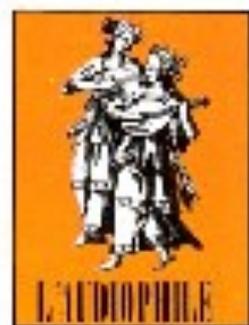


N°1 Nouvelle Série
12^e Année

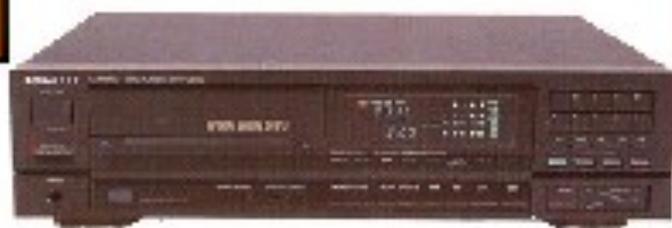
L'AUDIOPHILE

Haute fidélité plus!

L'accessoire qui change tout:
transformateur Marantz OLT-1



Les muses d'or
à
KENWOOD



Pour le CD KENWOOD DP 1100 SG

ACOUSTIQUE:

*Le concert et son double...
ou la psychoacoustique*

NOUVELLES TECHNOLOGIES:

les alimentations à résonances,
vous connaissez ?

Le musée
imaginaire:

dans ce numéro
le Marantz 8B



*Quoi de neuf, par
Jean Heraga*

**UNE REALISATION
PERSONNELLE**

50 W + 50 W classe A



*Les créations musicales
par Francis Albou*

**Page non
disponible**

LE COMPACT. DIS

*Choi de neuf ?
par
Jean Hiraga*



SC EN QUESTION



D

*u noir de fumée à la feuille d'étain,
de la cire au celluloïd,
de la bakélite à la résine de shellac,
de l'acétate de vinyle
au polycarbonate,
le son enregistré a voyagé
à travers différents supports
pour devenir
aujourd'hui
le compact disc à codage audio numérique.
Dès les premières phrases enregistrées,
« Bonjour Papa »
et « Mary had a little lamb »,
celles qui étaient si difficilement audibles
tant elles étaient entachées de bruits parasites
on est passé après une centaine d'années d'efforts
à 74 minutes d'enregistrement méritant pleinement
le label haute fidélité.*

Le compact disc est sans contestation possible, une des grandes révolutions technologiques du 20ème siècle en matière de reproduction sonore. Ce petit disque de 12 cm de diamètre, de 1,2 mm d'épaisseur et pesant seulement 1,5 g contient à lui seul plus de 5 milliards de bits consacrés à l'information audio stéréophonique en quantification 16 bits avec échantillonnage à 44,1 kHz. A ces 5 milliards de bits, il faut en ajouter 10 autres milliards destinés aux corrections d'erreurs, à la synchronisation et aux divers repérages.

Si le disque mesure 120 mm de diamètre, la surface gravée ne correspond pas à sa surface totale, soit 11 309 mm². Il faut déjà retirer la surface du trou central de 15 mm de diamètre, ce qui réduit la surface utile à 11 133 mm². A cela, il faut encore retirer les plages vierges de protection extérieure et intérieure, la vraie surface utile étant comprise entre les diamètres de 46 mm et 117 mm, soit une plage utile de 35,5 mm seulement, ce qui correspond à 9 089 mm². C'est très peu en comparaison avec celle d'un disque microsillon

de 30 cm dont la surface utile se situe aux alentours de 50 000 mm².

Si le codage numérique est basé sur le principe du tout ou rien, la combinaison des bits est telle qu'il ne faut pas s'attendre à un sillon gravé composé de cuvettes de forme allongée de mêmes dimensions espacées par des zones vierges. La combinaison binaire utilisée produit une succession de cuvettes et d'espaces vierges de différentes longueurs. Les cuvettes, d'une largeur constante de 0,5 µm et d'une profondeur de 0,1 µm,

peuvent avoir 9 longueurs différentes comprises entre $0,83 \mu\text{m}$ et $3,56 \mu\text{m}$. Il en est de même pour les espaces vierges situés entre les cuvettes.

Du tout ou rien que l'on aurait pu supposer, le système de lecture doit en réalité être capable de différencier 18 sortes de signaux (ou de « blancs ») différents. A priori, cela ne semble pas très difficile. Il faut cependant savoir qu'un sillon de $0,5 \mu\text{m}$ de largeur, ce n'est vraiment pas grand chose, quelque chose qui, faute de rester totalement invisible à l'œil nu produit par diffraction avec la lumière les magnifiques reflets aux couleurs arc-en-ciel.

Sur la plage utile du disque s'enroulent en spirale, à partir du centre (début de l'enregistrement) les sillons espacés au pas constant de $1,6 \mu\text{m}$. Du début jusqu'à la fin de l'enregistrement, le disque devra effectuer un peu plus de 20 000 révolutions, la longueur totale du sillon se situant aux alentours de 5 300 m. La vitesse de rotation varie en fonction du rayon de la spire lue. Plus rapide près du centre que vers l'extérieur, la vitesse linéaire est de 1,4 m/s,

soit environ 4,5 à 5 km/h. En fait, le servo mécanisme du lecteur assiste en permanence la vitesse de façon à ce qu'il soit obtenu un débit numérique correspondant à la fréquence de 4,32180 MHz.

En nous imaginant comme étant de la largeur d'un sillon, c'est-à-dire 1 million de fois plus petits, nous verrions le sillon défilé à raison de 5 millions de km/h, ce qui n'est pas rien si l'on pense qu'il faudrait pouvoir distinguer sans erreur une succession de près de 500 000 cuvettes/seconde. C'est là ce que l'on peut vraiment appeler de l'enregistrement à haute densité.

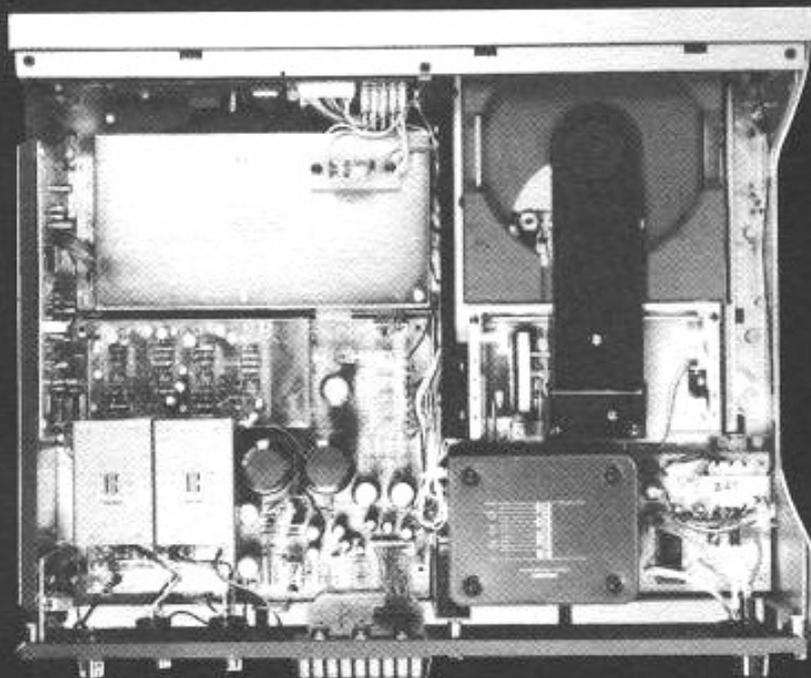
Un codage aussi microscopique ne pourrait être fiable qu'en étant convenablement protégé. Le support principal du compact disc est en polycarbonate, matériau transparent relativement dur, utilisé le plus souvent pour les condensateurs en raison de ses excellentes propriétés diélectriques. Son épaisseur totale est de 1,2 mm. Vu en coupe, le disque se subdivise en 4 parties : sérigraphie supérieure (côté étiquette) d'épaisseur $5 \mu\text{m}$ environ, vernis de protection de 10 à $30 \mu\text{m}$ d'épaisseur, surface

métallisée (informations gravées) en aluminium, en or ou en argent d'épaisseur comprise entre $0,05 \mu\text{m}$ et $0,1 \mu\text{m}$. Vient enfin la couche restante, en polycarbonate, de surface presque aussi plane que celle d'un miroir.

Le rayon laser produit un faisceau de l'ordre de 0,8 mm de diamètre à la surface disque. Ce faisceau se focalise progressivement pour atteindre un diamètre de l'ordre de $1,8 \mu\text{m}$ au niveau de la couche métallisée, soit un peu plus que l'espace entre deux sillons. Les parties non gravées du sillon sont fortement réfléchissantes, car parfaitement polies avant métallisation. L'indice de réfraction du polycarbonate étant de 1,5 à 1,55 (il est de 1 pour l'air) on peut considérer que 90 % de la lumière émise par le rayon laser est reçue par le capteur. La théorie voudrait qu'au niveau des parties gravées, des cuvettes, le pourcentage de lumière réfléchi soit de 0 % et de 100 % pour les parties planes et réfléchissantes. En pratique et selon Ken C. Pohlmann (son article suivi d'un dictionnaire du CD, publié dans la revue de l'AES d'Avril 1988 est une sérieuse référence), on passerait de 90 % à 67,5 %, ce qui s'éloigne notablement du « tout ou rien » supposé. Bien entendu, l'optimisation des réglages des plages de sensibilité du système de commutation doit malgré tout assurer une lecture fidèle.

Toujours d'après Ken C. Pohlmann (son article s'inspire de très nombreuses références), le nombre d'erreurs de lecture (avant correction par système codé CIRC) ne serait que de 0,1 à 1 erreur par million de bits, soit de 0,4 à 4 erreurs au cours d'une seconde de lecture. Le correcteur peut de son côté faire disparaître plus de 200 erreurs par seconde, les corrections comprenant également les informations autres que celles du signal audio.

Récemment, on a pu voir sur



Exemple d'un lecteur CD très sophistiqué (Micro Seiki CDM 100).

le marché l'introduction de disques CD dorés, versions dites de luxe pour lesquelles les éditeurs de disques revendiquent des qualités sonores supérieures à celles des disques CD courants. Si est vrai que ces disques CD dorés étaient à l'origine réservés aux applications en CD-ROM, s'il est vrai également que l'on constate à l'écoute une nette amélioration, ceci pourrait paraître absurde, un trou étant un trou, que le support soit métallisé or, aluminium ou argent.

Plusieurs choses cependant sont vérifiables et sont à l'avantage de l'or. L'or peut tout d'abord se déposer sous vide pour former une métallisation très uniforme et surtout très fine. Un disque CD normal éclairé dorsalement est pratiquement opaque au niveau de sa couche métallisée. Ce n'est pas le cas du disque CD doré, celui-ci laissant passer la lumière qui prend une teinte bleutée.

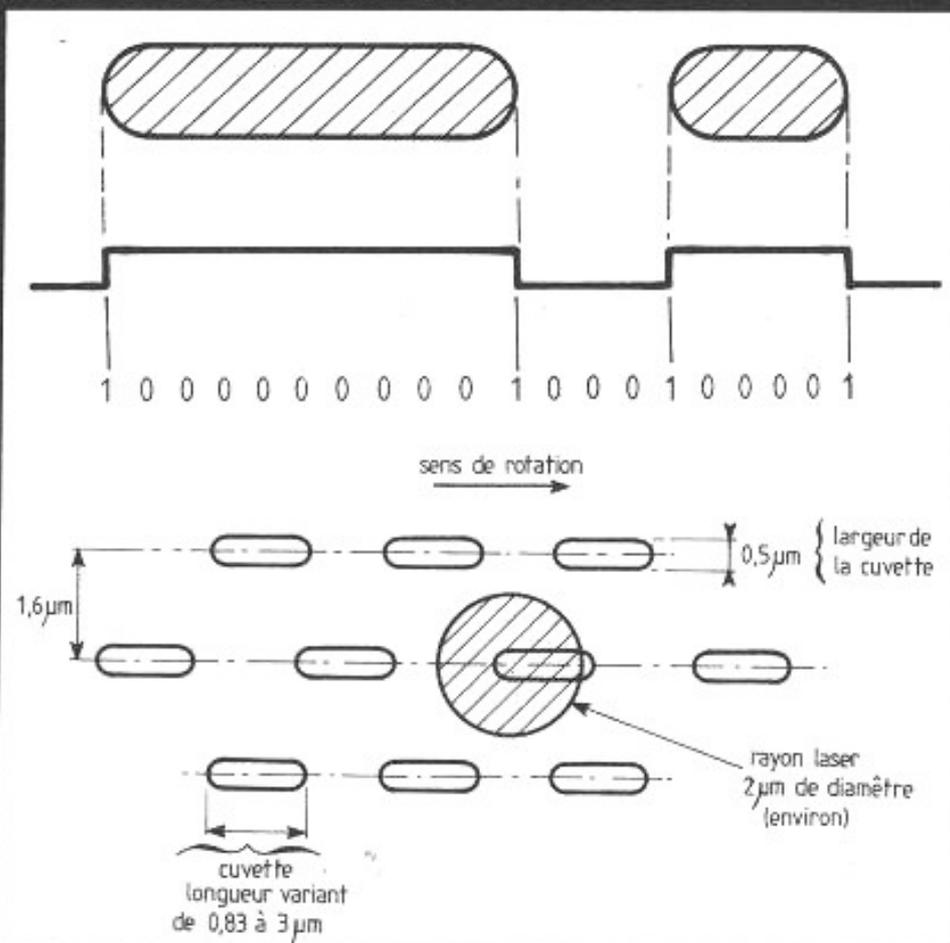
Lors de la fabrication en série du disque CD l'estampage étant suivi de l'opération de métallisation sous vide ou en zone blanche, il est souhaitable d'obtenir une métallisation aussi homogène et aussi fine que possible afin de s'approcher au plus près de la gravure d'origine. C'est pourquoi la métallisation dorée a toutes les chances d'être supérieure à la métallisation d'aluminium.

Vu au microscope, les successions de cuvettes formant les informations codées n'ont pas une forme aux bords d'une netteté absolue. Les bords de cuvettes sont d'autre part très évasés et non abrupts. Il faut ensuite ajouter le fait certain que la réflexion du rayon laser est permanente, qu'elle ne passe pas du « tout ou rien » mais seulement du « clair au assez clair ».

Mais ce n'est pas tout. Les petites rayures à la surface du disque n'entravent pas la lecture jusqu'à une largeur de 0,5 mm,

mais peuvent néanmoins donner au spot (au niveau de la couche métallisée) des bords plus flous ou instables. N'oublions pas que le diamètre du spot peut, selon l'appareil et le réglage, varier entre 1,6 et 2 μm et que la cuvette la plus courte mesure 0,833 μm de long. Le centrage du disque n'étant pas parfait (la précision de celui-ci est de l'ordre de 3 sillons, soit 5 μm

rien changer dans la lecture des données. Selon les appareils, différents systèmes comportant un ou trois faisceaux existent pour « rattraper » les erreurs de focalisation, de suivi de piste et de lecture des informations numériques. Il est un fait certain que, si ces systèmes fonctionnaient à la perfection, on ne pourrait discerner à l'écoute un lecteur CD d'un autre.



Représentation des informations numériques et de la lecture par rayon laser. Les données numériques sont représentées par les transitions entre les trous et les zones réfléchissantes.

environ), une lecture hors de l'axe d'une cuvette peut en raccourcir sa longueur, les bords de la cuvette étant arrondis.

En effet, les données numériques ne sont pas représentées par les cuvettes prises isolément mais par les transitions entre les débuts et les fins des cuvettes (ou les débuts et les fins des zones planes et réfléchissantes). Ceci signifie qu'en théorie, le fait de remplacer les cuvettes par des zones planes et vice-versa ne doit

Les écarts subjectifs concernant entre autres les attaques, le filé des notes, la discrimination entre les sons directs et les sons réfléchis dépassent parfois largement le « tout juste audible » et sont donc trop importants pour que l'on puisse croire à une erreur de 1 pour 1 million de bits, ceci avant correction.

Le phénomène de « jitter » (petites instabilités) au niveau des circuits reliés à l'horloge semble être en partie responsable

d'un phénomène d'épaississement des signaux et de perte des informations de faible amplitude. Un des gros problèmes est le prix de revient du lecteur CD, sa compacité, l'obligation d'avoir recours à un câblage classique sur circuit imprimé simple ou double face. Certains composants qui devraient être espacés tout au plus de quelques millimètres le sont parfois de 10 à 15 cm et reliés par des pistes dont la largeur infime introduit inévitablement des phénomènes parasites de tout ordre : interférences, capacités, résistances et inductance parasite, différence de potentiel. D'où la difficulté extrême de la mise au point finale du circuit imprimé. Quant aux nombreux petits condensateurs de découplage disposés sur le circuit d'alimentation près de chaque circuit intégré, ceux-ci ne font que filtrer une partie de ces parasites.

Le type de parasite le plus courant est celui qui provient de l'horloge. Il est détectable un peu partout : ligne de masse, alimentations et même au sein d'une section numérique isolée de la section analogique par photocoupleurs ou par fibre optique. C'est pourquoi les plus récents lecteurs CD ont introduit le nouveau système à horloge centrale reliée en étoile aux circuits concernés et disposée sur le circuit imprimé de façon à éviter le phénomène de « jitter ». C'est le cas notamment des lecteurs CD Kenwood DP 1100 SG et Sony CDP-R1/DAS-R1 sur lesquels cette amélioration est non seulement mesurable mais audible, ce qui n'est pas de la moindre importance.

Les disques CD sont percés au centre avec une très bonne précision et le système de centrage, souvent légèrement conique, évite tout risque de décentrage. Le pourtour du disque n'est par contre pas toujours découpé avec une aussi bonne précision.

Sur des lecteurs équipés d'une platine mécanique « trop bien suspendue » (suspension très souple et peu amortie), il peut se produire dans ce cas un phénomène de vibration latérale dû à un déséquilibre dynamique du disque. Sur les bonnes tables de lecture analogique, le plateau était toujours équilibré dynamiquement. Sur le lecteur CD, le problème est plus grave car il s'agit de lecture d'informations micrométriques à haute densité, sans plateau régulateur et sous une vitesse de rotation beaucoup plus grande.

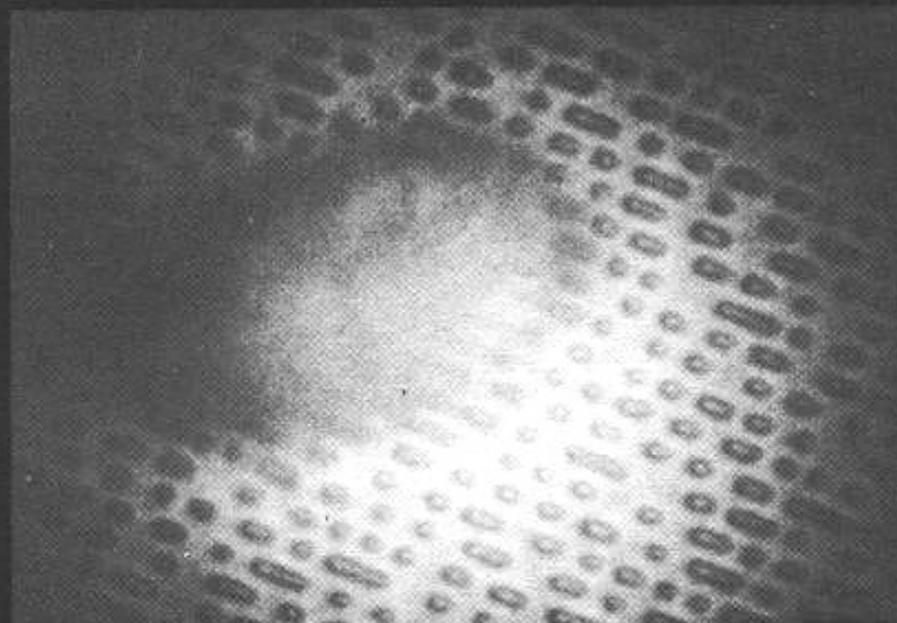
Si, d'un côté, les accessoires tels que les couronnes ou les films auto-collants dits « stabilisateurs » peuvent être bénéfiques vis-à-vis de certains paramètres mécaniques (augmentation de l'effet régulateur par exemple), le plus petit décentrage peut produire des vibrations de la platine suspendue et augmenter ainsi le nombre d'erreurs de lecture. La même remarque pourrait être appliquée aux palets presseurs pour disques CD. Le centrage et l'équilibrage dynamique de ceux-ci ne sont pas toujours parfaits. Lorsque

l'axe du lecteur est de profil conique, seul le disque CD sera centré, le palet presseur pouvant se décentrer d'une fraction de millimètre sinon plus.

Cinq à six ans après la vulgarisation du lecteur CD dont on a pu apprécier l'évolution technologique, on devait s'attendre un jour ou l'autre à la sortie de « super-disques CD ». C'est chose faite avec les disques CD dorés qui, après une timide apparition aux USA il y a un peu plus d'un an, commencent à être commercialisés un peu partout dans le monde.

Un de nos rêves serait d'avoir l'occasion de comparer subjectivement une mère originale (il faudrait pouvoir en posséder une percée à 15 mm au centre et de 12 cm de diamètre) au même disque dans sa version commerciale et de pouvoir les comparer également au microscope à balayage.

De même, il serait intéressant d'effectuer l'expérience du disque parfaitement centré et dynamiquement équilibré comparé au même disque mais « normal », ceci à l'aide d'un lecteur équipé d'un compteur d'erreurs.



Exemple de défaut constaté sur un disque CD. Une impureté dans la couche protectrice produit une opacité de 10 x 20 μm environ, masquant plusieurs dizaines de trous.



voici qui vous êtes



Le sondage publié dans le précédent numéro nous a beaucoup aidé pour définir cette nouvelle formule de l'Audiophile.

Vos nombreuses réponses, pour la plupart accompagnées de commentaires séparés, ont été riches d'enseignements.

En outre, nous avons pu mettre ces divers résultats en rapprochement avec les éléments dont nous disposions, relatifs au sondage que nous avons effectué en 1980, afin de dégager les évolutions notoires.

Nous avons noté, lors du dépouillement que dès les 200 premières réponses, les grandes tendances se dessinaient très nettement.

Les questionnaires reçus depuis, il nous en parvient encore, ne les ont pas modifiés de manière significative.

Un grand merci à Philippe Viboud qui a assuré de main de maître le dépouillement... pendant ses vacances !

Votre profil

Nous avons reçu 100 % de réponses masculines. Le score est sans appel... ce n'est malheureusement pas une réelle surprise.

La grande majorité d'entre vous se situe dans les tranches d'âges 26-35 ans (37 %) et 36-50 ans (39 %). Vous êtes 10 % à avoir moins de 25 ans, ce qui, à notre sens, est un score honorable si l'on prend en compte la diversité des loisirs électroniques (vidéo, micro...) qui n'existait pas il y a 8 ans. En outre, l'aspect pécuniaire est un frein

pour cette tranche d'âge. Enfin être audiophile sous-entend une évolution voire une maturité.

A l'inévitable question de la catégorie socio-professionnelle, la répartition est la suivante :

- Lycéen-étudiant	8,2 %
- Cadres	43,2 %
- Employés	19,2 %
- Professions libérales	17,8 %
- Enseignants	8,9 %
- Inactifs	2,7 %

Près de 38 % d'entre vous travaillent dans des domaines touchant à l'électronique. Parmi ceux-ci, outre l'« audio-visuel »,

ce sont les Télécoms et l'Aérospatiale (eh oui !) qui reviennent le plus souvent dans vos réponses.

La répartition par région donne les pourcentages suivants :

- Région parisienne	28,2 %
- Est	10,9 %
- Sud-Est	16,7 %
- Ouest	17,3 %
- Sud-Ouest	12,8 %
- Nord	2,6 %
- Etranger	11,5 %

Par rapport à 80, Paris et le Nord perdent du terrain au profit du Sud-Ouest, de l'Ouest et

de l'Étranger. Y-a-t-il un rapport avec les régions à haute technologie ?

Vous et votre passion

Nos lecteurs sont fidèles à leur passion puisque 34,7 % s'intéressent à la haute fidélité depuis plus de 20 ans... 13,9 % depuis 16-20 ans, 25 % depuis 11-15 ans, 23,6 % depuis 5-10 ans et 2,8 % depuis moins de 5 ans. Ces résultats recoupent les commentaires émis relatifs aux tranches d'âges.

La cohabitation avec la famille ne se passe pas trop mal puisque dans 58 % des cas la famille partage un peu la passion de nos lecteurs ; 15,4 % beaucoup ! A noter que dans les 26,6 % restant, on trouve la plupart des jeunes résidant chez leur parent... Est-ce la haute fidélité ou les goûts musicaux qui créent cette distorsion, il y a là une question que l'on peut se poser.

Les réponses à la neuvième question nous ont comblé, la hifi n'est pas le « sport » solitaire que beaucoup imagine. Bien au contraire puisque vous êtes 63,3 % à vous être fait des amis autour de votre passion. Plus convivial encore, 72,5 % de ces derniers se rencontrent et se réunissent pour partager leur passion !

Quelle chance ont 42,8 % d'entre vous d'avoir une pièce réservée à leur installation. Ce taux élevé nous a surpris et doit être mis en relation avec la localisation géographique, la province a décidément du bon. Avec la salle d'écoute, nous rentrons dans votre domaine « réservé »... Si 18,7 % ont le privilège de disposer d'un vaste espace de plus de 35 m², 26,4 % bénéficient d'un espace conséquent compris entre 26 et 35 m². 43,8 % écoutent dans une pièce spacieuse de 16 à 25 m² et 11,1 % vivent leur passion dans moins de 15 m². Pas de doute, la haute fidélité à haut niveau

requiert un espace en conséquence.

Les audiophiles l'ont compris, le matériel ne fait pas tout. Les 13ème et 14ème questions du sondage corroborent d'ailleurs cet aspect puisque 30,7 % d'entre vous ont réalisé un traitement acoustique. Une analyse plus fine nous révèle que ce sont ceux qui disposent de moins d'espace qui sont les plus sensibilisés par le traitement acoustique, ce qui est parfaitement logique.

