de 6 mm<sup>2</sup> cuivre, ce qui élimine tout risque de ronflement induit par le transformateur.

Le réglage de l'appareil une fois terminé et vérifié est des plus simples, puisqu'il se limite aux points suivants :

- vérification de la tension d'alimentation, voisine de 40 V ;



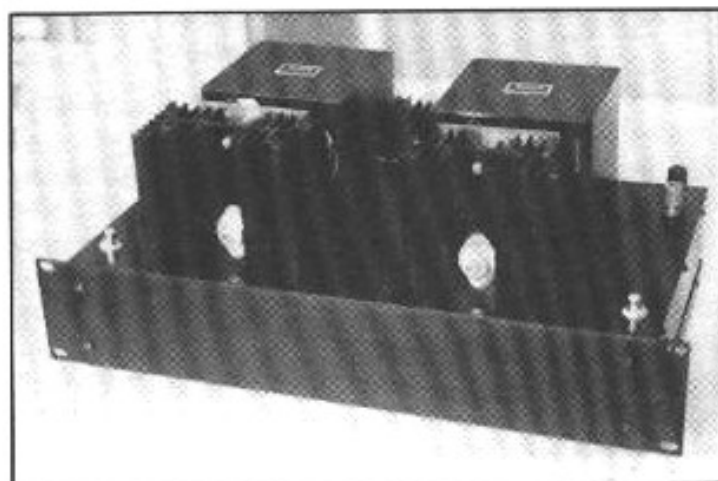
Câblage interne.



Alimentation.



Vue de dos.



Vue d'ensemble.

• réglage du courant de repos à 0,8 A par mesure de la tension aux bornes de la résistance de 0,1  $\Omega$  de source du Mosfet.

## Conclusion

Le Super Némésis constitue une nette amélioration par rapport au Némésis classique sur le plan de la puissance et de la bande passante. Son schéma très simple, qui s'apparente à celui du 300 B dont il constitue en quelque sorte une version transistorisée, autorise un montage en kit sans problèmes avec des résultats auditifs hautement satisfaisants.

Dans un prochain article, nous étudierons une variante de ce schéma utilisant un transformateur de sortie sans entrefer utilisant un enroulement de compensation du courant continu, destiné à étendre la réponse aux très basses fréquences.

## Bibliographie

- [1] **Jean Hiraga** : « L'amplificateur 300 B. Améliorations et modifications du circuits ». *L'Audiophile* n° 10, mai 1979.
- [2] **Héphaïstos, Pierre Johannet** : « La mort du tube ! A la poursuite du 300 B (suite) ». *L'Audiophile* n° 18, déc. 1981.
- [3] **Pierre Johannet** : « Un amplificateur à Symétrie Totale ». *L'Audiophile* n° 19, février 1992.

## L'écoute

**Jean Hiraga**

Il est assez paradoxal de s'apercevoir qu'il a fallu attendre la disparition presque totale des tubes triodes à chauffage direct pour mettre enfin en valeur leurs qualités de restitution sonore et musicale tout à fait surprenantes. A cette occasion, on a pu assister à un retour en force des étages de sortie monolampe, nécessitant la mise au point de transformateurs de sortie très performants sur des critères tels que la linéarité de

réponse en puissance dans le bas du spectre. Le Némésis reprend sous forme transistorisée le même type de montage mais avec un souci de simplification poussé à l'extrême, ce qui en fait un amplificateur mon transistor. C'est, en quelque sorte, une utilisation optimale du transistor MOSFET 2SK135. S'il est difficile de faire plus simple, il est toujours possible de faire mieux. En remplaçant notamment le transistor 2SK135 par une version beaucoup plus rare, mais très performante comme le 2SK299 (Hitachi,  $V_{GDS}$  450 V,  $I_D$  8 A), ou bien en ajoutant un étage d'entrée et des alimentations stabilisées. Sur sa version « Super Némésis », Pierre Johannet a trouvé un excellent compromis. Il a su préserver l'identité sonore du montage d'origine et lui ajouter, sans produire pour autant de nouveaux types de défauts, des qualités nouvelles. L'équilibre tonal du Némésis tendait à favoriser légèrement le haut du spectre, ce, en raison d'une petite atténuation de niveau apparaissant au-dessus de 100 Hz environ. Sur le « Super Némésis », l'ensemble des modifications apportées assure cette fois une très bonne assise des sons graves, une absence de flou, de léger flottement dans ce registre, en majeure partie grâce à la contribution des alimentations stabilisées. Ce style d'écoute est aux antipodes de ce que nous offrent habituellement les électroniques transistorisées. Beaucoup d'ampleur, de sensation d'espace, d'aisance dans la transcription de n'importe quel genre de forme sonore ou musicale semblent rappeler, quelque part, des moments d'écoute mémorables en compagnie d'électroniques à tubes réputées. Une sensation de puissance, de capacité dynamique poussées se dégagent des résultats d'écoute avec, pour conséquence, une grande intelligibilité sur les mes-