Il faut préciser que 60,1 % des audiophiles n'ayant pas encore entrepris ces travaux l'ont en projet. Les 39,9 % qui ne l'envisagent pas, évoquent pour la plupart le fait qu'ils sont locataires, ce qui les freinent dans leur investissement. C'est bien compréhensible. Toujours est-il que l'audiophile en 88 a acquis une maturité certaine et que rien n'est laissé au hasard, le local en particulier, pour parvenir à la qualité ultime.

Abordons à présent l'aspect matériel de restitution. Si 72,5 % d'entre vous sont en filtrage passif, 73,3 % désirent à moyen terme passer en actif. Là aussi vos réponses sont révélatrices. D'une part sagesse : un bon système doit bien se « maîtriser » en passif avant d'envisager la multi-amplification (certains sont d'ailleurs revenus au passif après un essai en actif) et, d'autre part, un désir profond de progresser en investissant dans l'actif, pour parvenir au plus haut niveau.

Avec la 17ème question, nous voyons clairement que la plupart d'entre vous ne vivent pas leur passion en restant passifs. Parmi les réalisations personnelles, les enceintes et les amplis viennent très nettement en tête. Ce n'est pas une surprise. Certains se sont même essayés à la réalisation de lecteurs CD, de câbles...

Les problèmes rencontrés pour mener à bien vos réalisations personnelles pour 67,3 %

d'entre vous proviennent de la difficulté à trouver les matériaux et les composants. Ce n'est pas une réelle surprise. La haute fidélité, comme la cuisine, ne s'accorde pas d'ingrédients médiocres lorsque la plus haute qualité est souhaitée.

Même si les choses ont tendance à évoluer, il n'en reste pas moins vrai que pour les audiophiles de province, l'approvisionnement n'est pas aisé.

Nous trouvons ensuite dans l'ordre la non possibilité de contrôles poussés par 31,2 % (même si, comme nous le verrons, votre équipement mesure est conséquent), l'absence d'articles pratiques pour 24,3 % (nous prenons note !), l'absence de connaissances techniques pour 22,9 %, autres 9,7 % et 4,9 % n'ont pas de problèmes !

Votre équipement mesure nous a surpris puisque 81,2 % possèdent un multimètre, 55,5 % un générateur BF, 47,9 % un oscilloscope, 17,4 % ont à leur disposition des matériels plus évolués (analyseur de spectre, traceur de courbes, etc...). Vous n'êtes plus des bricoleurs...!

Abordons à présent un aspect important, votre attitude face aux nouvelles techniques, voire aux nouvelles tendances. Si vous êtes 64,8 % à posséder un lecteur CD, vous êtes pour l'instant réservés quant à l'intégration audio-vidéo qui se dessine pour les années à venir. Vous n'êtes que 9,2 % à avoir intégré votre téléviseur à votre installation (normal vu la qualité du son) et 60,3 % d'entre vous n'envisagent pas dans l'immédiat comme maillon potentiel de leur installation l'avènement du vidéo-disque et de la télévision haute définition. Nous comprenons votre position, d'autant qu'en termes qualitatifs et de programme nous sommes condamnés à attendre pour voir... et pour entendre !

Il y a toujours eu chez les

« purs » une très grande connaissance qui leur fait légitimement redouter tout « événement » nouveau. Rapellons-nous le passage de la mono à la stéréo, de l'analogique au numérique... et nous sommes persuadés que ce sont les mêmes qui mettent à un moment donné tout en œuvre pour obtenir le plus.

Vous n'êtes pas des purs et durs pour autant, votre confort vous importe pour 43,8 % qui jugeaient la télécommande intégrale de votre installation comme un confort indéniable et 5,5 % comme un plus indispensable (afin, pour certains, de pouvoir régler de leur position d'écoute leur filtre actif...).

La source sonore principale est pour vous :

- le CD	26,5 %
- le disque noir	39,5 %
- la cassette	6,3 %
- la bande	8,4 %
- le tuner	19,3 %

Pas de commentaires particuliers si ce n'est la position encore solide du disque vinyl.

Les grandes installations japonaises constituent pour la majorité d'entre vous (55,9 %) un but à atteindre. 35 % y voient un rêve inaccessible et 9,1 % une sophistication inutile. Si les modèles japonais ont été une « locomotive » pour nous lors des ces dix dernières années, nous souhaiterions avoir des modèles français ou européens de ce niveau dans les années à venir pour relever le défi...!

Si les japonais ont ouvert la voie en matière d'antiquités audio, nous avons été surpris d'apprendre que vous étiez 26,6 % à collectionner des pièces anciennes. C'est très encourageant, à défaut d'une industrie audio prospère en France (pour l'électronique surtout) une culture audio s'installe (à notre connaissance c'est une nouveauté au niveau européen).

Vous et la musique

Le troisième volet du sondage

nous intéressait particulièrement. Nous voulions savoir quel incidence avait eu la venue des CD sur votre façon de « consommer » la musique. Cependant, pas de surprise puisque 73,5 % achètent moins de cinq disques ou CD par mois, 20,4 % de 5 à 10 et 6,1 % plus de 10. Vous n'êtes pas des dévoreurs de nouveautés mais plutôt des gourmets sachant que par ailleurs vous possédez des collections conséquentes vous permettant de combler votre appétit, car, comme nous le verrons plus loin, vous écoutez beaucoup de musique.

Vos goûts sont très éclectiques puisque outre le classique (95,1 %), vous choisissez vos disques dans le domaine du jazz (59,7 %), du pop (38,2 %) et de la variété (24,3 %). Les goûts musicaux de nos lecteurs sont beaucoup plus ouverts et moins ciblés qu'il y a huit ans (où l'on notait classique 40,3 %, jazz 23,3 %, pop 18,8 % et variété 17,5 %).

L'arrivée du CD ne vous a pas incité à acheter plus de disques pour 70 % d'entre vous. Parmi les 30 % qui ont répondu par oui à cette 29ème question, il est à noter que ce sont surtout des vinyls qu'ils ont acquis craignant, à juste titre, la disparition de nombreux titres des catalogues des éditeurs.

L'inaltérabilité du CD est le critère dominant, qui vous incite pour 48,3 % à investir dans les petites galettes et non pas la qualité, essentielle pour vous tous, qui n'intervient que pour 32 % d'entre vous. (La facilité du rangement est un argument pour 9 % et 10,7 % sont motivés par d'autres raisons...?).

La question 31 semble vous avoir heurté puisque 92,7 % de nos lecteurs n'envisagent pas de revendre leurs vinyls pour acquérir des CD. Désolé. Il y a tellement de boutiques qui se sont spécialisées dans le noir d'occa-

sion que nous souhaitions savoir. Ces boutiques doivent s'intéresser aux audiophiles, ils constituent pour elles une tranche de clientèle potentielle importante !

La musique vivante vous motive puisque vous êtes près de 30 % à aller souvent au concert, 60 % y vont rarement (province ?) et seulement 10 % se satisfont de la musique que leur délivre leur cher système.

Plus de 27 % jouent d'un instrument de musique. Bravo. Le piano vient largement en tête suivi par le violon et la guitare. 22,3 % d'entre vous pratiquent la prise de son. Le score, plus élevé que nous l'attendions, traduit bien votre désir de maîtriser et de comprendre toutes les étapes de la reproduction.

Pour clore cette troisième rubrique de ce sondage, nous souhaitions savoir combien d'heures par semaine vous consacriez à l'écoute musicale. Les résultats révèlent que c'est un loisir de grande importance dans votre vie puisque 50 % écoutent de 5 à 10h par semaines et 35 % plus de 10 heures.

Vous et la revue

Vous nous êtes fidèles depuis le début pour 41,7 % d'entre vous. Un grand merci. Mais tout de même 22,9 % nous suivent depuis 5 à 8 ans, 15,3 % depuis 3-5 ans et 20,1 % depuis moins de trois ans. Qui a dit que c'était toujours les mêmes qui adhéraient à l'Audiophile ? Nous avons tous les trois ans près de 20 % de nouveaux lecteurs.

Quels sont ses meilleurs prescripteurs ? La presse pour 58 % (normal), les amis 27 % (quand même) et les revendeurs 15 % que nous remercions pour leur appui suivi depuis le début.

En 80, vous étiez 76 % à posséder une collection complète, aujourd'hui vous n'êtes plus que 40,7 %. Logique vu le nombre de numéros épuisés et aussi de

nouveaux lecteurs.

Les questions 40 et 41 révèlent votre appétit de culture technique puisque vous êtes 88,1 % à acheter des livres ayant trait à l'audio et à l'électronique, et 85,2 % à souhaiter acquérir de la « littérature » audio étrangère, que vous souhaiteriez d'ailleurs voir traduite pour certains d'entre vous. Nous prenons note.

Les résultats à la question clé relative au sommaire, notre attitude fut un essai de synthèse, nous ont largement guidé dans l'élaboration de notre nouvelle formule. Le nombre de rubriques a très largement été étoffé avec une ouverture plus grande, et de la couleur, allant des nouvelles technologies (même si elles ne sont pas encore appliquées à l'audio sont riches de solutions) à une couverture plus fouillée des réalisations industrielles de haut niveau (le

domaine numérique en particulier qui ne cesse d'apporter des perfectionnements dans le traitement du signal malgré un standard de départ peu ambitieux pour la haute qualité qui nous motive). L'aspect réalisation personnelle sera traitée de manière plus pratique pour répondre à votre attente. Vos idées et commentaires seront les bienvenus pour encore mieux vous satisfaire.

Concernant la distribution de la revue, 89 % de nos lecteurs sont satisfaits. Parmi les 11 % de mécontents, viennent dans l'ordre l'irrégularité de la parution (vous allez être comblés, nous étoffons notre équipe et revenons à la formule bimestrielle du début), le nombre de points de vente limité, les PTT et enfin le service abonnement ne font pas l'objet de critiques particulières.

Les deux avant dernières ques-

tions plébiscitent notre façon de ne retenir que le meilleur de la création musicale puisque 72 % tiennent compte de notre avis pour leurs achats de disques. 87,8 % parmi vous partagent notre appréciation quant à l'interprétation et 90,1 % au plan technique.

Le jazz, le rock et la variété font l'objet de critiques pour leur absence dans nos colonnes. Des collaborateurs de talent et audiophiles seront les bienvenus pour traiter de ces musiques que nous souhaitons aborder parce que nous aussi nous les aimons.

Enfin, notre dernière question sur notre numéro 42 « Spécial tubes », 85,1 % l'ont apprécié. Preuve s'il en est que vous n'êtes pas hostiles à un changement de ton et de style, bien au contraire. Vos désirs relatifs à un sujet thématique faisant l'objet d'un numéro spécial seront aussi les bienvenus.

Gérard Chrétien

**Page non
disponible**

Les muses d'or

octobre 1988



Christian Blérald

L

es « MUSES D'OR », label absolu de l'AUDIOPHILE
décerné à un lecteur de disques compacts!

Surprenant direz-vous, notre revue préférée aurait-elle tellement changée
en « reconnaissant » cette nouvelle technologie ?

Certains iront même jusqu'à penser « de mon temps... ».

Certes, oui l'Audiophile a en effet évolué,
mais sa philosophie première reste la même,

c'est-à-dire « l'Audiophilie » avec comme seul critère de valeur
l'approche la meilleure possible de la réalité sonore, et rien d'autre.

En fait, c'est la technologie du CD qui s'est affinée, à un tel point qu'il était difficile,
voire même impossible, d'imaginer d'aussi importants progrès
à partir d'une technique considérée alors comme quasi aboutie.

Label absolu avons-nous dit ; mais nous savons que le danger des distinctions est que vite elles
deviennent pléthores...

(nous en parlons en connaissance de cause !).

Donc, désormais, nous nous sommes déterminés à ne retenir qu'un seul produit par numéro
(donc six produits au plus seront distingués dans l'année).

Ces produits pourront être issus de la grande industrie aussi bien que de la production artisanale.
C'est un collectif de sept journalistes du groupe des Editions Fréquences qui en décidera !

au lecteur CD

KENWOOD DP-1100 SG



Dans l'Audiophile N° 26 de décembre 1982 nous découvrons l'article de M. Guy MAREC intitulé : DIGITAL ATTENTION DANGÈR. Le ton était très vite donné par l'auteur qui considérait dès les premières lignes que la technique digitale avait pour conséquence néfaste, compte tenu de la technologie du moment, de figer pour un temps indéterminé, mais vraisemblablement très long, la qualité maximum de la reproduction électroacoustique. Résumons en disant que l'utilisation du stan-

dard 16 bits avec échantillonnage à 44,1 kHz ne permettrait dans l'avenir aucune des évolutions successives jusqu'alors permises par l'analogique depuis 1878 (1er enregistrement sur cylindre).

La conclusion de l'article, sévère mais par ailleurs parfaitement justifiée à l'époque *exprimait* clairement qu'il fallait *considérer le «compact disc» à lecture laser comme une expérience intéressante, mais une expérience seulement, et non pas comme un système fini prêt à être commercialisé* (cet article déclencha

d'ailleurs de petites polémiques dans le milieu audiophile).

Où en sommes-nous réellement en 1988, six ans après l'apparition des tout premiers lecteurs sur le marché ?

Sans hésitation nous répondons qu'incontestablement l'auteur a eu le courage de «remettre les pendules à l'heure», compte tenu des passables résultats obtenus sur certains paramètres subjectifs tels que richesse harmonique, naturel des voix, chaleur du son, etc., ces lecteurs de première généra-

tion étant en 1982 les seules références utilisables pour convertir «ces disques perforés» en signaux musicaux.

Il était dès lors hors de question pour un audiophile sincère, même technicien, de faire preuve de «démagogie numérique» en encensant une technologie de pointe ô combien prometteuse, qui d'une part mettait en avant certains résultats de mesures exceptionnels (dynamique, pleurage, linéarité, etc.) et offrait par ailleurs absence d'usure du disque et bruit de fond quasi inexistant.

L'arrivée sur le marché de lecteurs tels que le KENWOOD DP 1100 SG, dont la musicalité est tout à fait remarquable, confirme s'il en était besoin, qu'en fait Monsieur MAREC avait raison ; les premiers lecteurs CD ne faisaient qu'approcher «en pointillé» les résultats musicaux d'ensembles de lecture analogique de bonne facture.

Les moyens mis en oeuvre par la plupart des audiophiles (platines de haute qualité, plateaux lourds, cellules triées, etc.) leur permettent d'aboutir à un niveau de musicalité et de résolution tel qu'il a fallu attendre 1988 pour, sans aucune réserve, consacrer un article complet à un lecteur de compacts disques.

Nous insistons sur le fait qu'apprécier à sa juste valeur une platine CD exceptionnelle ne contredit en rien les conclusions de Guy MAREC à propos du standard adopté, celui-ci restant limitatif. Mais il nous est enfin possible d'approcher le maximum permis par celui-ci, alors qu'auparavant nous subissions les aléas d'une technique qui, malgré des performances théoriques alléchantes, n'était encore que balbutiante.

Très rapidement les importants groupes industriels japonais et les petits constructeurs mirent au même moment en évidence des imperfections d'ordre mécanique et électronique, dont

les conséquences sur les résultats audio n'avaient pas suffisamment été prises en considération. Par la suite chacune des nombreuses générations successives de lecteurs profitait d'améliorations parfois *subtiles* se confirmant malgré tout à l'écoute.

Influence des vibrations sur la précision de lecture

Les travaux de KENWOOD ont mis en exergue l'influence désastreuse des vibrations, notamment par voies aériennes sur la lecture d'informations de l'ordre du micron.

Pour faire concrètement comprendre l'ampleur du problème, Kenwood cite comme exemple un «compact disc» grand comme un terrain de football, tournant à 4 500 km/h et ce, à 2 mètres au dessus de ce terrain. Considérez ensuite de devoir viser ce disque avec précision afin d'atteindre, depuis un point éloigné, un trou de la taille d'une mine de stylo.

Il est dès lors facile de comprendre que la moindre vibration affectera gravement la précision de lecture, l'erreur sitôt décelée mettant en oeuvre un circuit correcteur qui palliera artificiellement au manque d'informations; d'où détérioration insidieuse (il faut une certaine habitude pour la percevoir en tant que telle) se manifestant par une reproduction sonore plus rêche, avec disparition des petits signaux nécessaires à la restitution de l'ambiance et de l'effet d'espace.

La dure réalité nous apparaît donc clairement :

La lecture numérique par laser est finalement sensible au moindre frémissement de la mécanique, elle s'avère donc ENCORE PLUS EXIGEANTE qu'un ensemble analogique quel qu'il soit ! En considérant que les plus petites informations gravées sur un disque vinyle (échos réverbération) sont amoureusement pré-

servées sur les gros systèmes grâce à une débauche inouïe de précautions : plateaux lourds, palets presseurs vissants, contre platine suspendue, entraînement par fil, platine sablée etc. On comprend maintenant aisément pourquoi les premiers CD du marché nous ont déçus par leurs côtés clinique, froid et inhumain dûs en partie à une absence presque totale de protection antivibratoire efficace. Les 0,5 microns de largeur des micro-cuvettes d'un CD étant encore plus réduits que la plus petite information sur vinyle, imaginez la «panique» du correcteur d'erreurs tentant de sauver la situation quand le son des enceintes fait vibrer les parois de ce type de lecteur.

«Les Muses d'Or» au lecteur CD Kenwood DP 1100 SG

L'étude très aboutie techniquement de ce lecteur, le soin apporté à sa réalisation, et surtout des qualités d'écoute encore jamais rencontrées sur des critères tels que : ouverture sonore, filé du médium aigu, absence de grain, suivi de la mélodie, etc., désignaient tout naturellement le DP 1100 SG Kenwood comme archétype du produit audio méritant notre nouveau label «les Muses d'Or».

Nous souhaitons, grâce à l'analyse qui va suivre, communiquer notre enthousiasme aux audiophiles qui devront considérer nos six «Muses d'Or» annuelles comme de véritables références à l'instant où nous mettons sous presse, car les technologies surtout pour le CD évoluent rapidement.

Importance de l'isolation mécanique

L'isolation des éléments sensibles aux vibrations a été effectuée de manière très méthodique

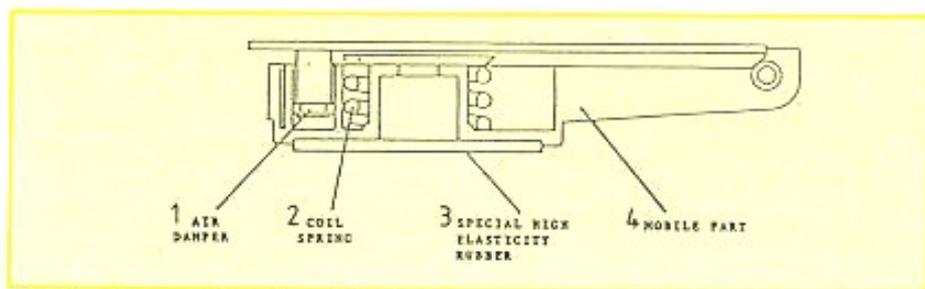


Fig. A : Coupe d'un des pieds du DP 1100 SG.

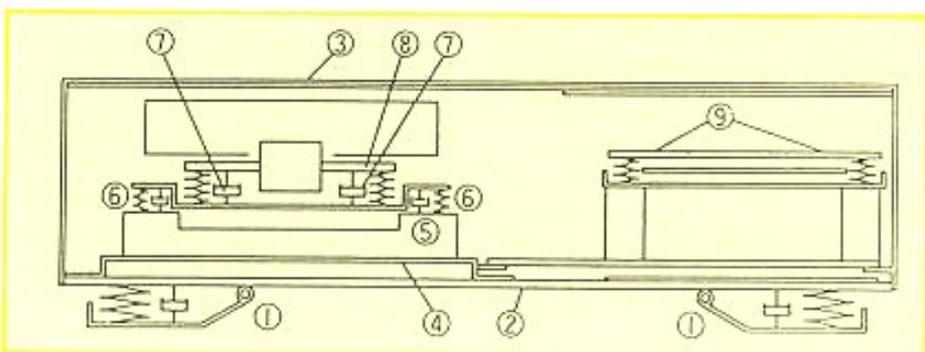


Fig. B : Vue générale des 9 parties suspendues.

en 9 points différents comme en témoignent les figures A et B. Les pieds de l'appareil ne comportent pas moins de quatre parties indépendantes articulées sur un seul axe, et suspendues par un ressort hélicoïdal lui même assisté par un véritable amortisseur pneumatique.

La partie inférieure est recouverte d'un caoutchouc spécial à haute élasticité. L'efficacité de cette suspension nommée par Kenwood DYNAPNEUMATIQUE est de l'ordre de 20 dB, soit près de 10 fois celle des isolateurs traditionnels. Bien entendu, il faut à tout prix éviter de poser un autre élément sur le lecteur, ceci compromettant la délicate mise au point de cette suspension...

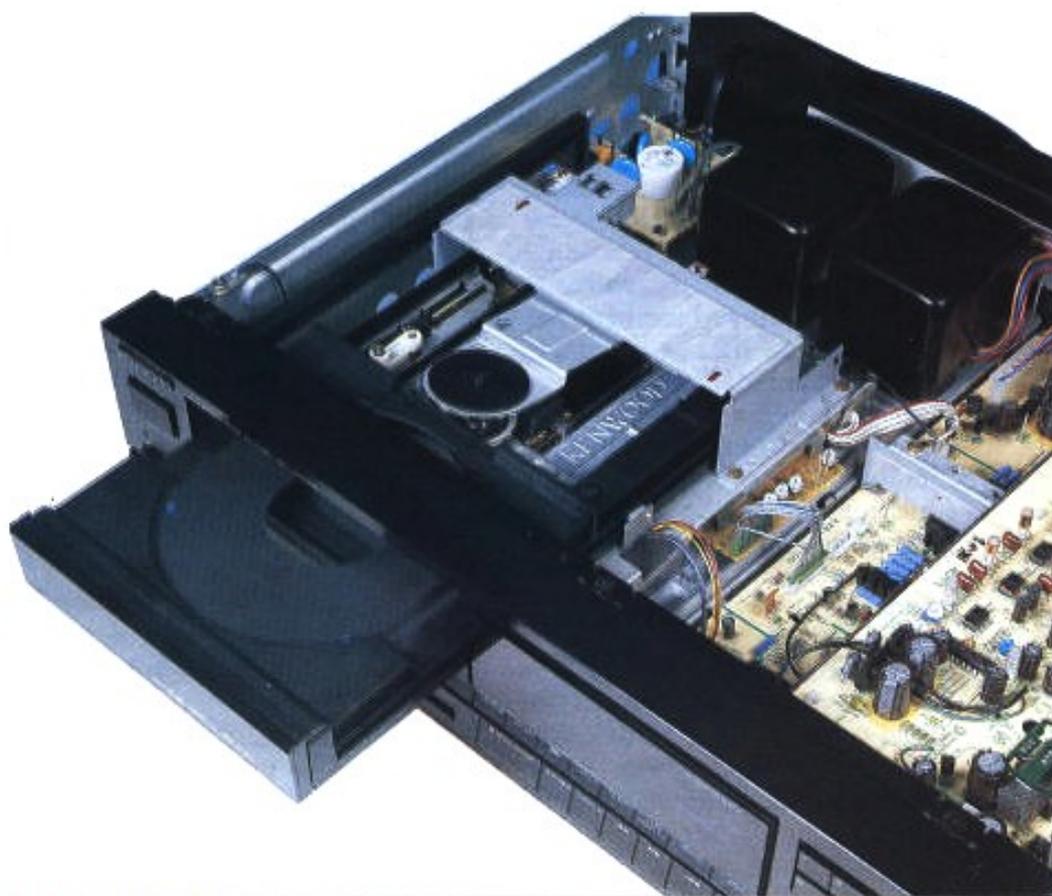
D'après des documents Kenwood une simulation sur ordinateur a démontré que le principe DYNA-PNEUMATIQUE équivalait à multiplier par 30 le poids de l'unité : un lecteur CD de 10 kg devrait donc peser 300 kg pour offrir la même résistance aux vibrations...

La figure B montre en détail la structure extrêmement élaborée du DP 1100 SG dont l'épaisseur

du châssis inférieur atteint 2 mm. La partie supérieure amovible est constituée de 2 tôles de 0,6 et 0,1 mm soudées entre elles, la moins épaisse absorbant les vibrations pour les dissiper sous forme de chaleur. Une pla-

que bitumée de 1 mm d'épaisseur à été ajoutée sur la moitié droite surplombant le circuit imprimé, probablement à la suite de constatations ayant portées sur la fréquence même de résonance du matériau. Avec l'isolation de la partie mécanique schématisée en 5-6-7-8- on atteint des sommets de complexité (utile), la sophistication est telle qu'on la croirait imaginée par un «adorateur du ressort». On croit rêver.

Le bloc support des parties mécaniques est en fonte aluminium, (voir en 5). Cette pièce maîtresse fixe sert de référence, les autres éléments étant tous découplés indépendamment. Le support de tête (en 8) toujours en alliage moulé, est suspendu par 4 ressorts également amortis par un matériau de composition hybride matérialisé en 7. Pour terminer avec la partie mécanique, tout l'ensemble mobile décrit est maintenu souple grâce à 4 autres combinés à ressorts amortisseurs séparés. L'aboutissement d'un tel principe basé sur



plusieurs niveaux de découplage par ressorts doit probablement découler d'une étude mathématique qui tient compte des fréquences de résonances mutuelles des différents éléments.

Le circuit imprimé supportant le bloc de conversion digital-analogique a été également suspendu (voir 9), de plus le quartz (unique sur le DP 1100 SG) est monté souple à l'abri des vibrations dans un bloc de mousse (voir photo).