sages complexes. L'aigu, l'extrême-aigu fusionnent avec les autres registres sans s'en détacher. Ce qui contribue, de ce fait, à rendre les sources bien ponctuelles et les timbres justes. L'ensemble de ces performances en fait effectivement un rival des réalisations à tubes du même ordre de puissance, ceci même si les montages mon triodes 300 B et autres sont et resteront encore « autre chose » sur le plan de l'écoute. A ce titre, un point fort du Super Némésis est sa puissance de sortie : elle est près de trois fois supérieure à celle de la moyenne des montages mon triodes. Cela s'entend.

**Patrick Vercher**

Le Super-Némésis proposé par Pierre Johannet nous a séduits d'emblée par ses qualités d'écoute hautement musicales, extrêmement proches de ce que l'on peut apprécier à partir de montages à tubes sans contre-réaction mais avec beaucoup plus de précision dans le grave et de netteté dans le bas-médium. Pourtant nous nous méfions de certaines chaleurs artificielles des transistors MOSFET dans le grave, or, avec ce montage fort simple mais poussé à la perfection, on retrouve des attaques franches et vigoureuses au-dessous de 200 Hz, cela avec des haut-parleurs à haut rendement. La capacité dynamique sur les petits signaux entre 100 Hz et 1 kHz fait ressurgir un nombre incroyable de détails qui facilitent l'intégration de l'ensemble du message musical avec le lieu de la prise de son. Cette cohérence sonore, extrêmement rare à trouver avec des électroniques courantes apporte un sentiment de réalisme évident que seuls certains montages triodes sont capables de faire passer. On ne peut que saluer cette réalisation hors pair ainsi que la démarche obstinée de M. Johannet qui a eu raison de persister dans cette voie.



**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**

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**



**Page non  
disponible**

# POINT DE VUE

## DISQUES NIMBUS, le temps retrouvé

*Florian et Maxime Louineau*



*l'aube de ce siècle, combien d'artistes de talent ont vu leurs prestations immortalisées dans le sillon d'un 78 tours ?*

*Certains de ces disques, très recherchés et quasiment introuvables en parfaite condition, représentent pour l'amateur éclairé d'ineestimables trésors.*

*Seul ennemi de ces témoignages du passé : l'avenir...*

*La firme anglaise Nimbus Records, connue pour la qualité de ses enregistrements, a mis au point un procédé original de transfert acoustique pour sauver ces merveilles.*

*Soucieux de mettre au service de l'art une technologie d'avant-garde, les gens de Nimbus se sont attachés au report et à la réédition d'œuvres historiques sur un support dont la pérennité est maintenant acquise, ceci dans le respect de leurs sonorités d'origine...*

### **Le transfert acoustique**

Rééditer des enregistrements anciens n'est pas sans poser de sérieux problèmes. L'enregistrement sonore est une technique relativement jeune et, dans cette ère qui débuta il y a environ un siècle, la période des années 20 s'assimile tout à fait à la préhis-

toire. Ainsi, les supports utilisés en ces temps reculés (rouleaux de cire, 78 tours), recèlent parfois des trésors de sensibilité artistique, mais s'apparentent d'un point de vue technique à des reliques dont l'utilisation pour l'éditeur comme pour le mélomane peut s'avérer délicate.

La réédition de ces documents sonores se heurte aux problèmes

suivants : mauvais état du support, lecture de ce support (opération cruelle susceptible de contribuer à sa dégradation) et enfin traitement des informations obtenues après enregistrement sur bande magnétique.

Ce type d'opération est, si l'on y regarde de plus près, fort paradoxal : afin d'obtenir un signal sur lequel il puisse travailler, le

technicien effectue un premier transfert du disque (lecture électrique) à la bande magnétique. Mais, ce faisant, il ne sépare pas le bon grain de l'ivraie ; ce n'est qu'après enregistrement qu'il s'efforcera d'éliminer les informations parasites entachant le contenu musical du support ancien.

Ce paradoxe, la firme Nimbus Records a su le résoudre en mettant au point, pour sa collection « Prima Voce », une méthode originale et performante. L'idée de base, d'une simplicité lumineuse, consiste à effectuer le transfert du support gravé vers la bande magnétique en repassant par une étape acoustique. Le disque est lu, non pas sur une platine moderne mais sur un appareil d'époque fonctionnant de manière acoustique (phonogra-

phe à pavillon). C'est à partir de cette lecture — véritable concert a posteriori — qu'est réalisée une prise de son. La lecture du 78 tours est assimilée à un événement sonore et traitée comme telle : le son est capté par des microphones dans une acoustique donnée.

Fort simple en apparence, ce procédé est plus complexe qu'il n'y paraît. En effet simplicité rime ici avec exigence. Ainsi les 78 tours utilisés doivent être dans un état de conservation irréprochable, sous peine de perdre tous les bénéfices de la lecture acoustique (nous y reviendrons plus loin).

De même, le choix de l'appareil de lecture est primordial. Nimbus utilise un énorme gramophone «EMG Expert Horn» — datant de 1935 — équipé

d'une pointe de lecture taillée dans le bambou ! Il est clair qu'en lecture acoustique, les matériaux choisis font l'objet d'une sélection rigoureuse. Dans le même ordre d'idée, la firme Nimbus a dû concevoir des pavillons spécifiques adaptés à différents types de modulation. Ainsi pour le transfert de genres musicaux tels que l'opéra ou la symphonie (grandes masses orchestrales), Nimbus utilise un immense pavillon d'amplification acoustique réalisé en papier mâché. Le mariage d'une technologie quasi centenaire aux procédés actuels les plus sophistiqués peut prêter à sourire mais, en pratique, une telle méthode possède des avantages bien réels.

Lu sur un gramophone acoustique, un 78 tours enregistré acoustiquement aura tendance à

Nimbus Records

Performance





rendre un son plus doux, plus ouvert. De même, ce type de lecture — lorsque bien mis en œuvre — « laisse de côté » des bruits parasites normalement captés par une cellule électrique. On obtient en fait un effet de filtrage naturel dont bénéficie grandement la qualité sonore. De plus, le procédé Nimbus est le seul qui permette véritablement de refaire une prise de son : à savoir d'intégrer au signal reproduit une acoustique donnée (une atmosphère de concert ?), celle de la salle de prise de son. Ainsi la salle utilisée par Nimbus n'est pas une pièce sourde mais offre au contraire une réverbération naturelle qui, convenablement dosée (rapport son direct/son réfléchi) participe beaucoup au résultat final.