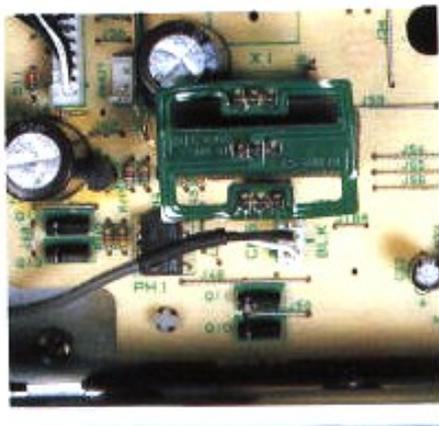
Les phénomènes vibratoires décrits plus haut ont été étudiés sérieusement par d'autres marques que Kenwood mais, jamais à notre connaissance les moyens employés pour les juguler n'ont atteint un tel niveau de perfection. De plus, certaines firmes ayant parfois laissé croire que la solution miracle était trouvée, nous étions souvent restés sur notre faim. Le Kenwood DP 1100 SG, non seulement ne nous a pas déçu, mais il est le premier dont l'écoute confirme réellement l'argumentation technique (CQFD).

Les erreurs numériques (d'après documentation Kenwood)

La plupart des utilisateurs sont persuadés que les méthodes de traitement des signaux numériques fournissent toujours des résultats exacts et une reproduction fidèle de l'enregistrement.

Ce n'est malheureusement pas le cas. Que se passe-t-il dans le convertisseur digital-analogique d'un lecteur ? Sa mission initiale est de convertir (comme son nom l'indique) les signaux d'impulsions numériques lus par la tête laser en signaux analogiques qui seront transmis aux hauts-parleurs.

Dans ce type d'opérations où la précision est primordiale afin de reconstituer fidèlement le signal original : rien ne doit être ajouté, rien ne doit être retiré (l'extrême sensibilité du principe



Partie du circuit intégrant le quartz suspendu.

même réclame entre autres un filtrage correct du secteur, le moindre parasite ou micro-coupeure pouvant être interprété comme une information, d'où l'insertion systématique d'un filtre secteur dans tout lecteur CD de qualité). Afin de transformer un signal analogique sonore en un signal à impulsion numérique, son profil d'onde, sa forme changeant sans arrêt, fait l'objet d'échantillonnages pendant de très courts laps de temps, formant ainsi une onde en escalier (fig. C). En CD, dans le cas normal cet échantillonnage contient 16 valeurs d'informations de tailles différentes. Un lecteur CD sauvegardera ces 16 types d'échantillons sous la forme de signaux numériques ou «bits». L'opération inverse se déroule ensuite dans un convertisseur N/A (digital analogique) si cette information composée de 16 bits était reconstituée exactement aux dimensions suggérées par la théorie scientifique, il n'y aurait pas de problèmes.

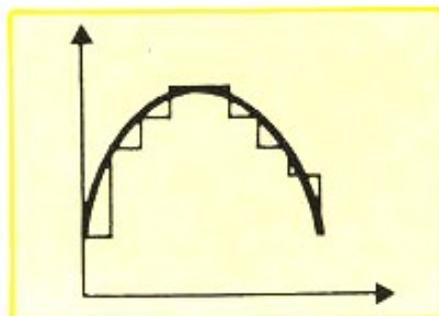


Fig. C : Onde en escalier.

Malheureusement des erreurs que nous allons tenter (hélas, trop succinctement) d'expliquer se produisent.

Quelles sont-elles ?

L'erreur différentielle MSB

Prenons un échantillon 16 bits : le bit le plus important est appelé le bit le plus significatif ou MSB (MOST Significant BIT). Si ce MSB est altéré par une «erreur de pas» (un digit zéro étant lu comme valeur 1 ou vice versa), cette erreur va se répercuter dans le signal analogique reconstitué. L'effet de cette *erreur différentielle* sur le son prend la forme d'une distorsion «Point 0» (Fig. D). Plus le signal est faible, plus l'importance de l'erreur MSB est grande au niveau sonore. Mais en contrôlant les erreurs MSB, leur effet sur les signaux de faible niveau disparaît presque entièrement.

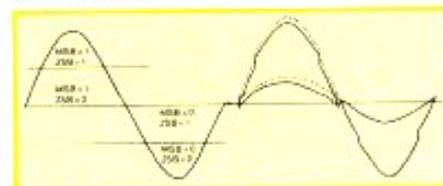
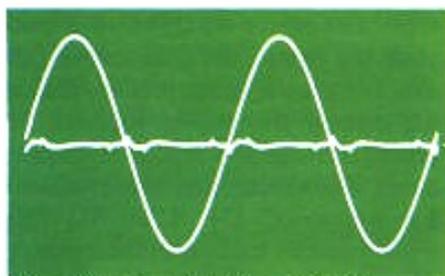


Fig. D visualisation : point zéro MSB, 2 SB.

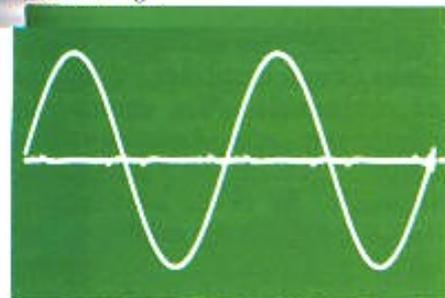
L'erreur différentielle 2 SB

Après les erreurs MSB celles qui détériorent le plus le son en sortie, sont les erreurs 2SB (deuxième bit le plus significatif). Elles troublent les signaux de type HIGH (haut niveau) et font leur apparition en tant que distorsions de commutation. Les erreurs 2SB présentent un inconvénient supplémentaire : en ne corrigeant que les erreurs MSB, les 2SB prennent alors plus d'importance (voir les 3 sinusoïdes).

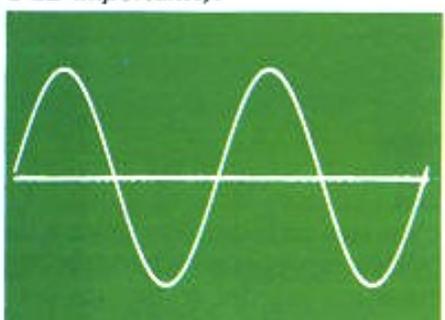
Jusqu'à maintenant, les circuits traditionnels n'ont pas été capables de contrôler les erreurs 2SB. Kenwood a réussi à se départir de ce problème en développant un circuit intégré à très grande vitesse d'un modèle exclusif nommé convertisseur N/A



Sinusoïde 1 : 1 kHz - 20 dB avec MSB corrigé.



Sinusoïde 2 : idem à 0 dB (distorsion 2 SB importante).



Sinusoïde 3 : 2 SB et MSB corrigés. La linéarité est absolue.

linéaire à bit intégral, première étape de la nouvelle technologie numérique, Kenwood qui offre la garantie d'une linéarité du processus de conversion N/A (voir sinusoïde 3). Ce circuit intégré est contenu dans une seule puce.

Le sautellement dans le signal numérique (Jitter) (seconde étape de la nouvelle technologie Kenwood)

Le signal numérique tel qu'il apparaît sur la figure E sera admis dans le convertisseur N/A avec ses facteurs temps et niveau influencés par la fréquence d'échantillonnage, donc c'est un signal discontinu et en escalier. Toutes les solutions employant des convertisseurs N/A (y compris le convertisseur linéaire à bit intégral Kenwood) ont été limi-

tées à des améliorations n'affectant que le niveau figurant sur l'axe vertical. Cependant, dans le monde des signaux numériques, si le facteur temps situé sur l'axe horizontal n'est pas rigoureusement exact, une conversion fidèle en signaux analogiques est quasiment impossible.

Jusqu'à maintenant le quartz apparaissait comme la solution idéale, en tant que référence du facteur temps, en fait personne ne pensait que cela puisse être un problème.

S'il est un fait que la distorsion phonique résultant de sautellement à des niveaux normaux peut être perçue par l'oreille humaine, il demeure que son influence sur le signal analogique ne peut pas être mesurée de façon précise avec les instruments de mesure analogique actuellement disponibles.

Kenwood pour sa part démontrait que ce point affectait les signaux numériques en provoquant leur oscillation, confirmant ainsi la présence de sautelllements dans celui ci.

Pour simplifier, cette oscillation du signal de contrôle des temps apparaîtra comme une distorsion du profil de l'onde analogique. La fréquence de sautelllements va littéralement transformer ce signal. On peut aisément imaginer les conséquences d'une telle déformation de la sinusoïde reconstituée sur la figure F.

Jusqu'à ce jour il était impossible de déceler ce phénomène au moyen d'instruments traditionnels de mesure, car il se trouvait en dehors de leur champ d'observation et passait dès lors inaperçu.

Kenwood découvrit et vérifia la présence de sautelllements, tirant au clair son effet sur la qualité du son, puis développa un procédé révolutionnaire de contrôle précis de temps appelé D-P-A-C (contrôle axial des impulsions numériques).

Ce nouveau type de circuit, réelle percée technologique dans la connaissance du traitement des signaux numériques, permet enfin d'éliminer une cause majeure de détérioration de la

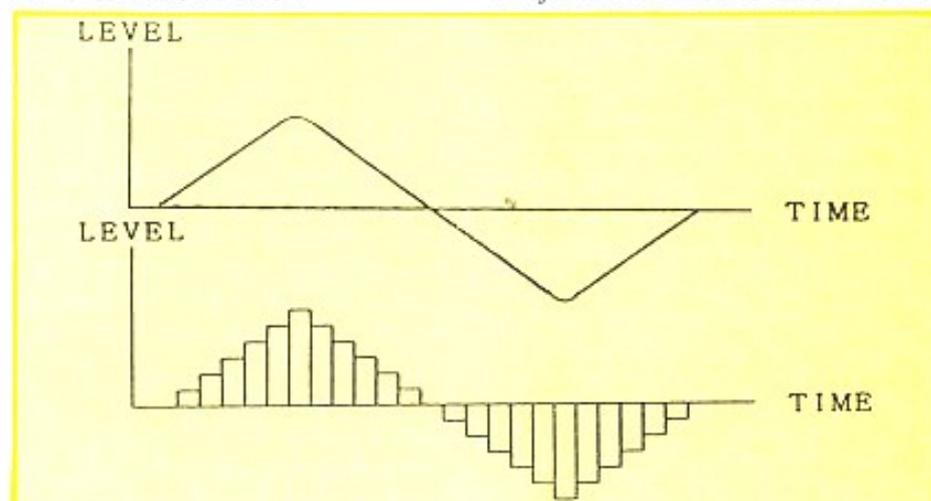


Fig. E : Visualisation des facteurs temps et niveau.

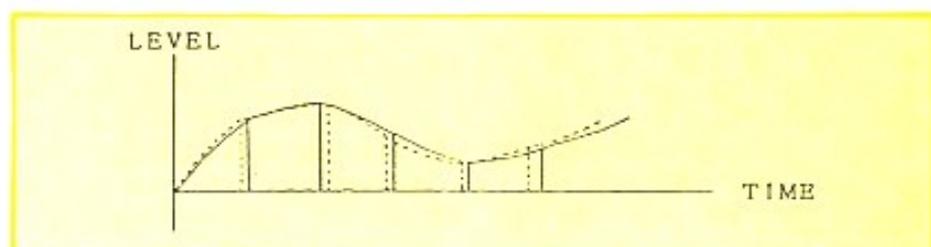


Fig. F : Déformation due au facteur temps.

est appelée **système d'isolation dynamique du courant** qui immunise contre les pertes de courant d'alimentation et contre la contamination numérique analogique, et ce, jusqu'à 20 kHz. Ce principe nécessite l'adjonction d'une bobine supplémentaire qui modifie les caractéristiques de transfert supprimant la dite contamination parasite. La plus grande carte située à droite supporte les circuits de gestion, mise en forme du signal, correction d'erreurs etc., en bref, le numérique, alors que les convertisseurs N/A, les filtres, l'unique Quartz et l'étage de sortie se trouvent sur la carte supérieure suspendue, évoquée au chapitre «Isolation mécanique». Il y a donc eu de la part du concepteur volonté de séparer physiquement les deux cartes de circuits imprimés numériques et analogiques, d'autant que l'utilisation d'un écran à deux couches de tôles d'acier avec isolation électromagnétique permet de s'affranchir de toute contamination numérique par cette voie.

En matière de transmission des signaux, un coupleur par fibre optique isole totalement la ligne de masse des circuits numériques, nous savons maintenant que cette solution éprouvée est parfaitement efficace en matière d'antipollution du signal audio.

A cet égard, une sortie optique est prévue pour l'utilisation éventuelle d'un convertisseur séparé mais attention, dans ce cas, l'avantage du DPAC est perdu. Une sortie numérique classique se trouve aussi en face arrière sous la forme d'une prise Cinch.

Deux sorties modulation sont prévues, dont une à volume variable télécommandable à distance ; la qualité de son est identique, la variation s'effectuant grâce à de véritables potentiomètres commandés par un moteur.

Grâce à l'excellente isolation antivibratoire décrite plus haut,

un circuit spécial appelé «**optimum servo control type III**» a pu être mis en oeuvre. Son principe s'appuie sur le fait que les systèmes d'asservissements conventionnels provoquent, au moment de leur intervention, des appels de courant intenses qui affectent les autres éléments du lecteur, telle la commande de haute précision du laser lui-même. L'optimum servo control agit en réduisant l'asservissement lorsque des défauts tels que rayures ou empreintes de doigts sont détectés. Ce circuit apporte, bien entendu, de nombreux avantages : pertes de niveau diminuées, amélioration de la résistance aux vibrations et production de signaux numériques de la plus haute qualité.

Le commentaire de Jean Hiraga

Il est un fait certain que l'on ne s'attendait pas à des progrès aussi rapides dans le domaine des lecteurs de compact-disc, ceci à tel point que les constructeurs donnent presque l'impression de regretter de n'avoir pas établi dès le départ un standard de qualité supérieure. Toujours est-il que chaque constructeur a, selon ses idées et son savoir-faire, tenté d'extraire le maximum de possibilités du standard compact-disc. Il y a quelques années encore, les influences des vibrations parasites sur la fidélité de la lecture n'étaient prises au sérieux que par quelques puristes en haute fidélité. Puis cette question commença à être prise en compte, mais resta réservée à des produits de haut de gamme. Il en a été de même pour les divers perfectionnements apportés aux sections numériques et analogiques. Aujourd'hui, compte tenu du succès remporté par le compact-disc et de la forte concurrence dans tous les créneaux de marché du lecteur CD, un lecteur aussi perfectionné que le Kenwood DP 1100 SG aurait pu valoir il y a seulement deux ou

trois ans 30 ou 40 000 F. La plupart du temps on a assisté à des améliorations ponctuelles visant un circuit donné, le moteur, le convertisseur N/A ou le traitement des vibrations mécaniques. Le Kenwood DP 1100 SG fait partie de ces très rares exceptions réunissant pour ainsi dire tout ce que l'on a pu trouver de mieux dans la technologie audionumérique appliquée au compact-disc. Sans ces résultats d'écoute exceptionnels, on aurait pu s'imaginer que l'accumulation de centaines de petits perfectionnements, de petits détails pouvait conduire à des améliorations aussi spectaculaires : systèmes multi-isolation et anti-vibratoires, nouveau système d'horloge centrale DPAC, perfectionnements du convertisseur N/A et de la section analogique. Chez Kenwood, le vrai miracle concernant ce lecteur se situe au niveau de son prix par rapport à son avance technologique. Et c'est très certainement grâce à de tels exemples que les progrès ont été aussi rapides et que les prix n'ont pas atteint pour autant le déraisonnable.

Mesures

Les disques de mesure habituels ne permettent pas de différencier de façon formelle les lecteurs CD de haut de gamme. En effet, à partir du moment où la fréquence de suréchantillonnage est la même, que les courbes niveau/fréquence et phase/fréquence sont les mêmes, il reste pour ainsi dire impossible de trouver une corrélation mesures/écoute. Sur le Kenwood DP 1100 SG il a cependant été remarqué une meilleure stabilité dans la synchronisation, après agrandissement par loupe électronique sur l'oscilloscope, des impulsions, de même qu'un très grand recul de bruit atteignant presque le bruit résiduel du banc de mesure. On remarquera d'autre part que le signal sinusoïdal de 1 kHz gravé à un niveau de - 80 dB est restitué très pro-

prement, ceci par rapport aux produits concurrents. Quant aux avantages du circuit DPAC, ils ne sont malheureusement pas mesurables de façon précise à l'aide des distorsiomètres classiques.



1 kHz - 80 dB. Très bon lecteur concurrent de même prix. Noter le flou et l'épaisseur de l'enveloppe.



Idem. DP 1100. Noter la netteté des contours.



En haut, bruit résiduel mesuré. En bas, lecture de plage de silence.

L'avis de chacun des participants : écoute

La perfection n'étant pas encore de mise dans le domaine de la haute fidélité, même s'il s'agit de «MUSES D'OR», des remarques sévères sur un point particulier ne sont en aucun cas exclues.

Christian Blérald

Globalement l'écoute peut être immédiatement qualifiée de neutre. Il n'est pas besoin de tergiverser pendant une heure pour percevoir que la reproduction est très peu typée, à chaque disque un son différent, c'est extrêmement nuancé et on se prend à penser que tout est mieux que sur la plupart des autres CD. Monsieur plus est passé par là ! N'ayant pas envie de détailler le spectre, je vais essayer de me faire comprendre en précisant que lorsque l'on passe du Kenwood à un autre on se demande si le concurrent ne distord pas. C'est très impressionnant, du grave à l'extrême aigu c'est ferme, coulé, dynamique, léger. Bref, «ça marche» ! La profondeur réelle est la meilleure que j'ai entendue, on pourrait presque donner la dimension d'une

pièce au décimètre près. Ceci est probablement dû aux extrêmes précautions prises contre les vibrations, **lisibilité** ? (Finalement, on retrouve les mêmes notions qu'en analogique). Je n'irai pas au delà dans l'analyse sonore. Allez vous même porter un jugement. Attention, toutefois à la confrontation avec un gros système analogique, celui-ci procurant une meilleure liberté dans l'aigu qui paraît filer mieux et plus haut. Nous pensons que l'étage de sortie du CD 1100 à circuits intégrés de haute qualité reste malgré tout légèrement inférieur aux circuits à transistors. Tel qu'il est, c'est sans restrictions le meilleur à moins de 7000 F, et peut-être même dans l'absolu. En fait, il possède 80 % de qualités alors que les systèmes analogiques en sont à 20 % de points forts «inégalables», mais les progrès des lecteurs CD me permettent de ressentir leurs défauts qui, auparavant, ne m'avaient pas gêné. On se prend à rêver d'un DP 1100 SG avec un étage de sortie traité haut de gamme !

Jean Hiraga

L'écoute d'un prototype de lecteur CD Kenwood DP 1100 pourvu d'un commutateur mettant ou non en action le fameux circuit DPAC a mis immédiatement en évidence l'importance des effets d'instabilité de l'horloge sur la fidélité de la restitution. Tous les autres perfectionnements qu'il est impossible d'énumérer tant ils sont nombreux, participent à rendre la transcription sonore encore plus limpide, encore plus transparente, surpassant tout ce que l'on avait pu écouter de mieux jusqu'ici, à de rares exceptions près. A l'écoute, la sensation d'un très faible taux de distorsion rend les sons plus doux, plus beaux, plus purs que ceux auxquels on était habitué. La personnalité sonore du DP 1100 SG n'est cependant pas très facile à cerner. Ce lecteur peut paraître tantôt un peu trop doux, tantôt un peu mat avec des sons filés donnant l'impression d'être écourtés. C'est dire combien on s'était habitué au «flou artistique» des lecteurs CD, la disparition soudaine de ce défaut ne manquant pas de surprendre, du moins au début. Il ne faut donc surtout pas le juger trop hâtivement. Par contre, le DP 1100 SG mettra en évidence sa supériorité par rapport à la plus grande majorité des lecteurs CD concurrents pour ce qui concerne la

lisibilité de petits détails. Détails qui sont d'habitude masqués par le bruit mais qui passent ici sous la loupe de ce fabuleux lecteur CD. Il s'agit là d'une supériorité indiscutable qui se constate aussi bien à bas niveau que sur des messages orchestraux très complexes. Ne cachons pas cependant que l'on pourra trouver parmi la concurrence des lecteurs CD au son plus «chaleureux», «moins froid», plus «moelleux», mais que ce sera au détriment du pouvoir analytique. Ce lecteur ne pourra être mis en valeur qu'en étant suivi de maillons de très haut niveau.

Patrick Vercher

Le DP 1100 SG Kenwood marque une différence très nette par rapport à ses concurrents, par des notions de transparence inégalées et un pouvoir de définition rare sur les grandes masses orchestrales.

On passe ainsi à une restitution naturelle que l'on ne ressent qu'à l'écoute de disques analogiques. Tout est très fluide, bien enchaîné, la transparence est extrême sans toutefois subir les «lourds» silences du digital.

Le DPAC permet un pouvoir d'analyse supérieur et une incroyable localisation spatiale dans les trois dimensions. Ce lecteur marque réellement un tournant décisif à l'écoute de disques compacts bien connus.

Vincent Cousin

Le DPAC marque sans contester un nouveau pas dans la résolution des micro-détails et la restitution des ambiances sonores gravées sur le disque. Même sur des messages aussi complexes que grands chœurs ou tutti d'orchestre, on conserve une clarté et une lisibilité exceptionnelles. On distingue sans effort l'étagement des plans sonores dans l'espace et les différences de prises de son apparaissent dans toute leur transparence.

Certains disques qui paraissaient «catouilleux» ou à la limite de la saturation sur d'autres lecteurs passent ici avec aisance et en perdant leur côté agressif. La balance tonale est parfaitement équilibrée du grave à l'aigu. On est surpris de l'excellente tenue de ce lecteur dans le bas du spectre et par l'aération du médium-aigu. A la limite, on reprochera au DP-1100 SG son côté clinique et légèrement dénué de chaleur et de sensualité, ce bémol étant à mettre au crédit de la section analogique. Mais sur ce point, je fais vraiment le difficile !

qualité du son. Kenwood a effectivement mis le doigt sur l'un des principaux problèmes du CD d'où la question : *Pourquoi la qualité du son est-elle différente quand celui-ci est numérisé ?*

On peut désormais répondre avec assurance : *Parce que l'axe temps du signal numérique oscille et crée de la distorsion.*

Pour concrétiser l'efficacité audio du DPAC, citons l'exemple de nos confrères de la Nouvelle Revue du Son qui purent profiter d'un modèle modifié de façon à pouvoir commuter le DPAC à volonté. Les différences à l'écoute étaient flagrantes et décelables immédiatement, L'aigu passait de granuleux à filé. Les plans sonores devenaient tour à tour précis ou flous. En fait, le DP 1100 sans son DPAC produisait un son banal, preuve s'il en est de l'efficacité de ce type de circuit.

Une horloge unique

Le synoptique de la figure G permet de visualiser le principe de ce nouveau schéma :

Le circuit DPAC est doté d'un oscillateur à quartz relié à l'horloge mère, et qui se sert de cette horloge comme point de référence afin de contrôler et corriger le synchronisme des signaux numériques, supprimant ainsi le sautiller.

Bien entendu, le convertisseur digital analogique et le DPAC sont placés dans une relation physique et électrique très étroite. Cette conception d'ensemble a nécessité une horloge mère **unique**, dans laquelle le signal du Quartz du DPAC sert de référence pour le traitement du numérique et convertisseur N/A.

Ce principe corrige le sautillerment à tous les étages précédents, en réalignant le signal numérique grâce à la précision de l'horloge mère.

On peut, en se servant de cette même précision, obtenir l'élimination totale du sautillerment.

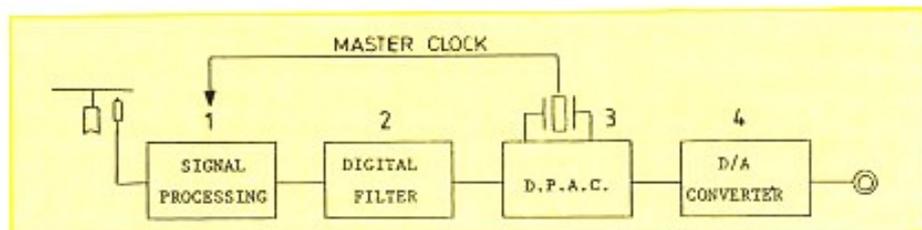


Fig. G : Principe du contrôle centralisé (DPAC).

Il s'agit là d'un point fondamental, déterminant pour toute la technologie numérique future qui devra dorénavant en tenir compte.

Suréchantillonnage quadruple

Une question est souvent posée par les utilisateurs de CD : quel est l'intérêt réel de suréchantillonner à 176,4 kHz à la lecture si l'enregistrement initial du disque est standardisé à 44,1 kHz ? Un dessin valant mieux qu'un long discours (voir figure H), on constate au premier coup d'oeil que le nombre d'échantillons quatre fois plus importants à droite (b) permet de reconstituer une sinusoïde beaucoup plus proche de l'originale. Ces points de référence supplémentaires

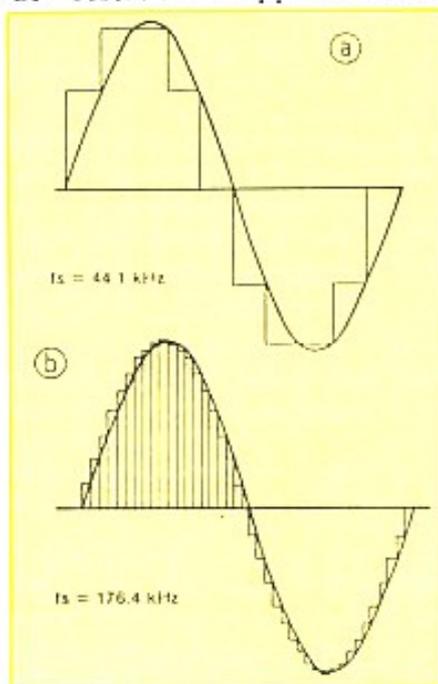


Fig. H : La sinusoïde b met en évidence l'avantage du suréchantillonnage.