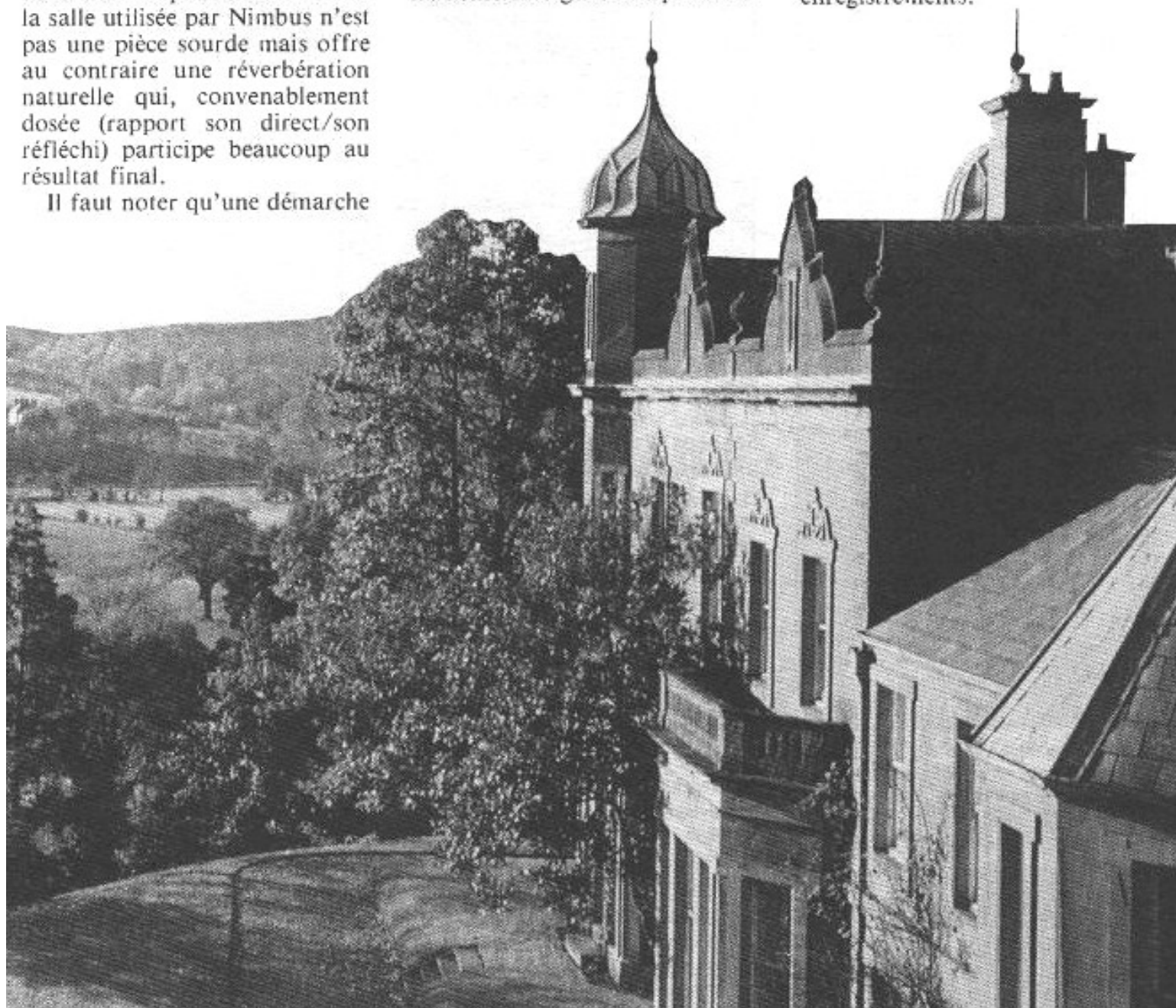
Il faut noter qu'une démarche

similaire (en anglais « Original Equipment Theory ») fut suivie il y a quelques années par la firme Columbia pour son label Odyssey et abandonnée en raison du peu de succès de l'expérience. La réussite de Nimbus, là où d'autres ont échoué, tient à la maîtrise de nombreux paramètres : entraînement électrique du phonographe, utilisation d'aiguilles sur mesure et de pavillons appropriés au genre musical à restituer. Mais aussi, traitement informatique des enregistrements corrigeant les plus sub-

tiles variations de tempo fréquentes avec les supports, anciens et enfin, utilisation d'un système de prise de son particulier, le système Ambisonic, sur lequel il convient de donner quelques précisions.

### **Le procédé Ambisonic**

Développé par BTG (British Technology Group) dans les années 70, le système de prise de son Ambisonic n'a pas manqué d'éveiller l'intérêt de Nimbus qui l'utilise depuis pour tous ses enregistrements.



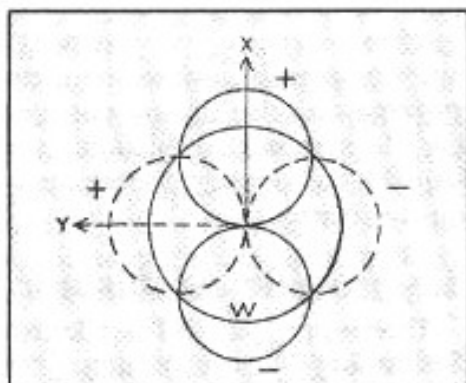
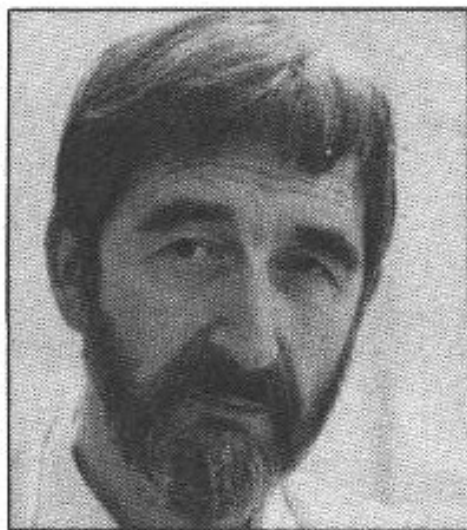


Fig. 1 : Diagrammes de directivité des microphones Ambisonic. X : direction avant-arrière ; Y : direction gauche-droite ; W : omnidirectionnel.