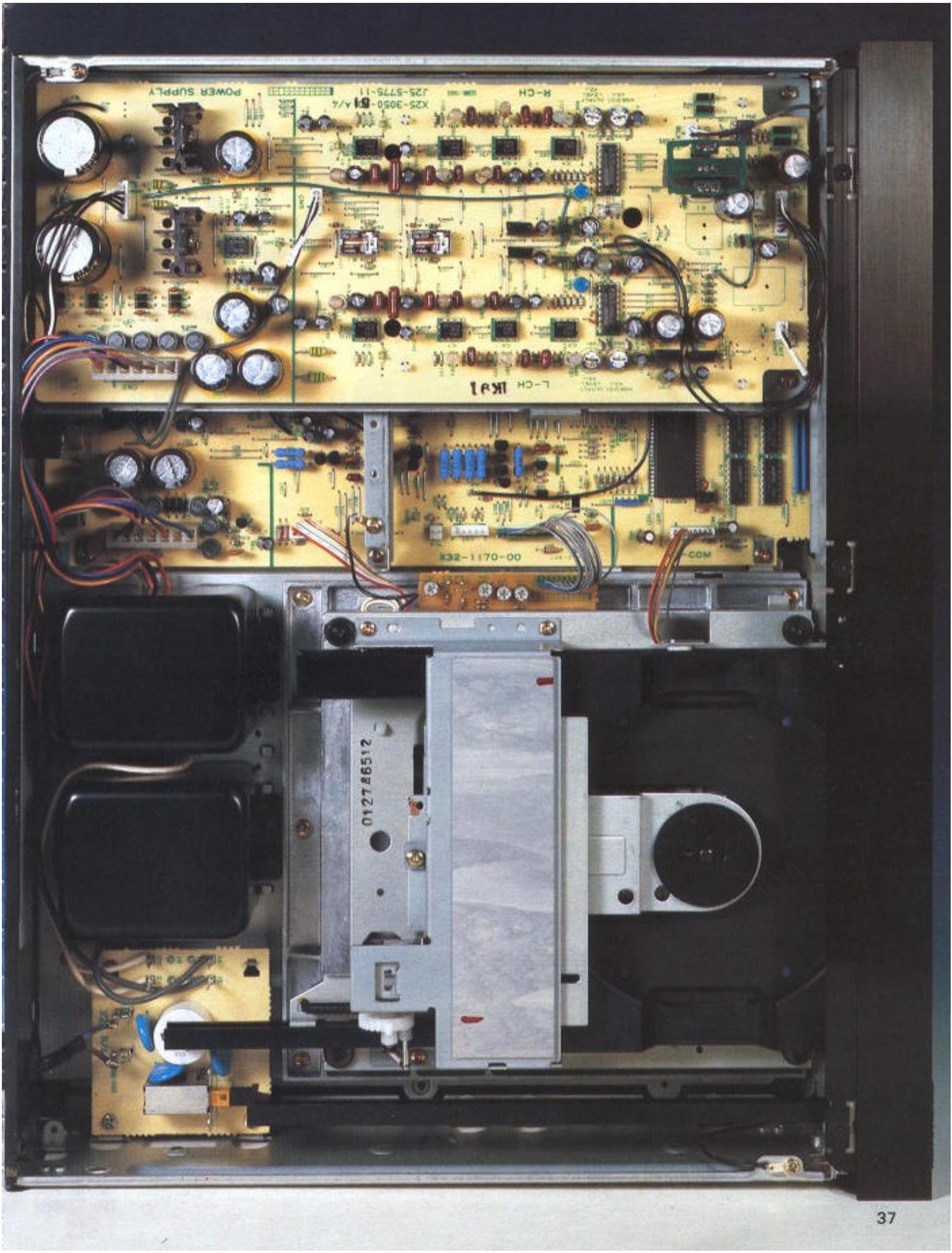
inexistants sur le disque sont alors extrapolés par calcul d'après le théorème du mathématicien Shannon. Un filtre extrêmement simple en sortie permet ensuite de lisser la courbe tout en évitant les redoutables rotations de phases et pertes d'informations dues à un filtre complexe.

Le DP 1100 SG mis à nu

Nous venons de passer en revue les innovations techniques qui mériteraient d'être un peu plus détaillées que l'implantation interne visible au premier coup d'oeil sur nos photos. Bien entendu, les meilleures solutions, presque classiques sur les hauts de gamme ont été retenues pour la conception et la disposition des parties électroniques.

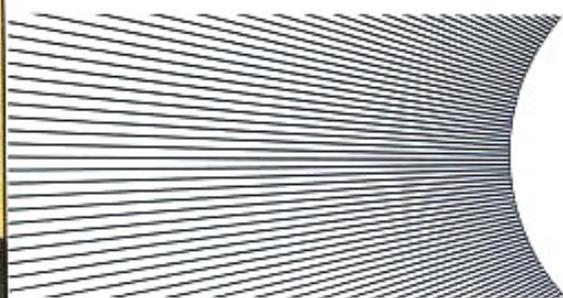
Comme en témoignent les photos, la logique interne est rigoureuse, 3 circuits imprimés seulement supportent les composants. La première carte, à l'arrière gauche, inclut le commutateur On-Off avec commande renvoyée en façade grâce à un prolongateur, ce qui évite ainsi l'indésirable rayonnement du 50 Hz. Un filtre secteur est placé en entrée sur ce même petit circuit.

Remarquez au fond du châssis les deux transformateurs séparés qui sont utilisés pour les sections numériques et analogiques. Tous les bobinages de ceux-ci sont du type IPC (bobine pure isolée) qui rejette tout bruit externe. Une autre originalité de ces transfos





Patrick Vercher



QU

La dernière folie de Bob

Bob Carver, électronicien américain, à qui l'on doit les fameux amplificateurs à alimentation à champ magnétique qui réduit considérablement la taille des transformateurs par rapport à la puissance qu'ils délivrent, vient de se facher tout rouge.

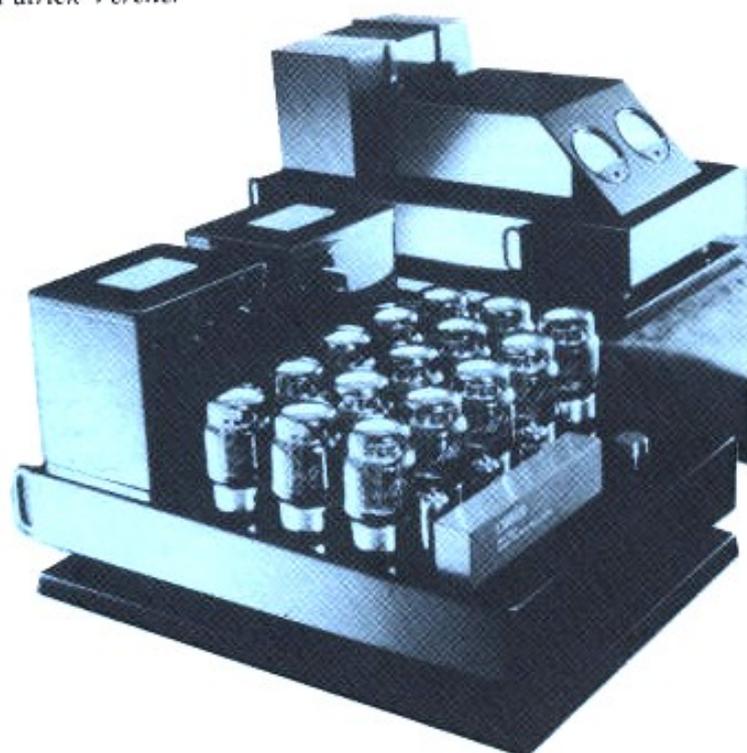
Suite à quelques attaques en règle de certains critiques US, il a relevé deux défis : proposer l'ampli de puissance absolu le « Silver Seven Vacuum Tube », monstre à tubes monophonique, en quatre unités, d'une puissance de 545 W ! mesurés de 20 Hz à 20 kHz sur 8 Ω ! et conçu une série d'amplis à transistors « Magnetic Field » dont le M 40t reprend exactement les mêmes fonctions de transfert que le Silver Seven et devant donc « sonner » exactement « pareil » que la référence .

A titre indicatif... le Silver Seven possède un sextuple push-pull de deux 6550A/KT 88, soit 14 tubes ! au total en stéréo. Un double transformateur de sortie ultra linéaire bobiné en fils de cuivre sans oxygène pour le primaire et en fils d'argent pour le secondaire dont le poids doit atteindre 40 kg ! Chaque double unité monophonique pèse 75 kg, soit 150 kg en stéréo. A quand un système triamplifié avec trois paires de Silver Seven ?...

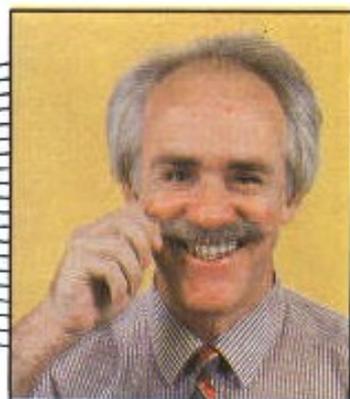
P.V

Serait-ce le meilleur intégré ?

L'accuphase E 305 réunit en tous cas nombre de spécifications techniques et subjectives pour décrocher la première place. Sous une présentation digne des bijoutiers de la rue de la Paix, se cachent des circuits à couplage direct avec pré-driver Mos Fet. La section phono bobine mobile est digne des meilleurs prépré et son entrée CD Direct a de quoi faire rêver. L'écoute... fabuleuse de netteté, précision des attaques, ouverture et quel timbre...
P.V



IDD



Jean-Claude Tornior

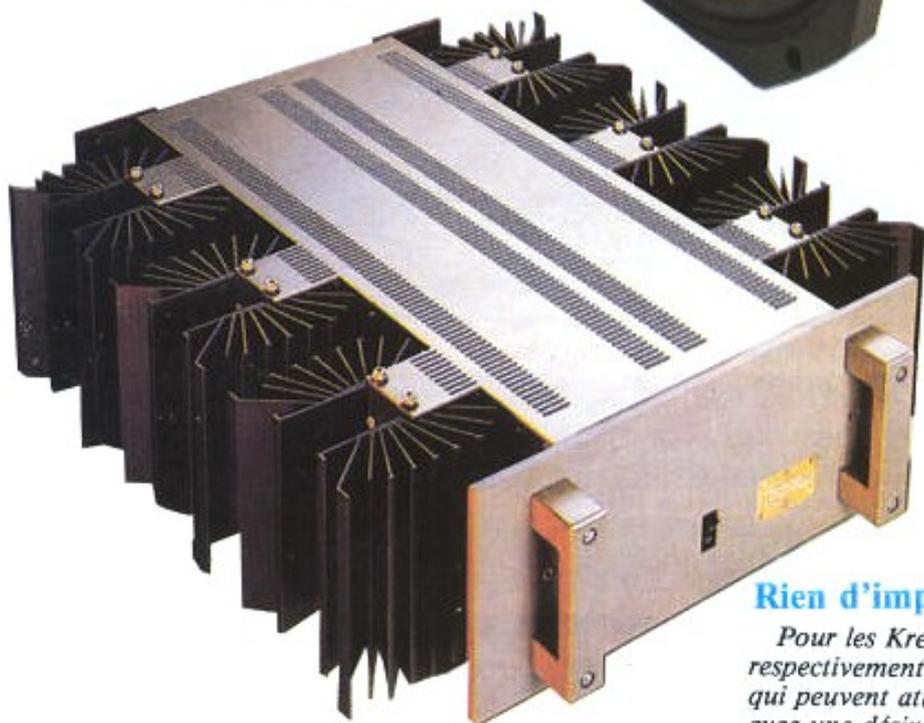
Qui a dit que l'on ne savait pas faire de bons médiums en France

Ce médium Davis, référence 16 GKLV 6M, ouf !, avec sa membrane en Kevlar tressé et amortie (ainsi plus de résonance désagréable de matière), son saladier aluminium hyper rigide et bien amorti, sa bobine mobile bobinée sur champ avec du fil alu plat



(rendement fabuleux) sur support Kapton (tient beaucoup mieux la température), son noyau bagué cuivre (baisse de distorsion par harmonique 2) et... sa colossale ferrite de 13,5 cm procurent un détail, une présence, une ouverture (très bien l'ogive centrale) qui bouleverseront les plus blasés en matière de haut-parleur médium de haute définition.

P.V



Rien d'impossible

Pour les Krell KS 200 et KMA 400, respectivement 200 W et 400 W... en classe A qui peuvent attaquer n'importe quel type de charge avec une désinvolture outrageante pour les autres amplis. Que l'enceinte soit isodynamique, électrostatique, à très très bas rendement, ces monstres remplis d'électronique les remueront à la manière d'une gigantesque main d'acier dans un gant de velours. Une expérience sonore... émouvante.

P.V



Sculpture moderne ?

On peut se poser la question à la vue des gigantesques systèmes Apologue, dernière création de Goldmund, dont l'esthétique originale est due à un peintre italien Claudio Rottaloria qui n'a pas oublié non plus le côté fonctionnel et l'acoustique avec découplage des cinq coffrets, caissons grave, médium et tweeter. La mise en phase acoustique géométrique correcte est favorisée par une structure de deux mètres de hauteur, poids de l'ensemble 600 kgs. Prévoir un plancher suffisamment solide à défaut de descendre chez le voisin.

P.V

Transparence explosive

Association plutôt transparente et explosive que l'association Martin Logan d'un électrostatique large bande et d'une colonne d'extrême-grave renfermant pas moins de quatre haut-parleurs grave, le tout, comme il se doit, fonctionnant en biamplication. En Hollande, Audio Quartet, dynamique importateur à l'échelon européen, a fourni une éblouissante prestation de ce système qui en a étonné plus d'un.

P.V



Le classique des classiques

Quand vous discutez avec des passionnés de musicalité ou des ingénieurs audio et cela dans le monde entier, le préampli Audio Research SP 11 revient en permanence comme point de référence.

Depuis sa sortie, et à la suite de ses diverses versions, il reste à nos oreilles comme le plus « beau » son que l'on puisse entendre d'un préampli, cela sur toutes les entrées aussi bien phono que CD, dont il transcende les qualités. Par delà les caractéristiques subjectives classiques, il sait réellement déclencher en vous une émotion indicible.

P.V

La Black Box qui change tout

La firme anglaise A & R Arcam propose un décodeur digital analogique sous le nom de Black Box, à brancher sur la sortie digitale, s'il en possède une, de votre lecteur CD qui se trouvera véritablement transfiguré. Après de nombreux essais sur différents lecteurs CD, on peut vous affirmer que la fluidité, les nuances de timbres, le pouvoir de résolution atteignent des sommets. On est vraiment très proche du naturel de l'analogique... à découvrir à tout prix.

P.V

La bonne affaire

Actuellement, le lecteur CD Denon 3300 vous est proposé à un prix défiant toute concurrence par rapport à ses performances mesurables et audibles. En discutant avec l'un des spécialistes Denon, vous pourrez, de plus, faire reprendre votre ancien lecteur CD à un prix plus qu'intéressant en contre-partie de l'achat du DCD 3300 qui représente l'un des sommets de la technologie actuelle en matière de CD.

P.V

Casque JVC HA-D990

JVC jusqu'à présent n'avait pas la réputation de fabriquer les casques les plus performants. Lorsque le HA-D990 nous a été confié nous étions un peu sceptiques. Dès les premières notes nous avons été conquis. Ce casque est bourré de qualités. Nous allons essayer de les énumérer. Il est léger et très confortable, ce qui permet de le «supporter» des heures. Il est clos mais la résonance des coffrets est parfaitement bien amortie, ce qui évite d'avoir les défauts de tonique habituels à ce genre de casque. Ses fréquences graves

sont restituées avec plus d'ampleur que sur un casque ouvert. Côté membrane et bobine on a affaire à ce qui se fait de mieux car le naturel de la reproduction est exceptionnel ainsi que l'aptitude à restituer les micro détails. Avec ce casque l'étendue des fréquences reproduites est exceptionnelle, on entend les sons graves tels les bruits d'estrade mais aussi les plus subtiles vibrations de balais. Ses qualités de restitution ainsi que son confort vous incitent à fermer les yeux et vous laisser aller. Un modèle qui peut réconcilier les plus exigeants avec l'écoute au casque.

J.C.T



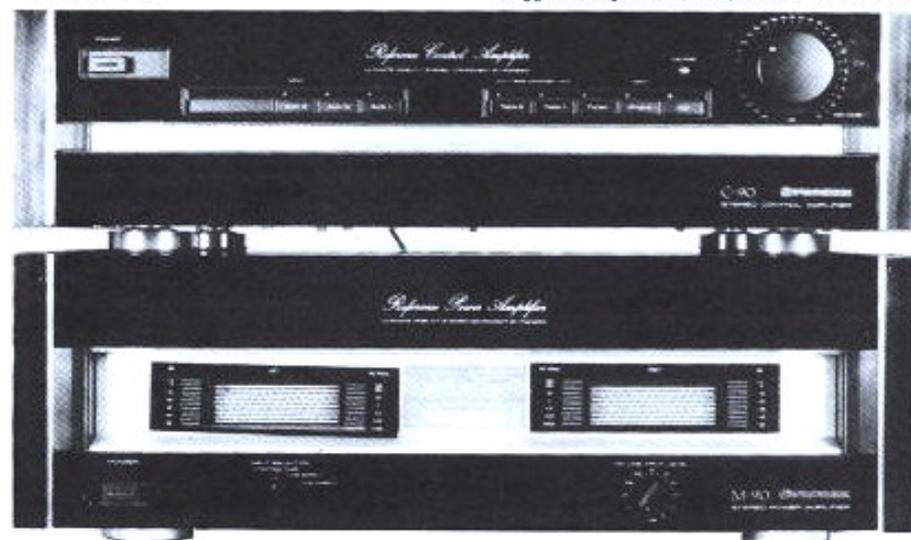
Tuner T 9000

Grundig, vous connaissez. Les télévisions, les magnétoscopes et les chaînes HI-FI plutôt commerciales. Chez ce constructeur qui tient une part de marché conséquente en France, ô surprise vient d'être présentée une ligne HI-FI haut de gamme pure et dure dénommée «Fine Arts». Nous avons eu le plaisir d'écouter les éléments, c'est superbe.

Surtout, nous avons été littéralement conquis par le tuner T 9000 qui déclassé tous les appareils du marché en nous obligeant même à tracer les courbes jusque dans la marge de notre papier de mesure. Il s'en manquait de très peu que sa courbe signal sur bruit par rapport au niveau d'antenne se trouve complètement en dehors du graphique. Donnons quelques chiffres : pour seulement 20 micro-

volts à l'entrée, ce qui est la limite pour beaucoup d'appareils, le T 9000 a déjà 47 dB de rapport signal sur bruit non pondéré, ce qui est tout à fait exceptionnel, nous avons ainsi pu descendre jusqu'à 5 microvolts où nous avons encore obtenu 36 dB ; inutile de rappeler que notre graphique de mesure s'arrête à 10 microvolts. Côté utilisation, c'est Byzance et nous ne pouvons que vous conseiller l'achat de cette nouvelle référence.

J.C.T



Pioneer C-90/M-90

Ce n'est pas souvent que l'on a le loisir de ne plus tarir d'éloges sur une électronique. Encore moins lorsque celle-ci émane d'une grande marque. Dans un essai où ils étaient confrontés à neuf autres réalisations prestigieuses, ils se sont d'emblée placés au dessus de la mêlée et ont dès lors joué le rôle de juge-arbitre. Que l'on prenne le préampli C-90 ou l'ampli M-90,

on ne peut que retenir un sifflement d'admiration devant l'intelligence et le bien-fondé des solutions technologiques adoptées. Tout ce dont rêve un audiophile est ici rassemblé. Et l'écoute ne laisse aucun doute. Les Pioneer sont des candidats potentiels pour les «Muses d'Or». Désormais c'est certain, les ingénieurs Pioneer ont bel et bien des oreilles...

J.C.T

Sony : le sommet

Il n'a fait que nous passer entre les mains.

Juste suffisamment pour que nous puissions avoir

«la grosse impression». Il était bien sûr encore en 110 Volts

mais d'après nos renseignements, les premiers en 220 pour la France devraient être disponibles

en décembre. Le prix est annoncé aux environs de 60 000 F.

Sa particularité principale est de posséder un système

analogue au DPAC de Kenwood c'est-à-dire une horloge très rapide et unique, située près des convertisseurs,

qui synchronise toutes les parties numériques.

A ce sujet, sa constitution en deux parties

lui impose une double liaison optique entre les deux blocs.

Une liaison pour le signal d'horloge qui remonte du convertisseur vers le lecteur

et une seconde pour le signal numérique du lecteur vers le convertisseur.

C'est à ce sujet le seul lecteur actuel en deux parties à bénéficier d'une unique horloge rapide.

A l'écoute nous avons voulu vérifier l'action de la simple horloge

rapide. Nous avons relié les deux blocs non pas par la double fibre

optique mais par une liaison coaxiale traditionnelle, ce qui est possible.

Dans ce cas, c'est l'horloge située dans le lecteur qui fonctionne

et le convertisseur se synchronise sur le signal fourni, ce qui se passe

dans la plupart des lecteurs. Les résultats auditifs sont évidents ; le

lecteur devient alors plus vulgaire et on perd l'intérêt d'un tel lecteur.

Cela nous a rappelé certaines discussions que

nous avions eues avec les ingénieurs de Kenwood qui,

après nous avoir démontré le révolutionnaire procédé DPAC,

nous avaient présenté un convertisseur externe sophistiqué prévu

pour améliorer les lecteurs de CD. Notre étonnement avait été grand et

nous avons alors posé la question de savoir

si ce convertisseur extérieur, le DPAC, conservait son efficacité et

ils avaient alors été obligés de nous avouer que non. La démonstration

très concluante de l'efficacité de l'horloge unique ne va pas arranger

les constructeurs qui proposent des amplis ou préamplis à convertisseur intégré mais,

pour le moment, favoriser la continuité des liaisons analogiques surtout quand on peut acquérir un lecteur muni du DPAC pour moins de 3 500 F (Kenwood 880 SG).

Mais revenons à notre ensemble SONY. Nous l'avons écouté

sous tous les angles. Il a la même analyse du signal numérique que le

Kenwood 1100 SG mais la partie analogique est moins

froide et «chante» beaucoup plus. Pour le moment c'est la nouvelle

«Référence».

J.C.T

Nettoyeur de CD Track-mate



Cette petite boîte va vous changer l'avis.

Elle se trouvait dans notre tiroir depuis quelques mois mais nous ne

l'avions pas prise très au sérieux : «Les CD ne sont-ils pas inaltérables?».

Par un heureux hasard nous avons eu à nettoyer un de nos disques

d'écoute et alors !... Pour le moment,

nous n'avons pas réussi à expliquer pourquoi,

mais les CD traités, bien qu'ils soient encore un peu humides

quand on les pose dans le lecteur, semblent complètement «transparents».

Jusqu'à présent nous étions un peu contre les systèmes

à rajouter au CD car ils ne nous avaient pas convaincus. Ce nettoyeur nous a stupéfiés

et, bien qu'il nous crée des contraintes supplémentaires,

nous l'utilisons maintenant régulièrement.

J.C.T

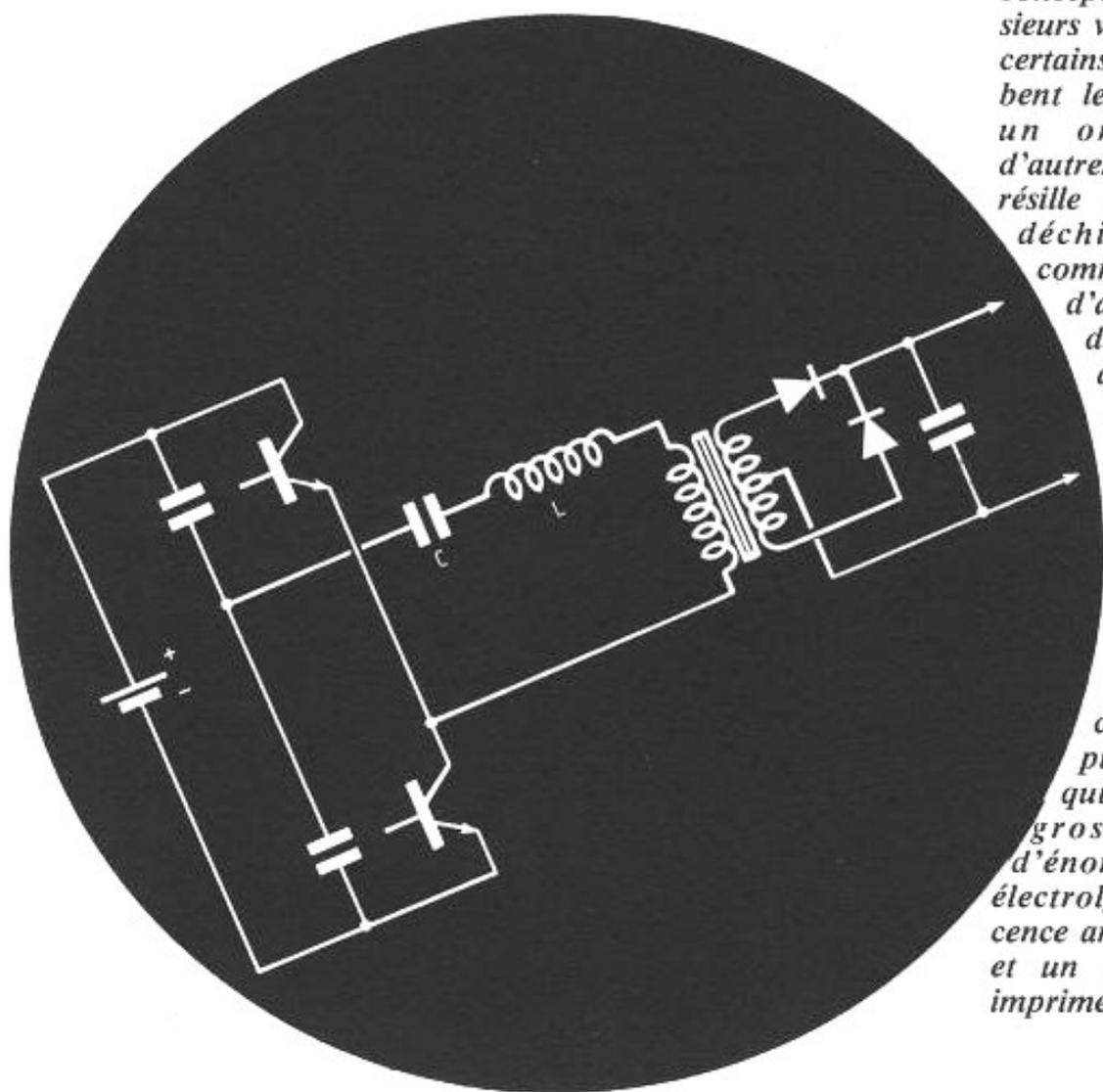


**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

LES ALIMENTATIONS A RESONANCE

J'aime à me pencher sur les entrailles des amplificateurs à transistor pour y «deviner» les solutions retenues par les concepteurs. Je connais plusieurs voies pour y parvenir : certains amplificateurs exhibent leurs composants dans un orgueil impudique, d'autres se dérobent sous une résille métallique et il faut déchiffrer leurs traits comme sous une voilette, d'autres gisent écorchés dans les festivals et autres salons, enfin certains sont parfois livrés à notre merci et un tournevis permet alors de violer leur intimité. La structure est presque toujours la même ; elle correspond à la technologie des circuits électroniques de puissance d'il y a une quinzaine d'années : un gros transformateur, d'énormes condensateurs électrolytiques, l'arborescence anodisée des radiateurs et un ou plusieurs circuits imprimés.



Alors que, sous des contraintes économiques, l'électronique de puissance a beaucoup évolué pour réduire les poids, les volumes et les coûts, tout en accroissant le rendement, les amplificateurs de puissance audio, à de très rares exceptions près, se sont gardés d'une telle évolution. Ce conservatisme s'explique par les limitations en fréquence et les signaux parasites des circuits à découpage. Pour la partie alimentation l'évolution de la technique et l'apparition d'un nouveau type de circuit d'alimentation, les alimentations à résonance, sont susceptibles de tout remettre en cause et de conduire à une évolution prochaine des amplificateurs de puissance.

L'alimentation des circuits audio s'inscrit dans une perspective plus vaste : la distribution de l'énergie électrique. Tout a commencé avec l'invention de la pile électrochimique par Alessandro Volta au début du 19^{ème} siècle, puis ce furent les inventions de la dynamo et de l'alternateur. Avec celle du transformateur (par Michael Faraday vers 1830), elles ont fixé au début de notre siècle les normes actuelles de fabrication et de distribution de l'électricité.

On utilise le courant alternatif car il permet un transport de l'énergie électrique avec moins de pertes : en effet celles-ci sont liées à l'intensité du courant transporté, alors que l'énergie transportée est fonction du produit de l'intensité par la tension. On comprend donc pourquoi, plus la tension est élevée, plus les pertes sont réduites. Le transformateur électrique est un moyen très commode pour faire varier la tension d'un courant alternatif. On utilise donc des tensions extrêmement élevées pour le transport sur des longues distances (jusqu'à plusieurs millions de volts) et des tensions plus basses et moins dangereuses pour la distribution domestique. Tant que des supraconducteurs à température ambiante n'auront pas été découverts, il y a peu de chances que ce principe évolue.

Les circuits audio utilisent des transistors ; or les transistors sont des dispositifs qui fonctionnent avec des polarités constantes, même si les signaux délivrés sont des signaux alternatifs. Les

circuits audio demanderont donc des tensions continues pour leurs alimentations.

Ces tensions doivent être stables pour deux raisons : la valeur de la tension définit le point de polarisation des transistors et influe ainsi sur leur fonctionnement. Les concepteurs de schémas ont beau concevoir des circuits qui cherchent à s'affranchir des variations de la tension d'alimentation, la plage de fonctionnement des circuits est limitée et la tension pour un fonctionnement optimum très précise. Ensuite la valeur de la tension définit la puissance maximale que peut fournir l'amplificateur : le ou les transistors de sortie étant alors à saturation et cherchant à se comporter en court-circuit, la tension d'alimentation module directement le signal de sortie. Ce comportement de l'amplificateur étant un état extrême qu'il convient d'éviter.

Il y a plusieurs raisons pour que la tension d'alimentation

varie : la tension délivrée par le réseau électrique n'est pas absolument stable, à cause des variations de consommation dans le voisinage. Les variations de tension peuvent dans certains cas atteindre 10 %. Ensuite la variation de la consommation propre de l'amplificateur induit dans les pertes locales des variations de tension (voir fig. n°1).

La solution la plus généralement retenue pour les amplificateurs de puissance consiste à utiliser pour les transistors de sortie une tension simplement redressée et filtrée et pour les circuits qui précèdent et qui sont moins voraces en énergie une alimentation dite stabilisée qui réduit les fluctuations de la tension fournie. L'alimentation d'un amplificateur de puissance comprend donc :

- un transformateur qui assure la fourniture de tensions alternatives pouvant être isolées les unes des autres et différentes de la tension secteur. Il assure en

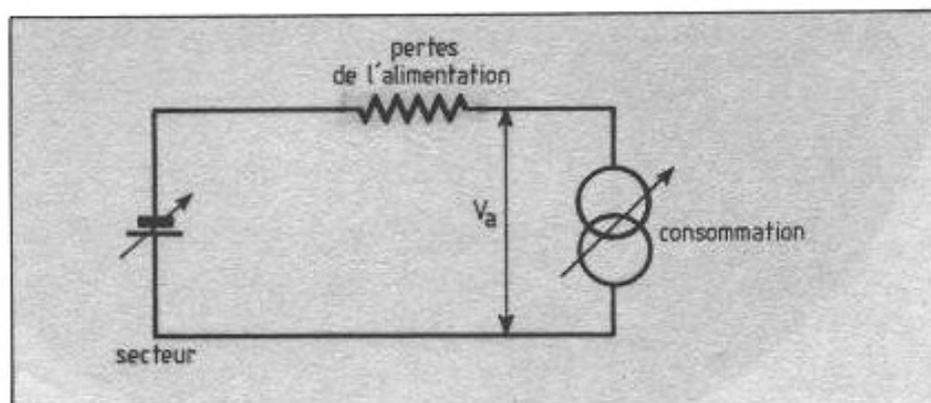


Fig. 1 : Les causes de variations de tension dans une alimentation non régulée.

outre un isolement galvanique par rapport à la distribution électrique ; les normes de sécurité interdisent maintenant des circuits utilisateurs reliés au secteur.

- des circuits de redressement à diodes qui transforment les tensions alternatives en tensions continues.

- des circuits de filtrage, le plus souvent réduits à des condensateurs électrochimiques qui stockent de l'énergie électrique qu'elles restituent partiellement pendant les creux de la tension redressée.

- et parfois des circuits de régulation de tension électroniques.

Quand les puissances à fournir augmentent, tous ces éléments deviennent plus gros et plus lourds :

les transformateurs transmettent de l'énergie magnétique entre les enroulements primaires et secondaires. L'énergie qu'un transformateur peut accumuler est limitée par la saturation du matériau magnétique utilisé (en général du fer doux au silicium), l'énergie que peut donc transmettre un transformateur est limitée par la masse de matériau magnétique et par la fréquence utilisée. La fréquence de 50 Hz (parfois 60 Hz) est imposée par le réseau électrique, elle est le résultat d'un compromis industriel lié à la taille des transformateurs, leur simplicité de réalisation (ils deviennent plus compliqués quand la fréquence croît) et aux alternateurs (la fréquence fournie est directement liée à leur vitesse de rotation). On notera avec intérêt que pour alléger les circuits électriques, l'aviation a retenu un standard à fréquence plus élevée : 400 Hz.

Les circuits de redressement ne sont pas de taille importante en général. Leur taille augmente bien avec la puissance, mais cette augmentation est faible et ils deviennent plus discrets.

Les condensateurs de filtrage augmentent aussi leurs tailles

avec la puissance ; l'impédance du haut-parleur étant fixe, l'accroissement de puissance se traduit, et par une augmentation de tension et par une augmentation de courant. Cet accroissement de tension se retrouve aux bornes du condensateur de filtrage. L'ondulation de la tension filtrée est (en première approximation) proportionnelle au courant fourni et inversement proportionnelle à la capacité du condensateur de filtrage ; l'accroissement du courant conduit donc à une augmentation de la valeur de la capacité. La recherche d'une puissance supérieure étant souvent liée à la recherche d'une meilleure qualité, on tend en plus à réduire l'ondulation et l'augmentation des capacités des condensateurs de filtrage va ainsi, souvent au delà de ce que réclamerait le strict maintien d'une ondulation constante.

Les alimentations à découpage

Par rapport à la structure traditionnelle que nous venons de voir, les alimentations à découpage apportent deux principales modifications : le choix d'une fréquence de travail plus élevée

pour le transformateur et la possibilité d'introduire une régulation au niveau du signal alternatif généré.

Pour pouvoir choisir une fréquence plus élevée pour le transformateur, il faut modifier la structure de l'alimentation (voir figure n°2) et ajouter en tête un redressement, un filtrage et un découpage qui génère un courant alternatif. L'utilisation d'une fréquence plus élevée permet de réduire de façon très importante la taille du transformateur même si les pertes dans le matériau magnétique contraignent au choix d'un matériau (ferrite) ayant une perméabilité moins élevée.

Une fréquence plus élevée permet d'utiliser des condensateurs de plus faible capacité pour fournir le courant pendant les creux de la tension redressée ; dans certains cas (pas de régulation) ces creux peuvent être extrêmement brefs.

Les pertes dans les transistors correspondent à la puissance qui y est dissipée, c'est-à-dire le produit de la tension à leurs bornes par le courant passant ; la réduction des pertes passe donc par recherche de l'annulation alter-

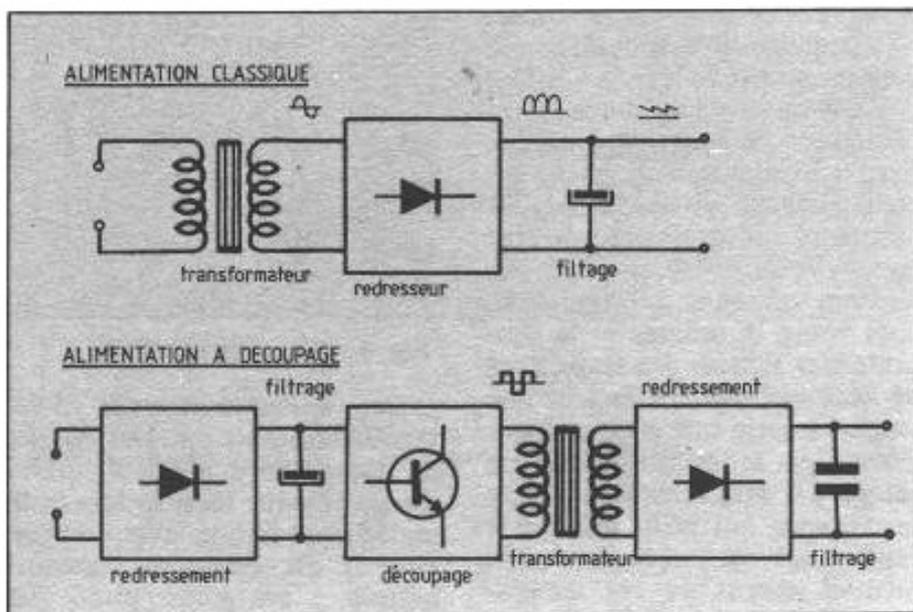


Fig. 2 : Evolution vers le découpage.

née de l'un des deux facteurs : les transistors qui attaquent le transformateur seront soit bloqués (intensité nulle), soit saturés (tension faible) ; cela conduit à des signaux alternatifs de forme carrée.

La figure n°3 nous montre le schéma de principe d'un tel découpeur ; les deux transistors y sont commandés en opposition de phase avec un facteur de forme égal à 0,5. Dans le cas d'un circuit parfait, le condensateur de filtrage de sortie n'est même pas nécessaire. Malheureusement, en électronique aussi, la perfection n'existe pas, de nombreux problèmes se posent, ils concernent surtout le transformateur et les transistors.

Le transformateur doit transmettre des signaux carrés, qui sont très riches en harmonique. On retrouve ici un problème bien connu dans les amplificateurs à tube : la conception de transformateur de puissance large bande avec des problèmes de pertes dans le matériau magnétique et de composants parasites qui limitent la bande : selfs parasites et capacités parasites. Cela conduit à utiliser des matériaux magnétiques susceptibles de travailler à des fréquences élevées, et à réaliser des enroulements très sophistiqués (bobinage en galette par exemple).

Les limitations de bande (comportement en hautes fréquences des transistors de puissance, self série parasite et condensateurs parallèles parasites) se traduisent par des temps de montée des signaux carrés, non nuls. Pendant toute la montée et la descente des signaux les transistors de découpe voient à la fois une tension importante et un courant élevé. Cela se traduit pendant la rampe par une forte dissipation instantanée qui vient réduire le rendement et complique le refroidissement de ces transistors. Ces transistors impliquent aussi des risques de destruction des transistors. Les selfs parasi-

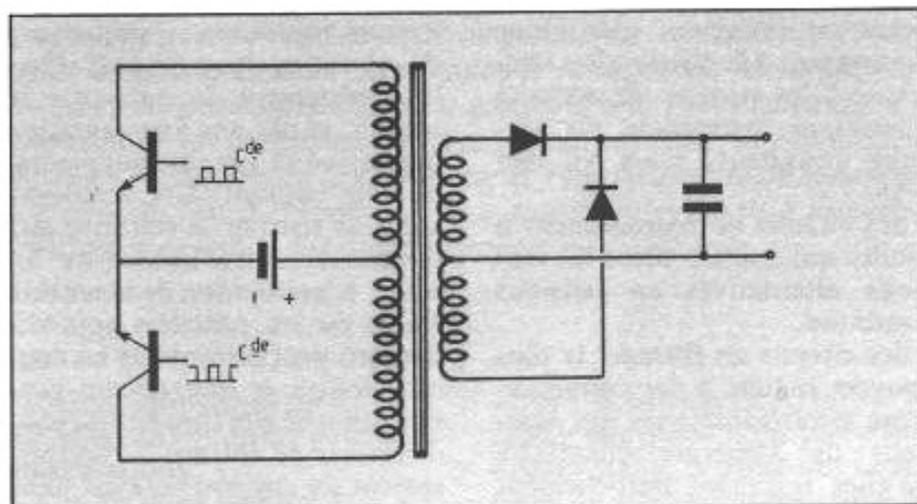


Fig. 3 : Découpeur simple.

tes peuvent également générer des surtensions dangereuses pour les transistors lors des commutations.

Plus la fréquence est élevée, plus la durée des flancs est critique pour le rendement et plus les transistors (surtout s'ils sont bipolaires) sont difficiles à commander.

La découpe permet, en jouant sur le facteur de forme, d'obtenir une transmission variable d'énergie électrique et donc, en utilisant une boucle de contre-réaction qui agit sur ce facteur de

forme, une régulation de la tension de sortie.

La figure n°4 nous montre un exemple simple de convertisseur continu-continu. Le transistor monté en court-circuit permet de charger la self en courant quand il est conducteur. Quand il se bloque, le courant débité par la self charge le condensateur de sortie à une tension plus élevée que la tension d'entrée. Ce circuit se comporte donc comme une espèce de transformateur fonctionnant avec des courants continus.

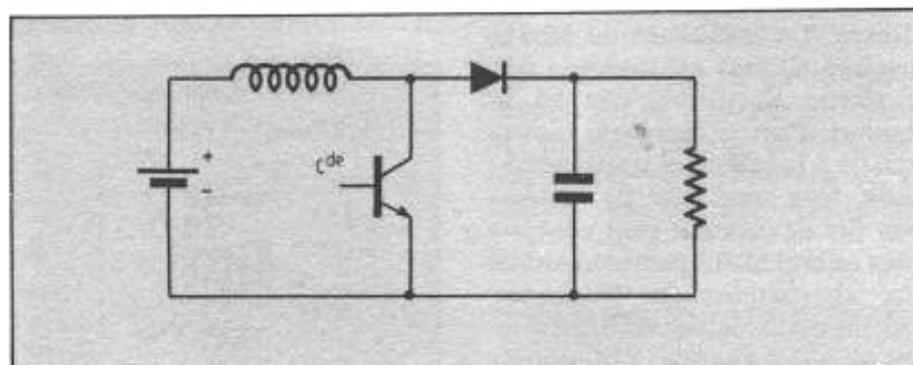


Fig. 4 : Elévateur de tension.

Cet exemple simple n'est jamais utilisable dans les cas qui nous concernent, mais il permet de comprendre les principes utilisés en association avec le principe de découpe avec transformateur ; on utilise plutôt les schémas de la figure n°5.

Ce type de circuit permet de réaliser des alimentations plus

petites, plus légères, dissipant moins, ayant un meilleur rendement, plus complexes, plus difficiles à concevoir. Elles sont donc plus coûteuses à étudier, mais moins chères à fabriquer et plus économiques à l'usage. Elles s'imposent donc à partir d'une certaine quantité et cette quantité critique varie en sens inverse

des puissances mises en jeu. Par exemple dans un domaine voisin de l'audio, les téléviseurs, qui consomment de l'ordre d'une centaine de watts, sont maintenant tous équipés de ce genre d'alimentation. Les séries mises en jeu et l'argument commercial de la consommation ont conduit les industriels à utiliser cette technique.

Dans le domaine audio où les séries sont comparables nous n'avons pas constaté la même évolution : en effet, ces alimentations se prêtent mal au domaine audio. Si la fréquence de découpe utilisée est dans la bande audio, des parasites à cette fréquence vont polluer tous les signaux et l'alimentation va se comporter directement en source sonore. On comprend que ce défaut est rédhibitoire.

Il est possible de réaliser des alimentations utilisant une fréquence ultra-sonore, mais elles sont plus difficiles à concevoir et à réaliser et donc plus chères. De toutes façons les fréquences utilisables avec les principes énoncés plus haut se limitent à quelques dizaines de kilohertz. Pour des raisons de stabilité la boucle de régulation qui régule la tension de sortie ne doit avoir aucun gain à la fréquence de découpe et, à cause des marges de phase nécessaires, à des fréquences bien inférieures, l'alimentation n'aura donc guère de gain aux fréquences audio et ne saura pas réagir rapidement aux variations de consommation liée au signal audio amplifié.

Les alimentations à résonance

L'évolution de la technique et l'apparition des alimentations à résonance permettent maintenant de passer outre les limitations que nous venons de voir. Il est maintenant possible de faire travailler des alimentations à découpage à des fréquences très élevées : les limitations venant des transistors et des transforma-

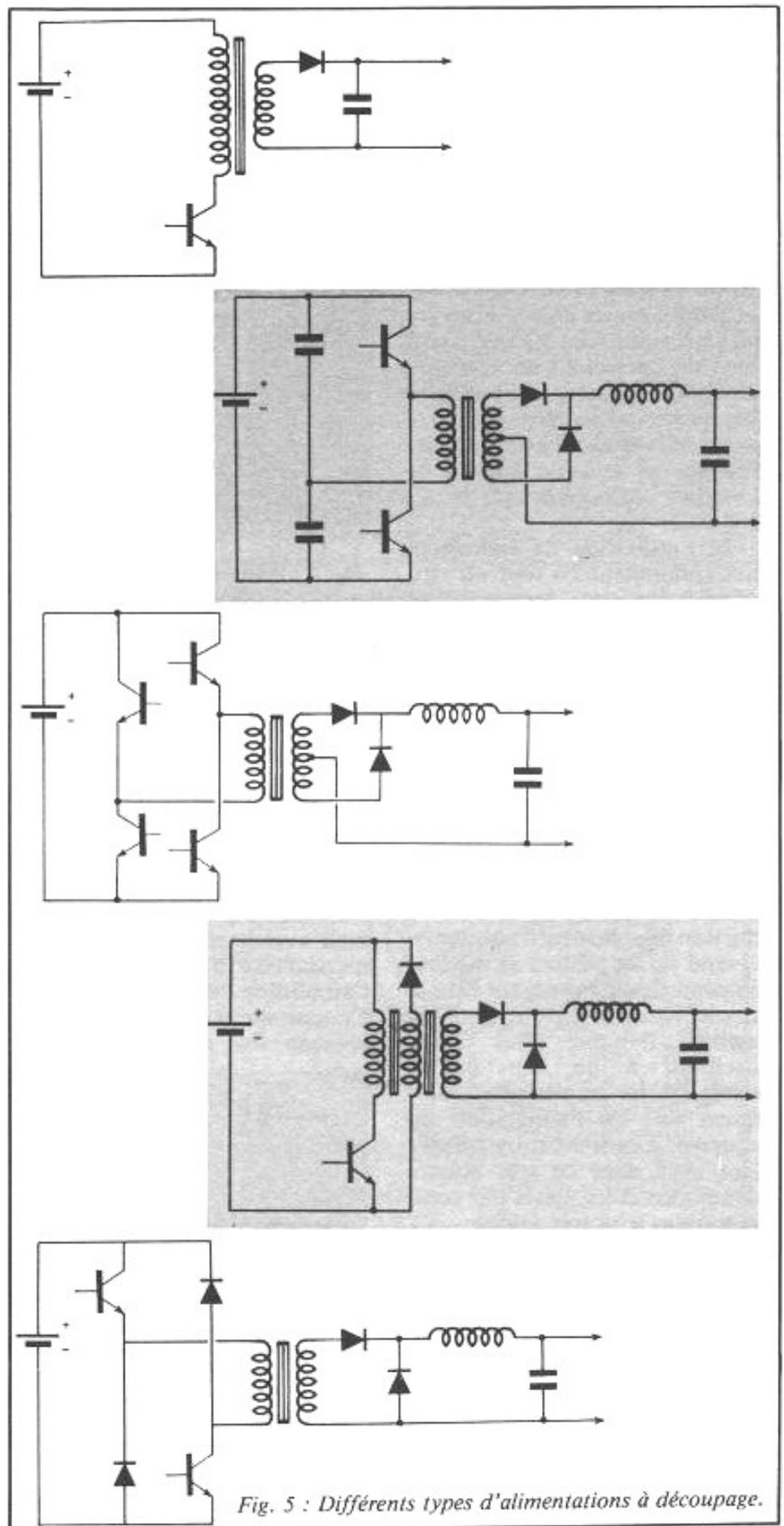


Fig. 5 : Différents types d'alimentations à découpage.

teurs ont pu être repoussées ; pour les transistors, grâce à l'apparition des transistors de puissance à effet de champ, pour les transformateurs grâce à une nouvelle conception des alimentations.

En effet, les problèmes des transformateurs proviennent des signaux carrés et de la largeur de bande correspondante ; en travaillant à bande étroite avec des signaux sinusoïdaux, il est possible de prendre en compte (comme dans les circuits radio à bande étroite) les éléments parasites (selfs et capacités) et de les intégrer au schéma, au lieu de chercher désespérément à les réduire.

Et l'utilisation de transistors qui commutent en tout ou rien (c'est-à-dire dans les meilleures conditions pour le rendement) est compatible avec des signaux sinusoïdaux grâce à un circuit résonant (d'où le nom de ces alimentations) qui intègre le transformateur et utilise ses éléments parasites comme composants.

La figure n° 6 nous montre un exemple de schéma possible pour une telle alimentation. La principale différence par rapport aux schémas précédents est l'introduction des éléments résonants. Quand les transistors se mettent en conduction, le courant dans le circuit résonant est une sinusoïde amortie (réponse d'un circuit oscillant à un échelon de tension) ; les transistors se bloquent lors de l'annulation du courant. Les transistors travaillent ainsi dans de très bonnes conditions et les pertes par commutations sont très faibles.

Le circuit résonant peut être réalisé de deux façons (voir fig. n°7). La régulation peut être obtenue de plusieurs manières : le circuit résonant est un filtre avec une certaine sélectivité (voir fig. n° 8), il est donc possible de faire varier le bilan de transmission en faisant varier la fréquence de commande, ou en faisant évoluer la fréquence de

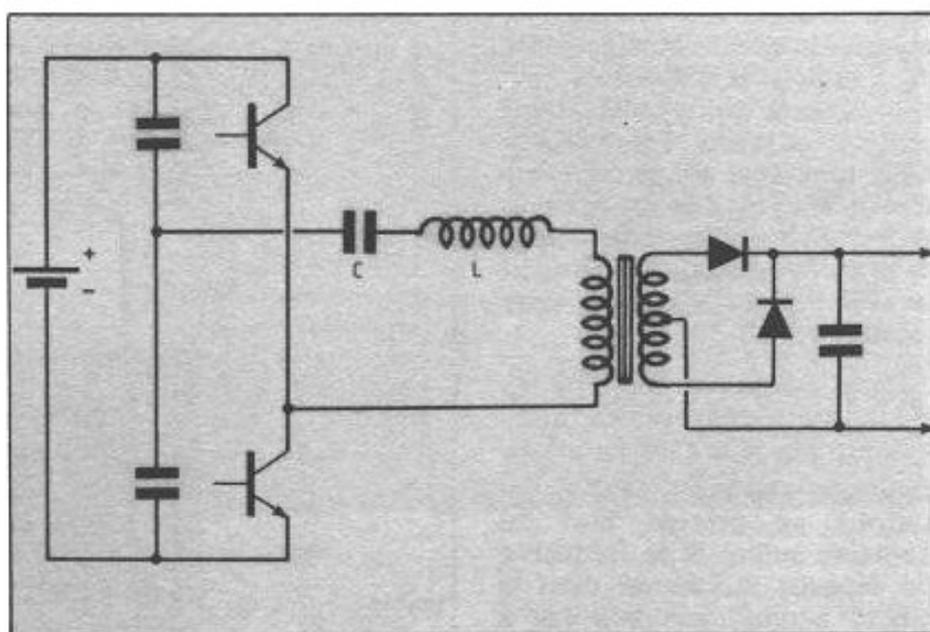


Fig. 6 : Alimentation à résonance : schéma de principe.

résonance. On peut aussi jouer sur le redressement, en remplaçant les diodes par un redressement contrôlé.