Ce procédé ingénieux met à profit les caractéristiques de directivité de plusieurs microphones disposés de façon coïncidente pour capter le son provenant de toutes les directions (voir figure 1). Le choix des microphones et un matricage de leurs signaux de sortie permet d'extraire quatre signaux destinés à quatre diffuseurs dont le



« It has always been my belief that the practice of recording is man's closest approximation to time travel », Comte Alexander Numa Labinsky, fondateur et président de Nimbus Records.

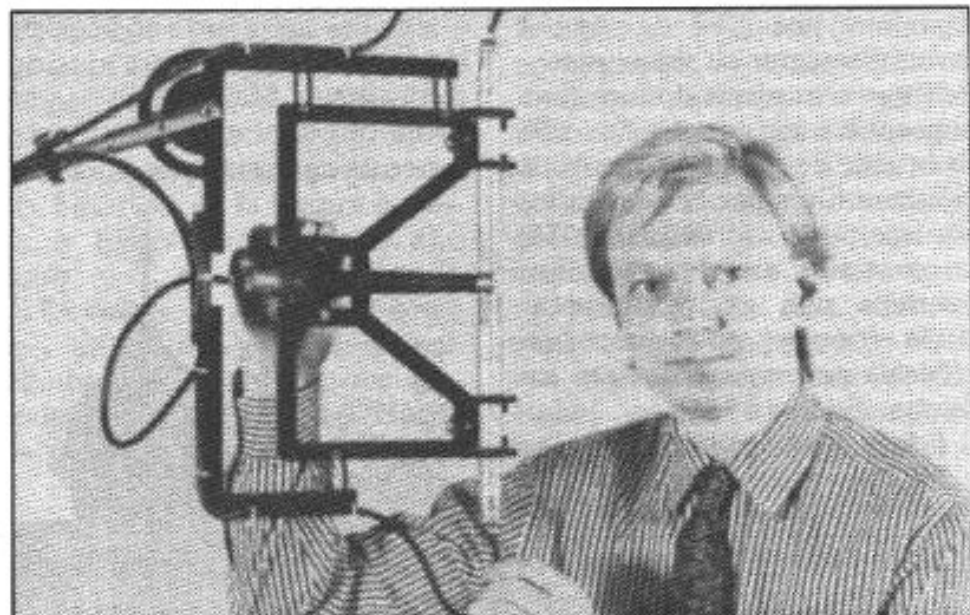
but est de reproduire la scène sonore originelle de l'enregistrement.

Les quatre haut-parleurs sont placés aux angles d'un carré ou d'un rectangle, la paire avant reproduisant la scène d'où se joue la musique, et la paire

arrière toutes les informations propres à la salle (réflexions, réverbération...) nécessaires à la reproduction réaliste d'un événement sonore.

Nimbus a mis au point son propre microphone Ambisonic constitué en fait de trois microphones (voir photo) : deux

comme en monophonie, le microphone complexe (plusieurs capsules coïncidentes) et le matricage spécifique lié à ce procédé permettent en général d'obtenir une image stéréophonique plus large qu'avec les techniques traditionnelles d'enregistrement. En revanche, pour



Adrian Farmer, directeur musical, présente le microphone Ambisonic Nimbus.

Schoeps dont les capsules ont une directivité en figure de huit et un microphone B&K omnidirectionnel. On obtient ainsi respectivement trois signaux : le premier représentatif du champ sonore latéral, le deuxième représentatif du champ sonore dans sa profondeur (avant/arrière), le dernier étant porteur des informations en provenance de toutes les directions. Ces signaux enregistrés sont ensuite matricés dans un boîtier d'encodage conçu par le Dr Jonathan Halliday, directeur de recherche de Nimbus, ce qui permet d'obtenir un signal composite encodé sur deux canaux compatibles avec la stéréophonie (voir fig. 2). Ce signal stéréophonique est celui utilisé comme signal master pour la fabrication des CD. L'écoute d'un CD enregistré par le procédé Ambisonic est bien sûr possible en stéréophonie

bénéficier de l'avantage majeur du procédé Ambisonic qui, rappelons-le, est de restituer une scène sonore tridimensionnelle à travers quatre enceintes acoustiques (voir figure 2), il faut décoder le signal stéréophonique par le biais d'une matrice ad hoc afin d'extraire les signaux destinés à ces quatre canaux. Il est à noter que le microphone complexe utilisé par Nimbus ne fait pas appel à une capsule chargée de capter le champ sonore de bas en haut.

## Et la musique ?

Le riche catalogue Prima Voce (près de 30 références pour l'instant) devrait combler le mélomane et permettre au curieux de se faire une idée. Les enregistrements acoustiques sont restitués avec un réalisme confondant que l'on n'attendait guère de la part de supports si anciens ; certains

**Page non  
disponible**

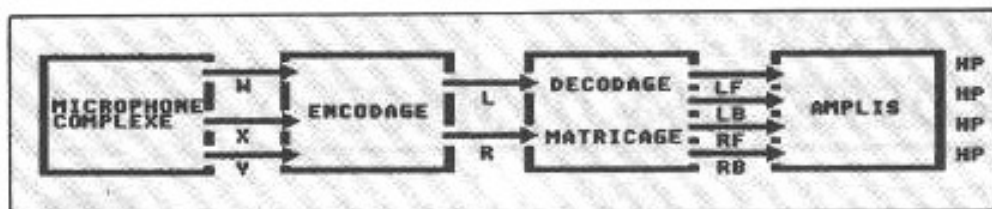


Fig. 2 : Synoptique du procédé de prise de son Ambisonic.

remontent à 1903 ! Les voix, en particulier, possèdent une émouvante présence physique. Entendre ainsi, par exemple, Martinielli au début de sa carrière (NI 7804 et NI 7826) relève presque du miracle... De même pour Caruso (NI 7809), incroyable de fraîcheur dans une « Tarantella Napolitana » à l'âge insoupçonnable ou bien, dans un autre registre, chantant un air de Haendel (« Ombra mai fu ») dont l'intensité dramatique nous parvient libérée des outrages du temps.

Ainsi le comte Labinsky et son équipe ressuscitent-ils dans leur château victorien les plus belles voix qui captivaient l'auditoire au début du siècle...

## Bref historique d'une firme tournée vers l'avenir

1976 - Nimbus achète Wyastone Leys, Monmouth

1977 - Début de la production de disques.

1982 - Nimbus signe un accord avec Philips en vue de fabriquer ses propres CD.

1983 - Nimbus construit son système de mastering en seulement 8 mois et ceci pour un coût inférieur à celui des systèmes présents sur le marché.

1984 - Production du premier CD, deux ans avant la concurrence.

1985 - Nimbus décide d'éditer les disques de son catalogue uniquement sur CD.

1986 - Ouverture d'une aire de production à Cwmbran.

1987 - Le Queen's Award for

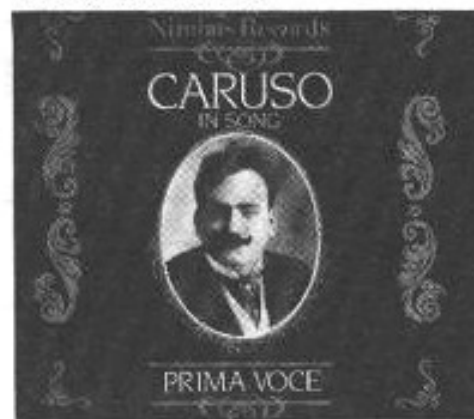
Technological Achievement couronne la politique de recherche de Nimbus.

1987 - Ouverture d'une aire de production en Virginie.

1988 - Nimbus crée un département dédié au CD ROM.

1989 - Nimbus presse son premier CD « quadruple densité » et, d'autre part, sa division CD ROM met au point un disque d'une capacité supérieure à 9 heures et demie grâce aux techniques de compression de données.

1990 - Nimbus achète les droits du procédé Ambisonic afin d'en commencer l'exploitation commerciale.



COLLECTION PRIMA VOCE

## Remerciements

Geraldine Price, Nimbus Records Limited, Wyastone leys, Monmouth, NP5 35R Great-Britain, distribué en France par WMD.

Michael Williams, AES France.

Les lecteurs intéressés par le procédé Ambisonic pourront consulter l'article « Ambisonics - An Overview », par Roger K. Furness, the proceeding of the AES 8th international conference, 3-6 mai, 1990.