L'alimentation peut travailler à des fréquences de plusieurs centaines de kilohertz avec les avantages liés à une fréquence très élevée : transformateur et condensateur de filtrage de taille réduite (le condensateur de tête continue à travailler à 100 Hz, mais avec la régulation qui suit, on peut être moins exigeant pour l'amplitude de l'ondulation). Comme elle travaille à fréquence presque fixe avec des signaux

sinusoïdaux, les parasites sont fortement réduits et faciles à éliminer. Bien que la boucle de régulation soit assez complexe, à cause de la fréquence de découpe très élevée, la boucle peut rester efficace aux fréquences audio.

Grâce au circuit résonant, l'alimentation est naturellement protégée contre les court-circuits en sortie. De même elle supporte très bien de fonctionner à vide. Sa grande dynamique de sortie la rend particulièrement intéressante pour les amplificateurs audio dont la consommation fluctue beaucoup.

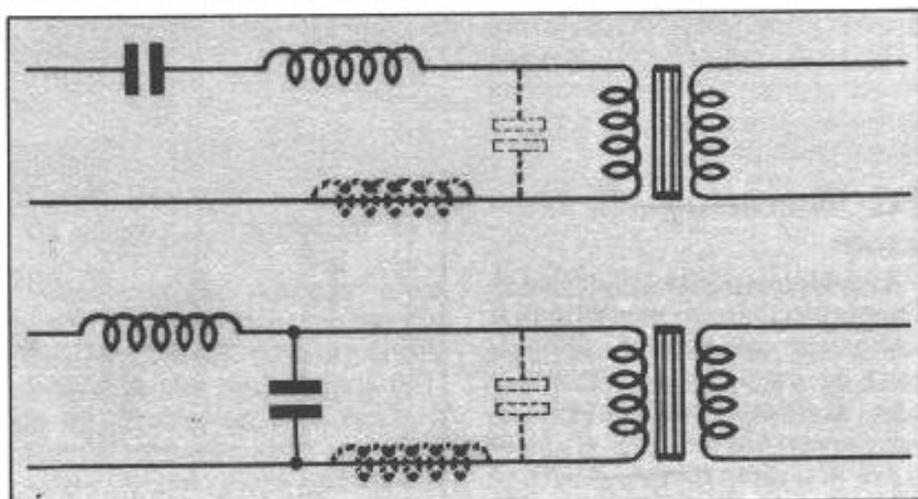


Fig. 7 : Les deux façons de réaliser le circuit résonant (les éléments parasites sont représentés en pointillés).

Quels sont les inconvénients d'une telle alimentation, une telle merveille pourrait-elle ne pas avoir de défauts ? Certes, elle en possède mais ils sont limités : la conception est assez délicate à cause des fréquences élevées. Les composants et l'implantation doivent aussi être compatibles d'un travail en HF. Le condensateur du circuit résonant doit accepter fréquence élevée et courant important et doit être sélectionné avec soin. Mais tous ces composants existent et ne posent pas de problèmes particuliers.

Ce bref exposé ne prétendait nullement rentrer dans les détails (il existe de très bons ouvrages

qui parlent des alimentations à découpage) mais en s'attachant aux principes de base, a tenté de vous montrer l'intérêt que les alimentations à résonance pouvaient présenter dans le domaine audio. Pour les applications extrêmes, qui se moquent des poids, des encombrements et du rendement, il n'y a sans doute

rien de changé, mais pour les amplificateurs du commerce même de haut niveau, je pense que les alimentations à résonance peuvent permettre des réductions de poids, de volume et donc de prix. Nous verrons dans les années qui viennent si les constructeurs partagent mon analyse.

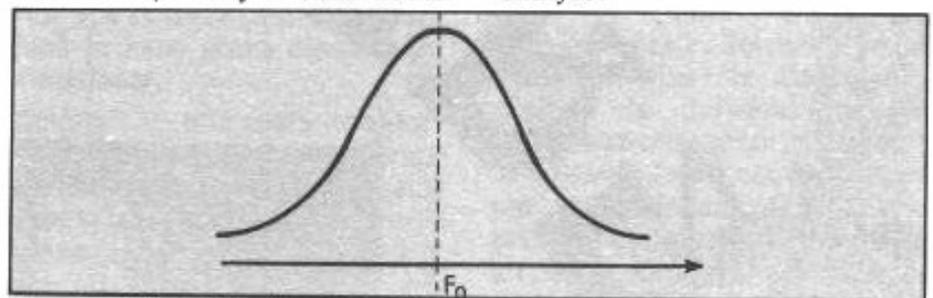
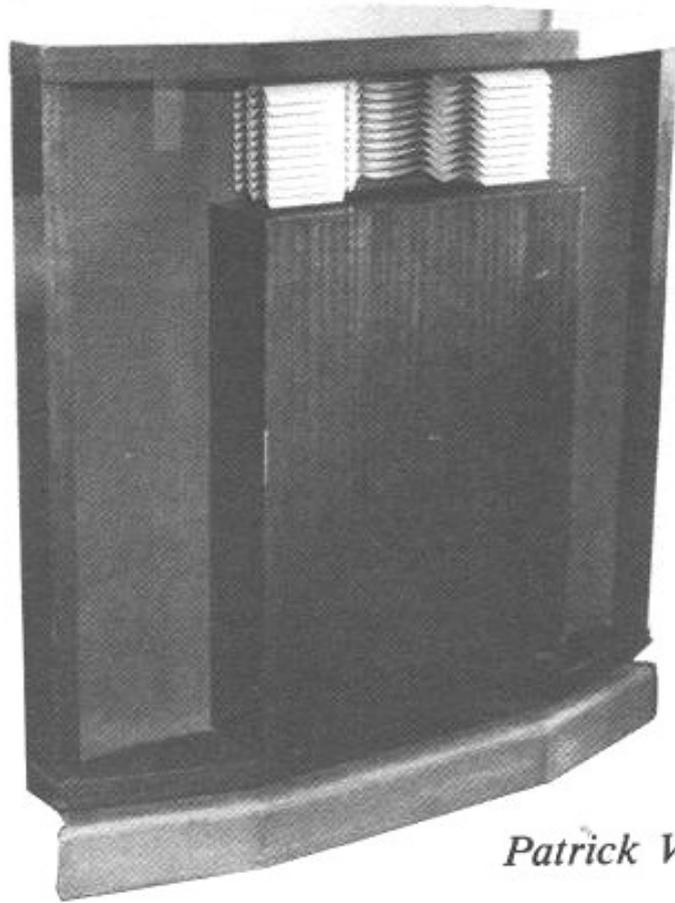


Fig. 8 : Gain en fonction de la fréquence d'un circuit résonant.

RAGVÈRE

J.B. LANSING
HARTSFIELD



Patrick Vercher

I

Il est toujours enrichissant de se pencher sur les technologies du passé, pour mieux saisir les progrès accomplis mais aussi, mieux se rendre compte que, finalement, selon l'expression consacrée « on n'a rien inventé », tout est une évolution. Ainsi, on peut dresser un parallèle entre les matériels audio et les automobiles. Toutes les techniques de base ont été pour ainsi jetées sur le papier et expérimentées, dès le début de ce siècle, ainsi : transducteurs électrodynamiques, électrostatiques, isodynamiques, charge par baffle plan, pavillon ou évent, pour les uns, arbres à cames en tête, multi-soupapes, compresseurs, turbos, quatre roues motrices, pour les autres.

Aussi, dans cette rubrique, nous voudrions faire passer ce « souffle » formidable de génies d'invention, au travers de matériels, parfois délirants, mais ô combien attachants et finalement pas si démodés que celà...!

La Hartsfield, pour de nombreux audiophiles du monde entier, est une enceinte « Mythique ». Beaucoup d'entre vous en ont entendu parler, vu quelques photos, mais très peu ont pu l'approcher et encore moins l'écouter.

Ma première rencontre avec la Hartsfield remonte à 1961 dans l'un des deux grands salons de musique de chez Heugel rue Vivienne. Cet éditeur de partition de musique fut l'un des tout premiers auditoriums parisiens. Il importait aussi à l'époque les haut-parleurs James B. Lansing Sound Inc ainsi que les électroniques Sherwood.

En poussant timidement la porte (à l'époque j'avais 14 ans) je ne m'attendais pas être reçu aussi cordialement par M. Merlin. A ma demande : « Puis-je écouter ce qui se fait de mieux ? » il me consacra beaucoup de temps, sachant pertinemment que je n'avais pas l'âge ni les moyens de me procurer un système composé : d'une platine Reck-O-Kut (ancêtre de l'Empire) avec une cellule Clément, d'une électronique Sherwood et d'une Hartsfield. C'était encore l'époque de la mono bien que la stéréo pointait déjà ses deux canaux. Cette démonstration est restée à tout jamais gravée dans ma mémoire. Je me souviens encore du frisson passé à l'écoute des cris des femmes à l'annonce de la mort d'Oreste dans l'opéra Elektra de Richard Strauss. Par rapport aux autres enceintes de l'époque le grand son de la Hartsfield tranchait tellement que l'on ne pouvait avoir les mêmes sensations auditives qu'au cinéma...

Je m'en retournais chez moi et, selon la formule consacrée, je me jurai qu'un jour, quand je serais grand, j'aurais une Hartsfield.

Les années ont passé et au cours d'un voyage au Japon j'ai pu écouter une copie très soignée de cette enceinte chez Mr Shira-

kawa dont le système a été décrit dans la NRDS de novembre 1979. Cette version fonctionnait en trois voies et non en deux voies comme à l'origine et en triamplification. Les résultats d'écoute étaient excellents avec une impression de légèreté dans le bas médium que l'on ne trouve que sur des électrostatiques ! plus une richesse d'informations dans le haut grave absolument stupéfiante.

Mais, je n'arrivais toujours pas à mettre la main sur l'original malgré de nombreux contacts dans le monde entier. A la source même, chez JBL en Californie, j'ai pu obtenir auprès de M. Margolis les plans d'origine de l'une des versions de la Hartsfield. Devant l'incroyable complexité du pavillon replié (plus de 90 pièces différentes en bois), tous les ébénistes ont baissé les bras.

Enfin il y a 4 ans un coup de téléphone : « j'ai entendu parler

par un ami preneur de son que vous recherchez une grosse enceinte « Lansing ». Voilà je n'y connais rien mais avec l'appartement que je viens d'acquérir il y a aussi des chambres de bonnes et dans l'une d'elles un gros meuble qui ressemble à une enceinte mais qui n'en n'est peut être pas une car on ne voit pas les haut-parleurs ». Intrigué, je lui demande plus de détails et, d'après la description, cela devait être cette chère Hartsfield. Je vais sur place « septième étage par un escalier en colimaçon d'à peine la largeur d'un homme et au bout d'un couloir sordide, une chambre de bonne réaménagée en duplex avec, dans un capharnaüm impensable, la Hartsfield. L'ébénisterie a véritablement souffert de nombreuses libations (bougies fondues ayant brûlé le beau placage, trace collante de coca-cola, lentille acoustique passablement tordue).



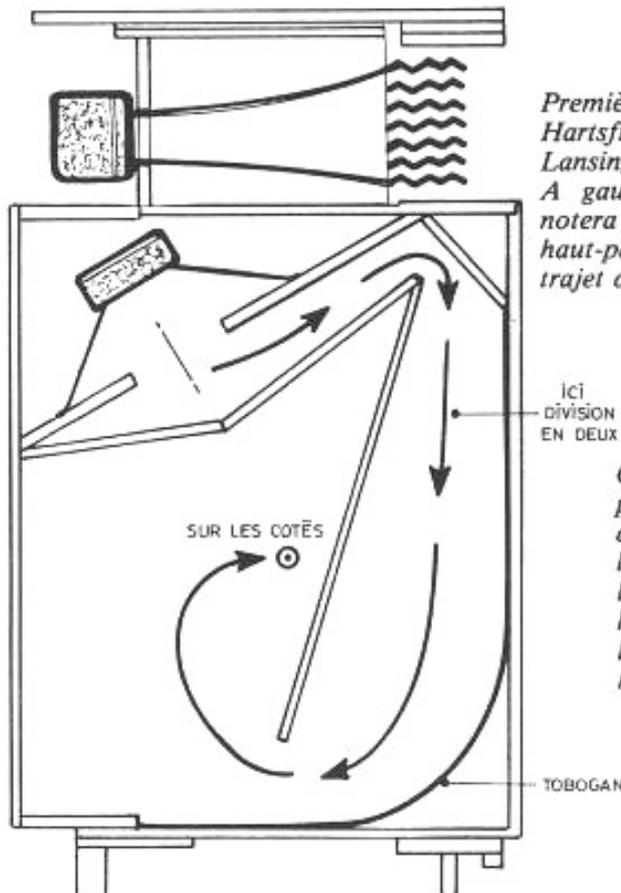
Aucune importance, la transaction fut faite sur le champ et j'appris par la même occasion que cette enceinte passablement délabrée avait appartenu à l'acteur Michel Simon. Il a écouté en mono jusqu'à la fin de ses jours d'où l'explication d'une seule enceinte. Grand défenseur d'animaux, il possédait un nombre incalculable de chats qui ont fait leurs griffes sur le tissu de protection des sorties latérales des pavillons. Après avoir passé un grand moment de musculation à descendre le monstre, environ 80 kg, de son perchoir par le même escalier qui m'est apparu encore plus étroit, véritable « descente physique aux enfers », je me précipitais à l'écouter... Consternation...

Cela n'avait rien à voir avec mes premières impressions et encore moins avec l'écoute effectuée chez notre ami japonais. Sonorité de tonneaux, manque total d'aigu, médium dur et mal défini, coloration terrible de

pavillon, vibration de la lentille. Après un moment de désenchantement, j'essaie de cerner les problèmes et commence à voir du côté du filtre. Le commutateur de niveau à trois positions est complètement oxydé. Démontage, remise en état des lamelles, remplacement des câbles de liaison (ceux d'origine tombaient en poussière). De même, sur la chambre de compression, désoxydation des bornes auto-serrantes, recentrage du pavillon sur le moteur, resserrage de la lentille acoustique. Une écoute rapide. Ça va déjà un peu mieux la définition est nettement supérieure, le médium est plus doux et le grave plus alerte mais toujours pas d'aigu. Je m'en doutais un peu, une 375 ne monte guère plus haut que 12 kHz.

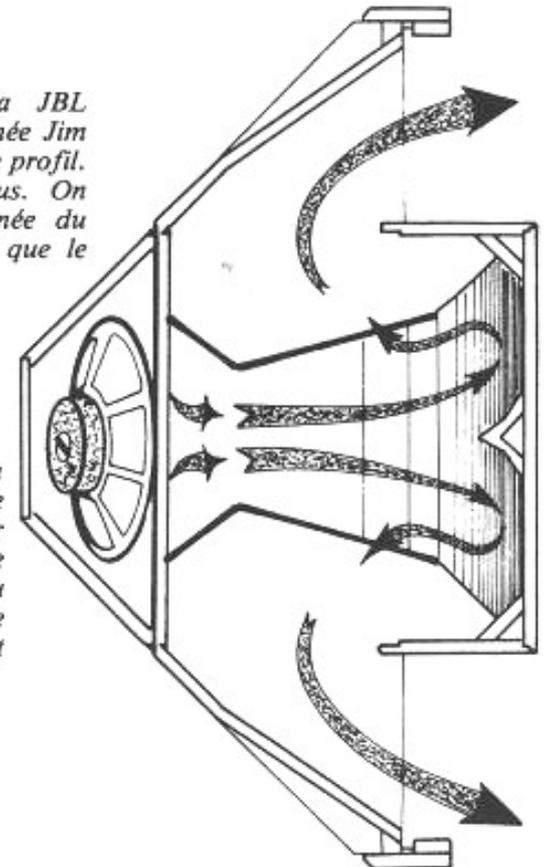
Ayant un tweeter 0,75 sous la main et un filtre N5000 j'ai branché le tout et après ajustage des niveaux et placement géométrique correct du tweeter, la Hartsfield est devenue une trois voies.

D'un seul coup elle a repris vie et est devenue beaucoup plus précise sur les transitoires, il restait le problème de coloration importante dans le haut grave et une absence totale d'extrême grave, avec une sonorité de contreplaqué « léger ». L'accès au haut-parleur grave s'effectue par une trappe sur le dessus de l'enceinte supportant aussi l'équerre de maintien de la chambre de compression. C'est la seule et unique pièce en bois vissée, tous les autres éléments constitutifs du pavillon sont cloués et collés. Le démontage du haut parleur grave me renseigna non seulement sur la référence exacte du haut-parleur, D 150-4C, mais je me rendis compte qu'un précédent démontage avait été effectué certainement entre deux tournées bien arrosées, car la bouche étroite du pavillon grave était en partie obstruée par un vieux chiffon en boule qui bloquait partiellement la membrane. Rien d'étonnant qu'il n'y ait pas de



Première version de la JBL Hartsfield vers 1957 (signée Jim Lansing). A droite vue de profil. A gauche vue de dessus. On notera la position inclinée du haut-parleur grave, ainsi que le trajet de l'onde.

Cependant, sur un plan, il est difficile de bien s'imaginer le parcours de l'onde. A l'arrière du haut-parleur grave le volume est clos et non amorti.



grave. La suspension périphérique du D 150 est certes très rigide, d'origine, mais tout de même il lui faut un minimum de liberté de débattement.

Après remontage, le niveau de grave s'est considérablement accru avec une légère bosse autour de 90 Hz et une coupure relativement rapide en dessous de 50 Hz. L'écoute en mono d'une enceinte renseigne immédiatement sur ses défauts, qui deviennent vite intolérables, alors qu'en stéréo, par certains effets de compensation, ces défauts sont beaucoup plus atténués. A l'époque de la Hartsfield, les cellules ne montaient pas très haut, pour cette raison l'extrême-aigu n'était pas indispensable. Par contre, là où elle pourrait en remonter à bien des enceintes actuelles, c'est dans l'énergie, la surface de rayonnement, la légèreté du bas médium et du médium avec une ouverture incroyable. Son placement en encoignure prolonge par les

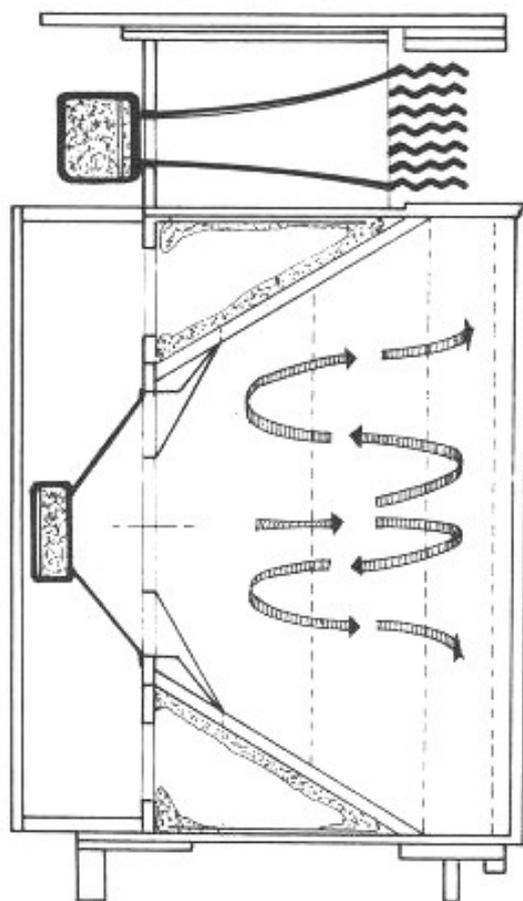
murs latéraux le pavillon. Cependant, selon le volume de la pièce, on peut légèrement les décoller pour éviter des bosses de résonance autour de 80 Hz. On peut écouter cette enceinte pendant de longues heures sans ressentir de fatigue auditive, car l'aération est permanente. On peut certes ressentir sur certains instruments à cordes quelques colorations de pavillon médium (résonances parasites de la fonte et infimes vibrations des lamelles de la lentille acoustique), mais par contre, une fois le niveau correctement réglé, aucune dureté n'est ressentie. Elle excelle véritablement sur les voix, qui ont une présence saisissante, sans effet de projection ainsi que sur le piano, dont toute la puissance acoustique est rendue sans difficulté.

Le paradoxe avec cette « grosse enceinte » réside dans sa délicatesse, sa rapidité de transitoire dans toute la zone 100-800 Hz. On peut rapprocher

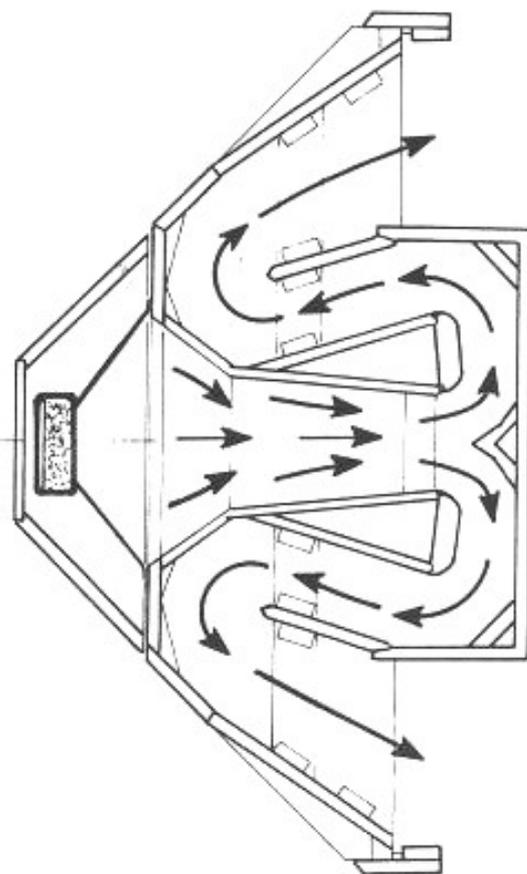
sa transcription d'une Klipsch, mais avec un médium plus « percutant » pour la JBL et si on ajoute un tweeter, un peu moins cohérente entre le médium et l'aigu (les dernières versions Klipschorn ont une mise en phase exceptionnelle). Comme pour le placement, la Hartsfield est très sensible aux électroniques. Les meilleurs résultats sont obtenus soit avec des amplis de style Mos Fet (Perreaux), soit avec des tubes (une merveille avec un D 79 C Audio Research, un MV 45 Conrad Johnson, ou un JH 50).

35 ans après, le plus surprenant, certainement pour le néophyte, est l'incroyable capacité dynamique de la Hartsfield avec les disques CD actuels, cette dynamique s'exprime vraiment en liberté sur cet ancêtre, sans pour autant casser les oreilles.

On peut aisément réactualiser cette enceinte, pour plus de finesse, par l'ajout d'un tweeter à haut rendement, JBL 077 ou



Deuxième version de la JBL Hartsfield selon les plans JBL et dont les japonais ont fait de nombreuses copies. A droite, vue de profil, à gauche vue de dessus. La charge avant s'apparente à celle d'une Klipsch bien que la forme de l'embouchure devant le haut-parleur soit différente. Là aussi, un véritable cauchemard d'ébéniste.



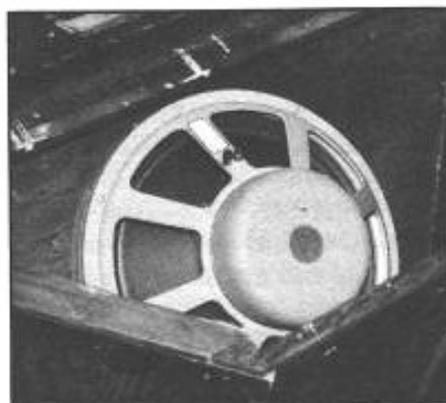
075, en soignant le câblage, et en amortissant le pavillon médium de section rectangulaire de la 375.

Descriptif

D'après mes recherches sur la Hartsfield, il existerait en fait deux versions. La première a dû sortir vers la fin 1956 et la deuxième en 1959. Extérieurement, rien ne les différencie l'une de l'autre. Par contre, à l'intérieur, le pavillon replié est totalement différent. Sur la première version que je possède, et qui m'a demandé pas mal d'heures de contorsions avec miroir placé à la sortie et à l'embouchure du pavillon pour tenter de suivre le trajet des ondes, le haut-parleur grave de 38 cm D-150 est placé incliné en-dessous de la chambre de compression dans un tout petit coffret clos de section triangulaire. La membrane de ce haut-parleur regarde directement une embouchure de petite surface débouchant sur un premier repli serré dirigé vers le haut, qui fait ensuite un premier coude allant en s'évasant vers le bas et subdivisé en deux. C'est la partie placée à l'arrière du coffret plaqué que l'on voit distinctement en-dessous de la lentille de la chambre de compression. A la fin de ce premier repli exponentiel, on trouve une sorte de toboggan séparé en deux qui débouche à l'intérieur, à droite et à gauche, sur les sorties latérales du pavillon camouflées par le tissu acoustiquement transparent. Il est très difficile de rendre compte par des mots et même par un schéma en trois dimensions, la complexité du trajet de l'onde dans ce pavillon replié. Il y a près de 70 pièces en bois différentes rien que pour ce véritable labyrinthe.

Mais cela n'est rien à côté de la deuxième version de la Hartsfield qui correspond à celle des plans que m'ont transmis JBL et datés de 1959. Là, le haut-parleur grave est placé comme sur une Klipsch à l'arrière, avec

d'un côté une charge close d'assez grand volume se terminant, de part et d'autre, par deux chambres annexes remplies de matériau absorbant. La face avant du haut-parleur regarde une embouchure de petit diamètre qui débouche tout d'abord sur une entrée allant en se rétrécissant pour activer l'effet de compression puis, à l'extrémité,



Vue du HP grave D 150-4C dans sa chambre de compression. Il regarde l'arrière du pavillon.

se séparant en deux replis exponentiels de type Klipsch. Sur la Hartsfield, on trouve par contre un prolongement latéral du pavillon.

Les composants sont pour le grave, un 38 cm type D 150-4C, à circuit magnétique Alnico, bobine mobile de 10 cm bobinée sur champ et déjà un refroidissement interne par noyau percé avec évacuation des calories à l'arrière. La membrane en papier est très fine et peut s'apparenter à celle d'un Jensen, très légère, avec suspension périphérique raide. Le saladier est muni d'une couronne périphérique démontable pour pouvoir changer plus aisément la membrane. L'impédance est de 16 Ω . Le filtre N-500 a, comme son nom l'indique, une fréquence de coupure située à 500 Hz (en fait 800 Hz) et des pentes de 12 dB/octave. Le médium aigu est la première version des chambres de compression 375 en 16 Ω avec corps gris et couvercle arrière différent des modèles suivants, épousant la forme de la couronne suppor-

tant le dôme inversé en aluminium avec suspension iris et bobine de 10 cm. Là aussi, on retrouve un aimant Alnico. La pièce de mise en phase à fentes circulaires concentriques débouche sur une cavité de 5 cm de diamètre. Le pavillon est strictement identique à celui que l'on reverra plus tard en version professionnelle sous la référence 2390, composée d'une trompe 2309 plus lentille 2310 assurant une dispersion de 100° dans le plan horizontal et 45° en vertical. Le rendement doit être de 107 dB/1 W/1 m. La lentille est plissée pour des raisons d'encombrement, afin que les lamelles n'avancent pas trop et que la largeur ne soit pas aussi grande que sur la 2395. La dispersion est très homogène.

La Hartsfield mesure 1,20 m de haut, pour 1,15 m de large et 62 cm de profondeur, cela pour les deux versions.



Chambre de compression médium 375, première version avec pavillon sectoriel. Le filtre de répartition LX500 se situe à gauche dans son logement.

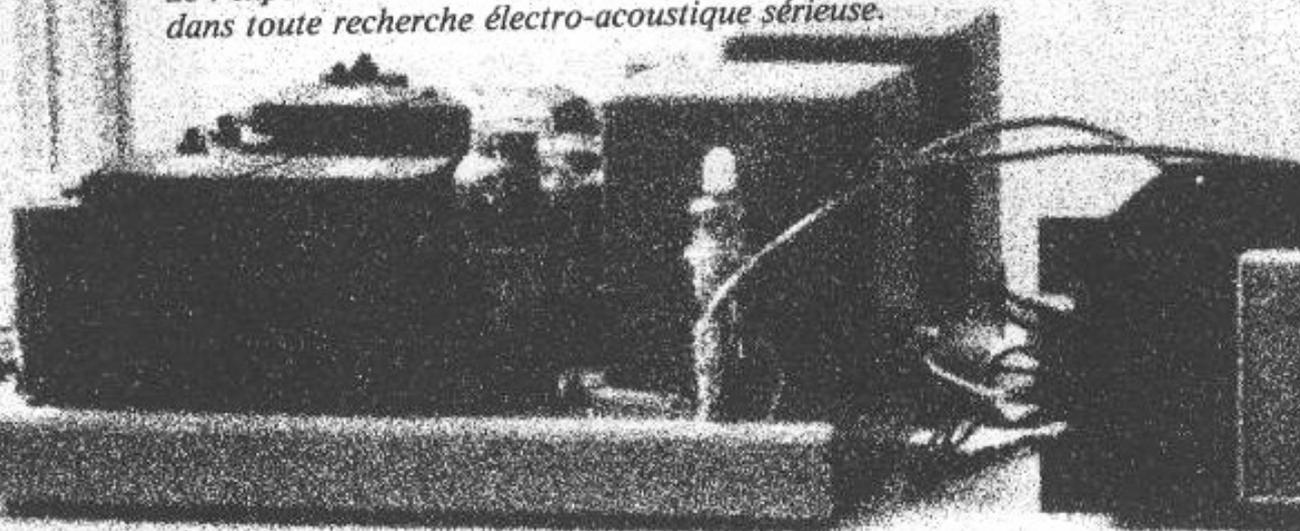
La complexité de cette enceinte en fait un véritable « chef-d'œuvre d'ébéniste » mais le plus surprenant est que sans ordinateur à l'époque, toutes les formules d'expansion étaient justes, et le couplage avec l'air parfaitement optimisé.

**Page non
disponible**

L'ETAGE D'ENTRÉE DE L'AMPLIFICATEUR

E

*Enfin ! Les théories que nous avons développées,
dans ces colonnes,
et les circuits que nous avons recensés et mesurés
pour l'étage d'entrée de notre amplificateur,
ont été confrontées à la réalité subjective.
L'expérimentation subjective est un genre ingrat,
officiellement ignoré
et souvent saboté
par manque de rigueur ;
pourtant malgré les difficultés rencontrées et les résultats
incomplets
cette première expérimentation subjective
nous a confirmé l'impuissance des mesures actuelles
à prendre en compte
tous les problèmes liés à la reproduction électro-acoustique
et la nécessité
(dans l'état actuel de la technique)
de l'expérimentation subjective
dans toute recherche électro-acoustique sérieuse.*



**Page non
disponible**

Grande était notre impatience de connaître les résultats des mesures subjectives sur les circuits d'entrée ; en effet la finalité de toute l'électro-acoustique est la vibration de quelques molécules de gaz et les sensations produites via nos oreilles. Tout ce qui précède (technologie retenue, schéma adopté, matériel employé, performance mesurée, etc.) n'est que moyen au service de ce but final : produire des sons. L'oreille est le seul juge du résultat produit ; mais comme tout ce qui est vivant, ce juge est trop fantasque pour être simple-

de l'amplificateur. 1^{re} partie : étude théorique » dans L'Audiophile n° 36) basées sur une bonne expérience des circuits d'électronique linéaire à transistors et sur une longue réflexion concernant les problèmes audio, rien ne saurait nous garantir qu'un facteur important dans le contexte audio n'a pas été oublié. Pour nos mesures (voir « L'étage d'entrée de l'amplificateur. 2^e partie : expérimentation du différentiel classique » dans L'Audiophile n° 39, « L'étage d'entrée de l'amplificateur. 3^e partie : expérimentation de différentiels inso-

n'avons pas fait les essais subjectifs dont nous aurions pu rêver : ils auraient réclamé plus de temps, plus de moyens matériels et humains (ce qui revient à dire plus de moyens financiers). Nous avons donc été contraints à un certain nombre de compromis, mais nous avons critiqué assez d'expérimentations subjectives qui nous semblaient douteuses, pour le faire avec beaucoup de circonspection ; on a vite fait, si on n'y prend pas garde, de transformer une expérimentation subjective en « manip de branquignol ». Nous avons donc voulu optimiser nos essais et faire preuve de rigueur dans leur définition, et de prudence dans leur interprétation, en étant bien conscient de leurs limites : nous aurions préféré des essais plus nombreux et dans des conditions plus variées, nous avons donc apporté un soin particulier à la configuration d'essai ; nous aurions préféré un dispositif de test sans compromis, nous verrons plus loin comment nous l'avons simplifié ; nous aurions préféré avoir plusieurs variantes et plusieurs exemplaires de chaque type de circuit testé, nous n'avons testé pour chaque type qu'une paire de circuits (stéréophonie oblige) ; nous aurions préféré plus de juges, nous pensons que ceux utilisés sont très compétents.

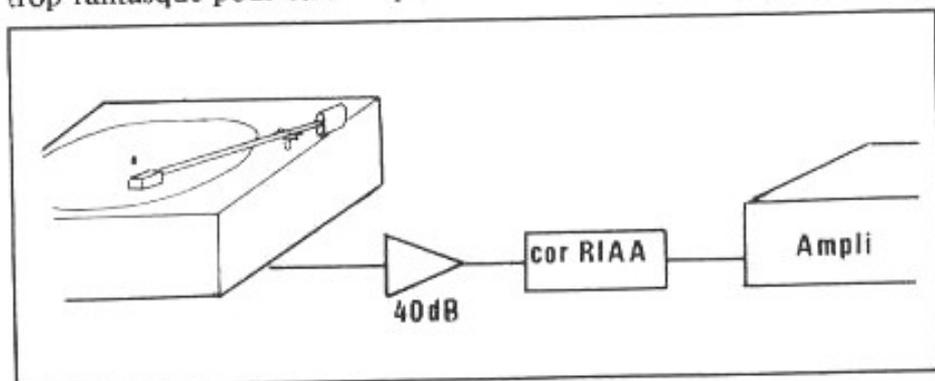


Fig. 1 : Principe retenu pour les essais.

ment réduit à quelques équations et les normes industrielles retiennent des mesures plus simples et plus économiques à mettre en œuvre, plus reproductibles et moins contestables, donc plus sécurisantes mais, malheureusement, plus sujettes à caution quant au résultat final, tant leur rigueur extrême est totalement décorrélée de toute réalité subjective.

L'attente du verdict nourrissait une espérance double et contradictoire : d'un côté nous souhaitions entendre ces expérimentations confirmer que nos recherches étaient sur la bonne voie ; d'autre part nous désirions mettre en évidence des erreurs ou des oublis dans notre démarche. Car pour évidentes et séduisantes que puissent paraître nos considérations théoriques (voir « La distorsion dans l'amplificateur de puissance » dans L'Audiophile n° 28 et « L'étage d'entrée

lites » dans L'Audiophile n° 40 et « L'étage d'entrée de l'amplificateur. 4^e partie : quelques expérimentations complémentaires » dans L'Audiophile n° 43), il faut aussi craindre que tous les problèmes n'aient pas été vus, malgré toutes les mesures effectuées.

En plus de juger notre démarche, nous attendions d'autres résultats de cette expérimentation subjective : tout d'abord (et c'est son but premier) de nous aider dans le choix d'un étage d'entrée pour notre amplificateur de puissance ; ensuite nous étions curieux de comparer les résultats des mesures objectives et les jugements subjectifs, et en particulier de confronter les classements relatifs à la distorsion harmonique et à l'impression subjective globale.

En regard de ces objectifs très ambitieux, les moyens utilisés peuvent sembler dérisoires. Nous

Conditions des essais

Pour ces essais, nous avons voulu faire travailler les circuits testés dans des conditions difficiles pour mieux entendre leurs limites ; il fallait donc leur demander beaucoup de gain dans une configuration en boucle ouverte. Un grand gain ne se place pas simplement dans une chaîne électro-acoustique, à moins de le faire suivre ou précéder d'une forte atténuation ; ce problème nous conduit à la définition de la chaîne de test.

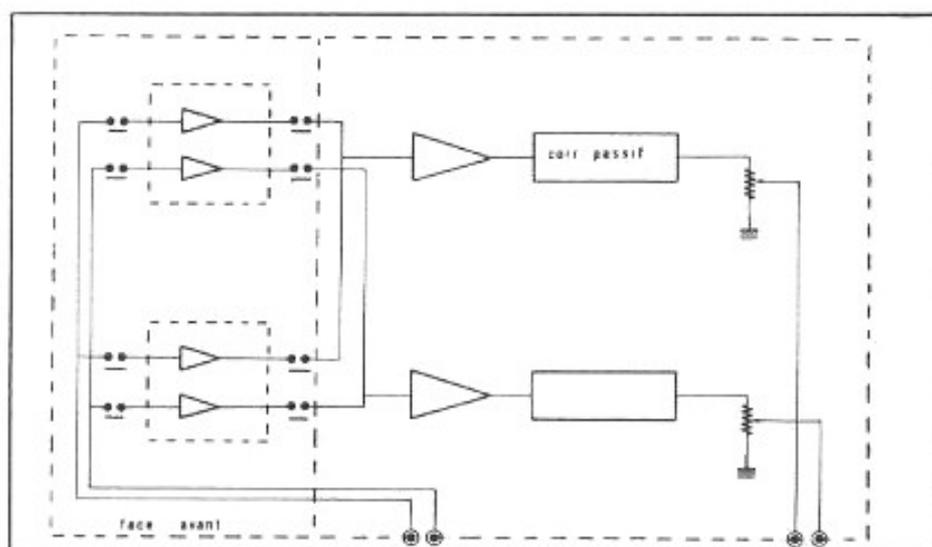


Fig. 2 : Schéma de principe du dispositif de test.

La principale option dans la définition de la chaîne de test concerne la source des signaux : nous avons le choix entre lecteur de compact-disc et platine traditionnelle. Notre choix nous a été dicté par notre expérience personnelle : j'ai assez montré dans ces colonnes que je n'étais pas un passiste frileux pour déclarer sereinement que le son issu des compact-discs m'a presque toujours déçu ; la seule fois où je n'ai pas eu l'impression d'avoir affaire à un « son en boîte » correspond aux démonstrations faites en mars 1987 à « l'espace Kiron » à proximité de La Maison de L'Audiophile ; pour la première fois un son naturel et aéré venait d'un compact-disc séduire mes oreilles. Je ne sais pas à quoi était dû cet heureux phénomène, j'espère qu'il n'était pas la conséquence des conditions particulières d'écoute (local de 160 m³) sinon c'est à désespérer de l'orientation irréversible de l'édition phonographique vers le compact-disc, pour l'écoute domestique.

Ayant donc choisi, pour une meilleure qualité des signaux, la solution platine traditionnelle, l'utilisation d'un étage amplificateur grand gain (40 dB) se marie merveilleusement avec l'usage d'une correction passive RIAA. Les circuits testés ont donc été incorporés à un préam-

plificateur RIAA selon le schéma de principe de la figure n° 1. L'amplificateur d'isolation derrière le circuit testé est nécessaire à cause des impédances trop divergentes des circuits (impédance de sortie du circuit testé = 5 100 Ω, impédance d'entrée du correcteur passif RIAA = 600 Ω) ; une solution à transformateur aurait pu être envisagée, mais c'est une technique que je maîtrise assez mal.

On pourrait s'étonner de voir utiliser pour le choix de l'étage d'entrée d'un amplificateur de puissance, une configuration de préamplificateur avec des problèmes qui ne jouent pas le même rôle dans le cas de l'amplificateur de puissance : interface avec la cellule et problème de bruit. Le problème d'interface (avec la cellule), en fait, ne se pose pas puisque, comme nous le verrons plus loin, nous avons utilisé un pré-préamplificateur. Quant au bruit, s'il est moins critique à l'entrée d'un amplificateur de puissance qu'à l'entrée d'un préamplificateur, il reste néanmoins un problème à ne pas négliger ; en outre nos circuits testés sont en général des circuits faible bruit et ce problème ne devait pas trop gêner nos essais (cela a été depuis confirmé par nos essais).

Après avoir ainsi défini la fonctionnalité du dispositif de

test dans la chaîne électro-acoustique, nous pouvons examiner sa réalisation pratique.

Description du dispositif de test

Principales options

Nous aurions aimé un monstre incluant les 11 circuits retenus et permettant une comparaison immédiate de tous ces circuits. Nous avons utilisé un dispositif qui permette la compétition entre deux circuits avec la possibilité de commuter très rapidement entre les deux duellistes (même si au cours des essais cette possibilité a finalement été peu utilisée) au moyen d'une télécommande. Pour limiter le plus possible les problèmes de contact et de commutation, les circuits à tester ont été montés sur le dispositif de test via des fichiers à contact or de type D (voir fig. n° 4), la sortie étant une sortie en courant à haute impédance, la commutation entre les circuits à tester (à l'entrée comme à la sortie, pour éviter toute interférence entre les deux circuits) a été faite par des relais mouillés au mercure. Ce type de relais est susceptible d'introduire un petit potentiel électrochimique mais garantit une excellente reproductibilité des contacts. D'une façon générale, dans la réalisation du dispositif de test, nous avons recherché la meilleure qualité pour tous les éléments ainsi que la meilleure reproductibilité (pour limiter les biais de comparaison), la reproductibilité étant prioritaire.

Un autre choix à faire concernait les alimentations : pour les circuits à tester nous avons retenu une maquette d'alimentation en cours d'étude et dont nous vous avons déjà entretenu dans nos exposés relatifs à notre étude d'alimentation. C'est cette même alimentation que nous avons utilisée lors de nos expérimentations objectives. Pour l'amplificateur d'isolation nous avons utilisé une alimentation

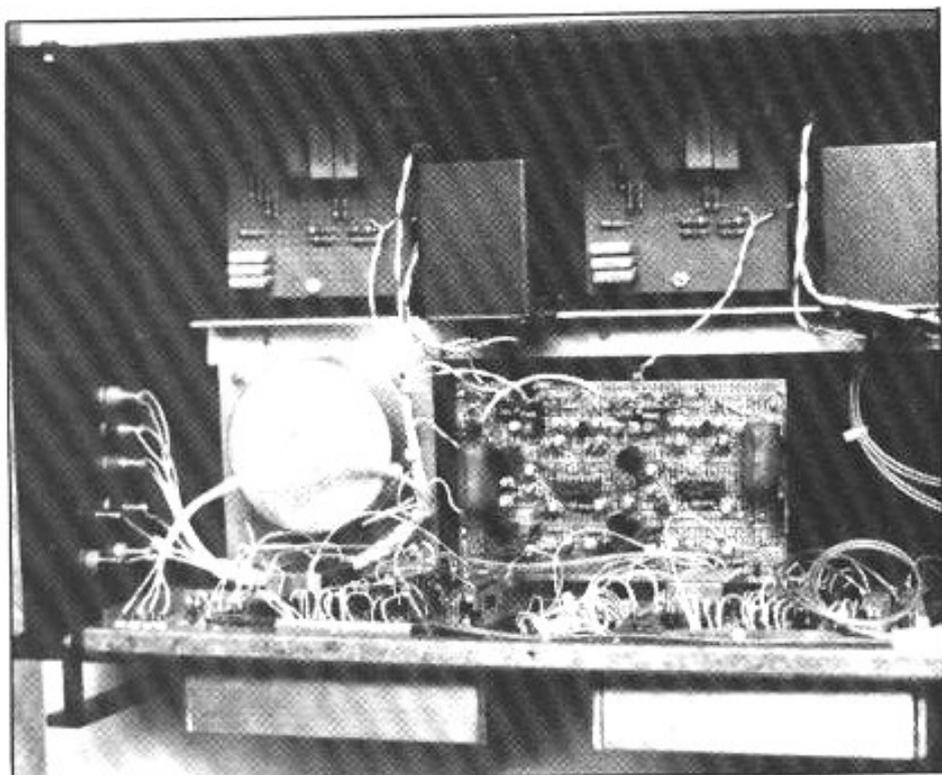


Fig. 3 : Vue de l'intérieur du dispositif de test.

stabilisée traditionnelle isolée par un filtre passif.

Enfin, dans la réalisation des circuits à tester, il fallait choisir une configuration et les composants à utiliser. Pour chaque circuit nous avons retenu la version qui avait donné les meilleurs résultats lors de nos mesures (en étant bien conscient de ce qu'il y avait d'arbitraire dans une telle décision puisque les conditions dans lesquelles ces essais ont été faits — câblage, composants — peuvent biaiser les mesures). Pour les composants (nous avons vu lors des expérimentations objectives qu'ils influent parfois beaucoup sur les performances des circuits), nous avons retenu la politique suivante : pour les résistances critiques, en fait les résistances d'émetteur et les résistances de charge (ces dernières étant communes à tous les circuits à cause de la sortie en courant), nous avons utilisé des résistances au tantale. Pour les éléments actifs, nous avons vu que la qualité des paires différentielles utilisées était critique pour certains circuits, nous avons donc utilisé les meilleurs compo-

sants à notre disposition dans les points critiques comme nous l'aurions fait dans l'utilisation finale de ces circuits.

Pour l'amplificateur d'isolation nous avons procédé de même, mais il posait un problème supplémentaire : quel circuit retenir ? Ce circuit n'ayant pas de gain (sauf dans un cas que nous verrons plus loin), nous avons retenu le meilleur circuit pour les essais objectifs au moment de réaliser le dispositif de test (à l'époque il s'agissait du circuit de Van de Plassche) suivi d'un étage amplificateur de courant et rebouclé avec le gain souhaité. Nous verrons plus loin que ce choix est loin d'être innocent.

Description générale

La figure n° 2 nous donne le schéma général du dispositif de test et les photographies des figures nos 3 et 4 nous montre la disposition des différents circuits : la face avant reçoit les circuits à tester qui se retrouvent dans une enceinte blindée (les trous correspondent à un système d'extraction) et porte les circuits associés

et les commutations. Le châssis contient l'amplificateur d'isolation, son filtre d'alimentation, les correcteurs passifs RIAA et les potentiomètres de sortie.

Face avant

Sur sa partie externe, la face avant comprend les logements avec connecteurs pour recevoir les modules qui contiennent chacun deux exemplaires du circuit à tester correspondant ; en outre, nous y avons mis une prise pour la télécommande et deux voyants indiquant le module commuté que l'on entend.

Sur sa partie intérieure, la face avant porte deux circuits identiques correspondant chacun à un des modules. Chaque circuit comprend les relais mouillés au mercure qui commutent les entrées et les sorties, ainsi qu'une batterie de générateur de courant.

En effet, les différents circuits testés utilisent souvent des générateurs de courant aussi bien par rapport à l'alimentation positive que par rapport à l'alimentation négative. Pour simplifier le câblage des circuits à tester, en tenant compte de l'insensibilité de ce type de circuit aux problèmes de contact, nous avons sorti les générateurs de courant nécessaires aux différents circuits. En faisant éventuellement des sommations de courant, nous arrivons avec deux générateurs de -1 mA, deux générateurs de $-1,5$ mA, deux générateurs de -5 mA et deux générateurs de $+2,5$ mA à couvrir tous les cas pour une voie. Comme nous sommes en stéréo et que nous

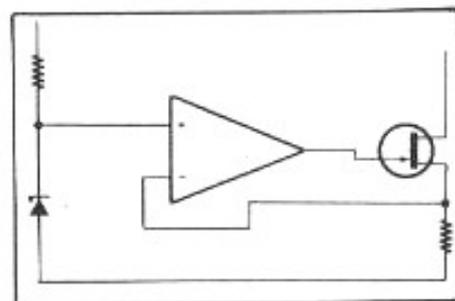


Fig. 5: Générateur de courant utilisé.

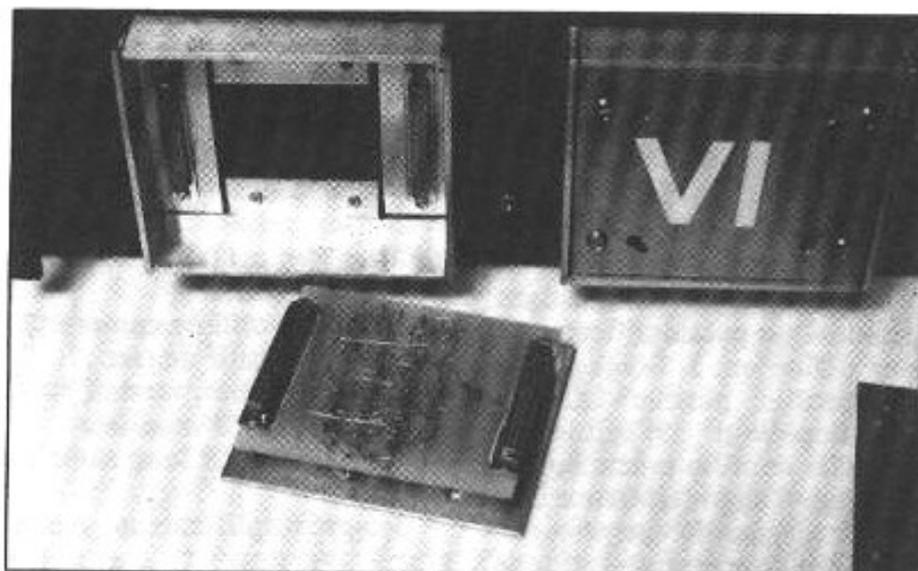


Fig. 4 : Face avant du dispositif de test avec un module en place et un module démonté. On notera le type de câblage utilisé (wrapping).

comparons deux types de circuits cela fait 32 générateurs de courant dans les deux circuits de la face avant. Comme nous le verrons un peu plus loin, ce dispositif qui nous a fait gagner beaucoup de temps dans le câblage des modules, nous a joué un mauvais tour. Les générateurs de courant utilisés sont du type asservi par amplificateur opérationnel (voir figure n° 5).

La figure n° 6 nous donne le schéma global d'un module et de son circuit associé.

Amplificateur d'isolement

Le schéma de principe des deux amplificateurs d'isolement est donné par la figure n° 7 : nous avons utilisé un étage d'entrée du type Van de Plassche avec un gain de 40 dB qui attaque un amplificateur suiveur de gain unité. L'étage de sortie amplificateur de courant est précédé d'une translation en tension. L'ensemble est rebouclé avec deux gains possibles (un des circuits testé ne pouvant pas avoir le gain souhaité, nous avons dû donner du gain à

l'amplificateur d'isolement lorsque le module correspondant était en service). A la sortie de l'amplificateur d'isolement nous avons mis une résistance pour présenter au correcteur passif RIAA une impédance de sortie de 600 Ω .

La figure n° 8 nous donne le schéma détaillé de l'amplificateur d'isolement et nous montre que l'amplificateur suiveur est obtenu avec un circuit Darlington complémentaire et que l'amplificateur de courant est un

circuit push-pull très classique à montages Darlington complémentaires polarisés en classe A et alimentés par des circuits cascode pour limiter la distorsion thermique.

On notera la présence de deux réglages d'offset distincts (R_1 et R_2). En effet, ce circuit a très bien montré un problème lié à la contre-réaction globale. Il y a deux types d'offsets qui interviennent (l'offset d'entrée et l'offset interne) et la contre-réaction globale tend à réduire la somme des deux de manière globale alors que l'un joue un grand rôle sur la distorsion du montage (c'est un point très important sur lequel nous reviendrons longuement lors de l'étude globale et finale de notre amplificateur de puissance). La composante continue de la contre-réaction globale peut avoir des effets pervers sur le comportement en distorsion du montage. C'est pourquoi il faut avoir deux réglages à sa disposition pour optimiser le fonctionnement du montage rebouclé : un minimum de distorsion avec un offset acceptable.

Avec ces circuits on obtient les performances suivantes :

Gain

- en boucle ouverte : 30,8 dB pour la voie A, 30,4 dB pour la voie B ;
- avec un gain faible : 0,3 dB pour la voie A, 0,2 dB pour la

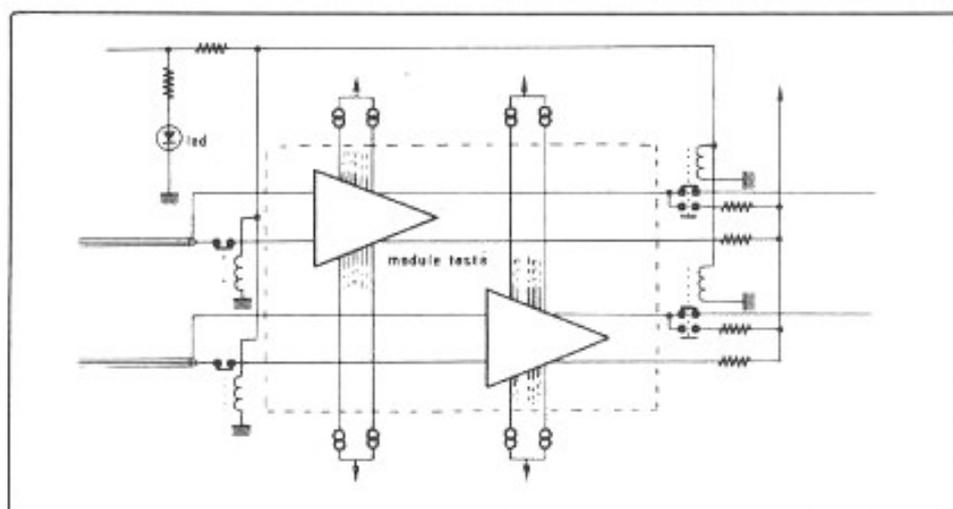


Fig. 6 : Environnement d'un module sur le dispositif de test.

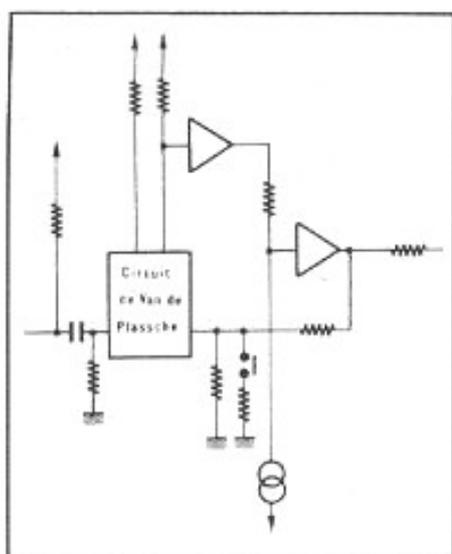


Fig. 7 : Schéma de principe de l'amplificateur d'isolement.

voie B ;

— avec un gain fort : 18,7 dB pour la voie A, 18,7 dB pour la voie B.

Nota : Ces gains prennent en compte l'atténuation due à la charge (le correcteur passif RIAA) à travers la résistance série de sortie.

Distorsion

La figure n° 9 nous donne les différentes distorsions mesurées en fonction du niveau de sortie, pour les deux voies et pour leurs différents gains. Le comportement de l'amplificateur d'isolement (en particulier la voie B) n'est pas très satisfaisant. C'est dû à l'action perturbatrice de l'offset, ainsi qu'il a été exposé plus haut, les offsets étant mal réglés lors de l'expérimentation subjective. Ils avaient, bien sûr, été réglés en laboratoire avant, mais pour un gain un peu plus élevé, déterminé par une mesure du niveau de sortie du préamplificateur. Mais une erreur a dû être commise lors de cette mesure et lors du début des essais subjectifs, nous avons constaté une saturation sur les signaux forts ; nous avons alors retouché les gains et les offsets sans pouvoir faire repasser le montage sur un banc de mesure et les courbes de la figure n° 9 ont été mesurées après coup.

Malgré ce handicap, les résultats de notre première expérimentation subjective sont en général significatifs et me semblent dignes d'intérêt, c'est pourquoi nous vous les exposons.

Correcteur passif RIAA

Nous avons utilisé le circuit présenté par Jean Hiraga dans « Etude d'un préamplificateur à haute définition. 1. Etage phono à correction passive LCR » (L'Audiophile n° 39) qui utilise deux selfs dans un même boîtier de marque Tango (référence EQ-2L). Le schéma du correcteur et de son environnement est donné à la figure n° 10.

L'atténuation à 1 kHz est de 21,6 dB pour la voie A et de 21,9 dB pour la voie B. La figure n° 11 donne les écarts par rapport aux courbes théoriques RIAA et RIAA/IEC. On voit que notre montage suit plutôt cette dernière ; nous nous y som-

me une chaîne que les membres de l'équipe de L'Audiophile qui ont participé aux essais, connaissent bien. Je veux leur exprimer ici toute ma gratitude pour leur participation aux essais, ainsi que pour leur aide et leurs conseils avant les essais, sans eux je n'aurais rien pu faire en matière de test subjectifs.

La chaîne utilisée comprenait avant le dispositif de test :

- platine Verdier, version 88
- cellule DL 103 modifiée
- bras SME 3012 long câblé en Isoda
- pré-préamplificateur Autograph version 1 transistor 2 SK 170.

Et après le dispositif de test :

- amplificateur Pacific (nous avons aussi fait quelques écoutes avec deux amplificateurs 300 B à la fin de nos essais, qui ont confirmé les principaux résultats déjà obtenus)
- système « Voix du Théâtre »

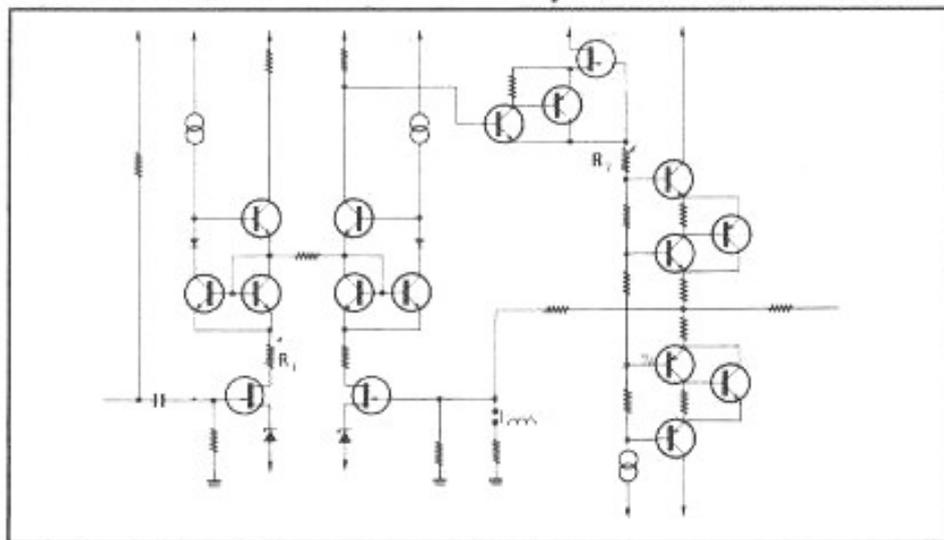


Fig. 8 : Schéma de l'amplificateur d'isolement.

mes résolus pour limiter l'impédance d'entrée des circuits à tester compte tenu de la capacité de liaison en sortie du préamplificateur (voir plus loin).

Déroulement des essais

Ils ont eu lieu dans le grand auditorium de la Maison de L'Audiophile durant toute une matinée. Nous y avons utilisé

équipé d'un moteur TAD, avec un pavillon en bois sablé « Le Dauphin » pour le médium-aigu et un filtrage passif.

Tout était câblé avec du câble Isoda.

Nous avons retenu cette chaîne car elle forme un système à la fois très analytique et très simple, qui a une large bande et un haut rendement. Il donne un son très homogène, avec une

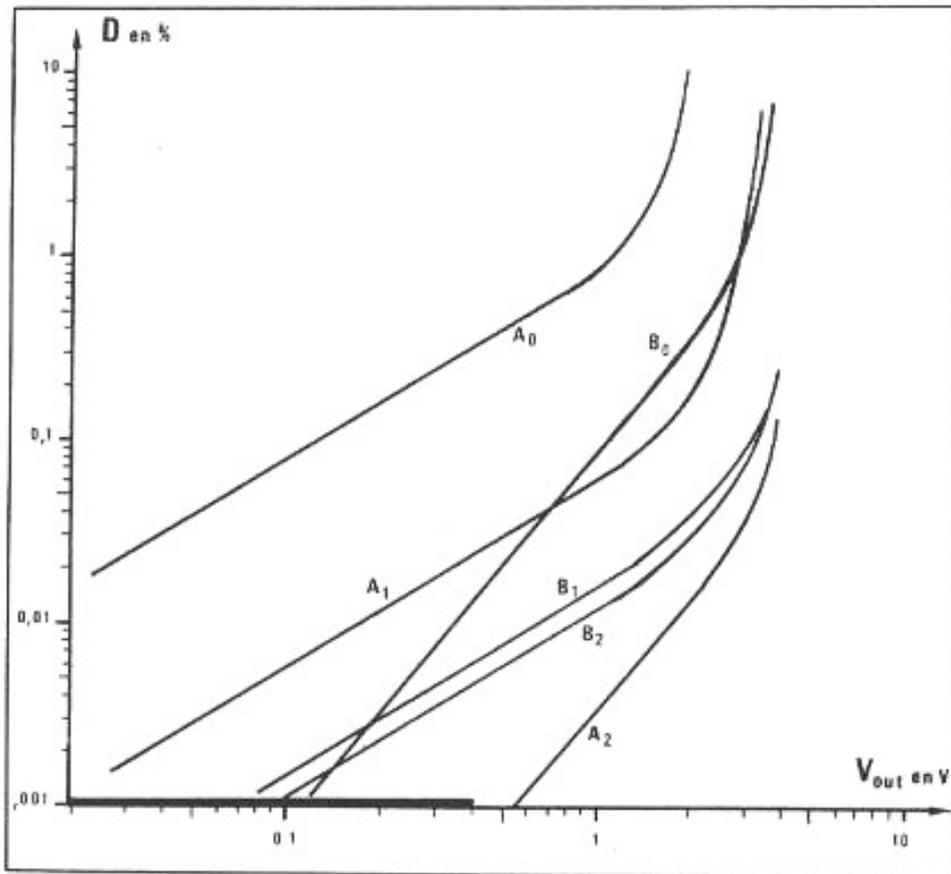


Fig. 9 : Distorsion de l'amplificateur d'isolement (voies A et B) : 0 = boucle ouverte ; 1 = grand gain ; 2 = faible gain. La surépaisseur du trait correspond à la dynamique utilisée pendant les essais.

bonne balance tonale et une bonne spatialisation. En prime, comme nous l'avons dit plus haut, il est bien connu des participants à ces essais.

Il faut ajouter que les participants ont été surpris par les différences nettes et faciles à analyser entre les différents circuits testés. Le choix du meilleur était presque toujours évident.

Pour ces essais, nous avons limité les messages sonores à quelques exemples typiques sélectionnés pour la qualité de leur enregistrement :

— un disque de jazz (Blues to East. Yamamoto Trio - Philips, Japon) avec les instruments bien distincts ;

— un disque de musique symphonique viennoise (Concert du Nouvel An à Vienne - Decca) enregistrée en public : on peut juger sur les masses orchestrales, sur quelques instruments solo ainsi que sur les applaudissements ;

— un disque de Barbara (Pierre-Philips) où le timbre de la voix n'est pas le même d'un circuit à l'autre ;

— un disque de musique de chambre piano-violon (Mozart KV 481 - Sarastro) pour juger de l'équilibre général ainsi que de la séparation et la localisation des deux instruments.

Chaque fois, le même passage (de quelques minutes) était

écouté alternativement avec chacun des deux circuits. Parfois une écoute avec commutation rapide était faite ensuite pour confirmer les impressions.

Les circuits testés

Nous avons réalisé 11 modules (voir la photographie de la fig. n° 12) avec 11 types de circuits différents, sélectionnés à la suite de nos expérimentations objectives et que nous avons numérotés au hasard pour ces essais, avec des chiffres romains :

— circuit I : circuit à amplificateur opérationnel en circuit intégré

— circuit II : circuit de Caprio

— circuit III : circuit Kanéda

— circuit IV : circuit Cascomp

— circuit V : circuit Héphestos n° 2

— circuit VI : circuit de Van de Plassche

— circuit VII : circuit à Darlington complémentaire

— circuit VIII : différentiel simple avec cascode

— circuit IX : circuit Héphestos n° 4

— circuit X : circuit à amplificateur opérationnel en éléments discrets

— circuits XI : circuit à collecteur commun amélioré

(Pour bien comprendre ces appellations parfois très personnelles, reportez-vous aux épisodes précédents.)

Tous ces circuits ont été mis au point sur un banc de test plus

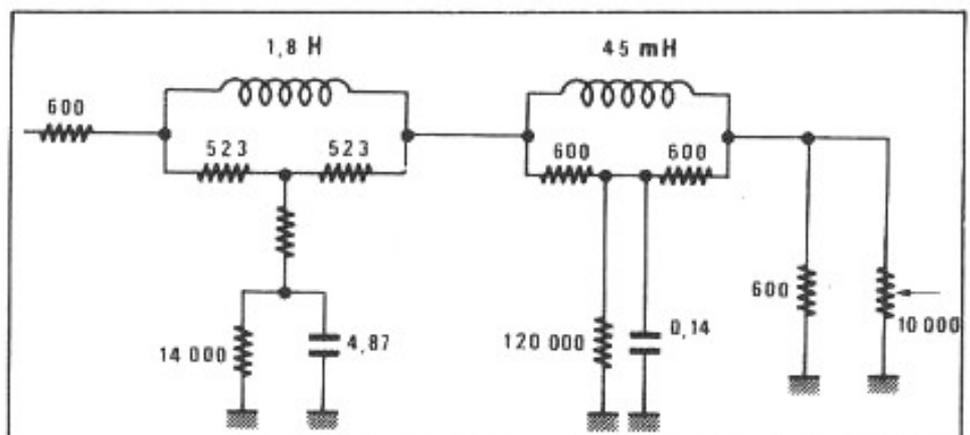


Fig. 10 : Schéma du correcteur passif et de son environnement. Les résistances sont indiquées en Ω et les condensateurs en μF .

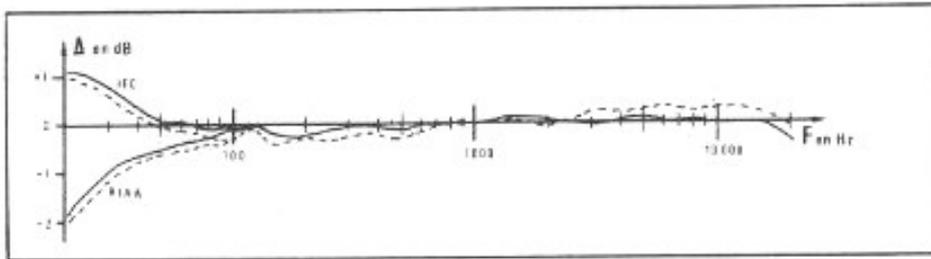


Fig. 11 : Écarts du correcteur passif par rapport aux courbes théoriques (voie A en traits discontinus).

pratique que le dispositif de test subjectif. Cela nous a fourni une occasion de mieux connaître ces circuits en en réalisant à nouveau deux exemplaires.

Pour éviter des problèmes d'interface avec le pré-amplificateur, nous avons bien étudié l'impédance de sortie de celui-ci : le schéma de la figure n° 13 nous montre l'interface ; pour R_C nous avons dû choisir un compromis, car R_C doit être élevée pour réduire la fréquence de coupure basse de la liaison, d'autre part R_C définit l'impédance que voit le circuit en basse fréquence et une valeur trop élevée fait osciller le montage de Caprio ; nous avons finalement retenu la valeur de 10 k Ω . Comme nous voulons que tous les circuits travaillent dans les meilleures conditions et voient la même impédance sur leur deux entrées, nous avons utilisé le même schéma pour tous les circuits (voir figure n° 14).

Nous avons tenu compte de cette impédance de source complexe dans les circuits à compensation ; cela donne par exemple une légère évolution des schémas du circuit Cascomp (voir fig. n° 15) et du montage de Caprio (voir fig. n° 16). Dans ce dernier cas cette rigueur s'est traduite par une nette amélioration de la distorsion par rapport à nos anciennes mesures.

Nous n'avons pas eu de problème d'interface de ce côté, par contre des différences de capacités parasites des générateurs de courant qui attaquent parfois des points sensibles de certains circuits, entre le banc de test et le

dispositif de test nous ont privé au dernier moment de trois circuits qui avaient tendance à osciller ; un autre circuit est tombé en panne et nous avons finalement fait nos essais avec 7 circuits : les numéros I, II, III, VI, VII, VIII et IX.

Résultats des essais

Tous les essais ont eu lieu sous forme de duel, mais pour la présentation des résultats, il nous a paru préférable de faire pour chaque circuit testé la synthèse

des différents essais auquel il a été soumis et des les associer aux résultats de mesure faites sur ce circuit. Les résultats des mesures de distorsion de tous les circuits ont été regroupés sur la figure n° 17 ; pour chaque circuit dont les distorsions étaient voisines, nous n'avons tracé qu'une seule courbe ; pour le circuit VIII elles sont très différentes, aussi avons-nous tracé les courbes des deux voies. Pour le circuit III qui a moins de gain, nous avons tracé la courbe de distorsion de sortie, ainsi que la même courbe traduite horizontalement du gain supplémentaire fourni par l'amplificateur d'isolement.

Circuit I : à amplificateur opérationnel en circuit intégré

- gain : voie A : 40 dB, voie B : 40 dB
- distorsion très faible (voir figures nos 17 et 18) en progrès

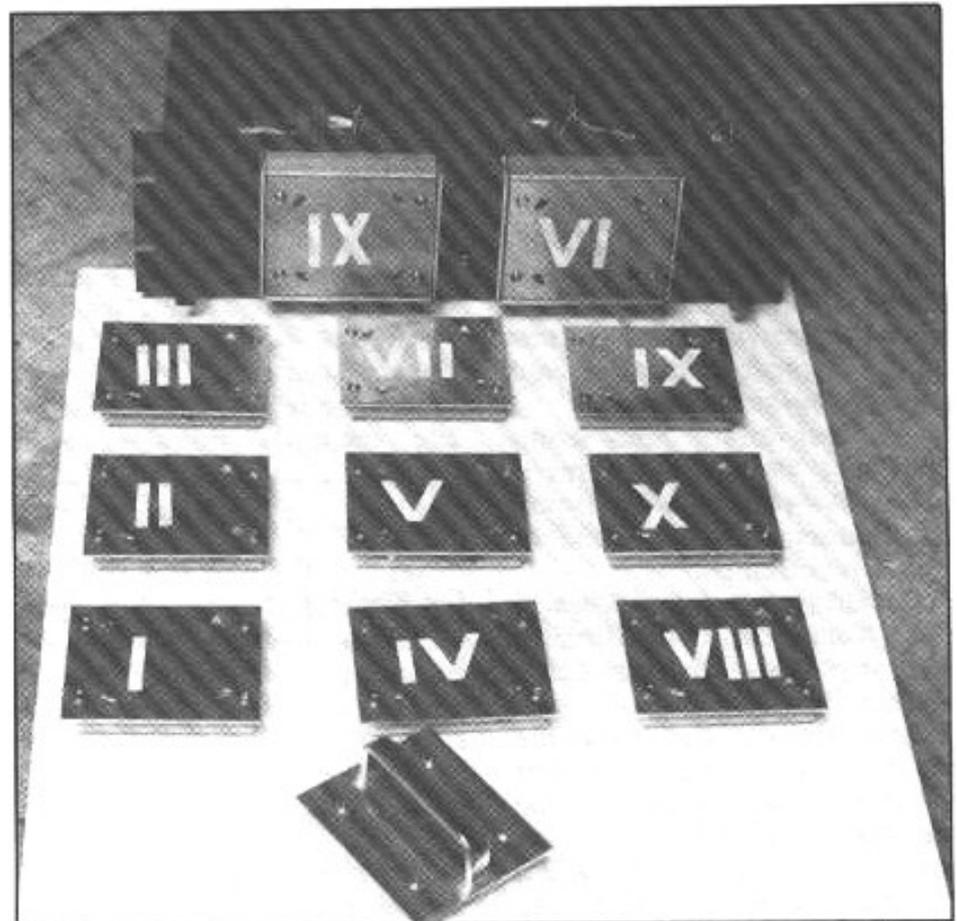


Fig. 12 : Les onze modules réalisés et le dispositif de test. Au premier plan un système extracteur pour la mise en place des modules.

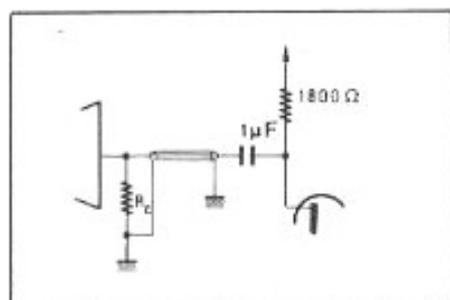


Fig. 13 : Interface avec le prépré.

de 5 dB par rapport aux anciennes mesures

— jugement subjectif :

par rapport à II : plus dynamique, plus nuancé, plus expressif, plus naturel

par rapport à III : meilleur

par rapport à VI : bien, mais donne une bosse dans le bas du spectre, avec un haut-grave enflé, met le haut-médium en avant

par rapport à IX : moins linéaire, bosse dans le bas du spectre, en rajoute.

Malgré une distorsion mesurée extrêmement faible (la meilleure) ce circuit n'est pas jugé le meilleur ; il y a un problème dans le grave que la métrologie n'a pas bien vu (peut-être lié à la technologie monolithique ?).

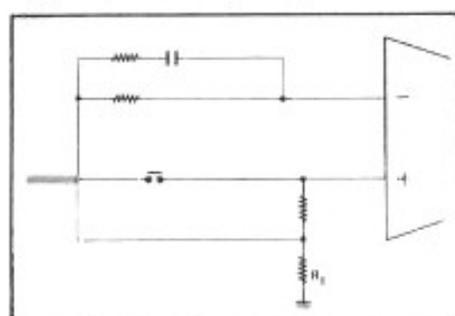


Fig. 14 : Entrée des modules. R_D limite un éventuel couplage par les masses (10 Ω).

Circuit II : montage de Caprio

— gain : voie A : 40 dB, voie B : 40 dB

— distorsion faible (voir les figures n^{os} 17 et 19) composée d'harmoniques 3, en progrès de 14 dB par rapport aux mesures anciennes

— jugement subjectif :

par rapport à I : sale, flou, dis-

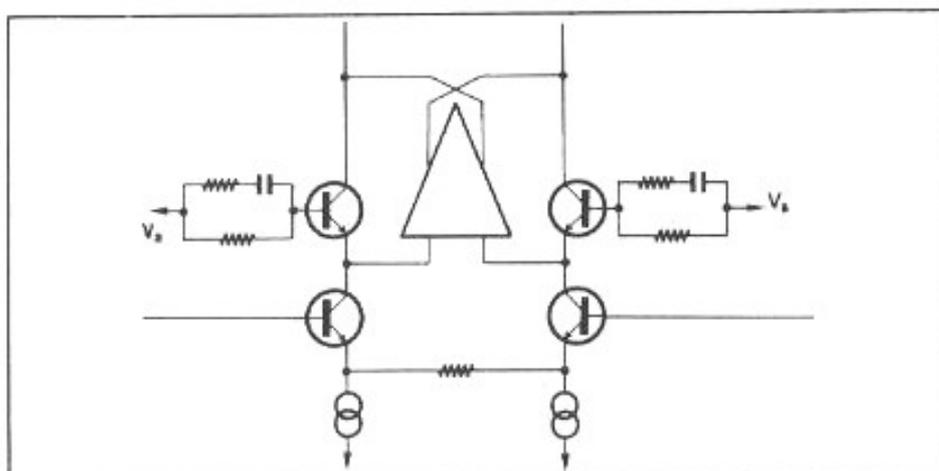


Fig. 15 : Adaptation du montage "Cascomp" à nos conditions d'essais.

tordu, coloré, pas nuancé, rapetisse le message, relève les deux bouts du spectre

par rapport à VI : flou, moins défini, moins de grave, différence colossale en faveur du VI

Seul représentant dans cette compétition des circuits à compensation, ce circuit a fait l'unanimité contre lui et a été assez rapidement éliminé de la compétition, malgré des performances de distorsion plus qu'honorables.

Circuit III : circuit Kanéda

— gain : par principe ce circuit ne pouvait pas avoir le gain requis pour cette confrontation, c'est pourquoi son utilisation est liée à un gain supérieur de l'amplificateur d'isolement. Finalement malgré un réglage approximatif du gain global (dû aux incidents décrits ci-dessus), celui-ci n'était finalement que supérieur de 0,8 dB, mais le doute nous a travaillés pendant tous les essais.

— distorsion : elle est moyenne pour le circuit seul (voir les figures n^{os} 17 et 20) mais celle de l'amplificateur d'isolement intervient terriblement (voir la figure n^o 9) ; cela met gravement en cause la validité des essais de ce circuit.

— jugement subjectif :

par rapport à I : semble plus fort, moins bon

par rapport à VI : sale, intermo-

dulation avec le bruit de fond par rapport à VIII : plus défini, plus naturel, plus analytique mais remonte l'aigu, bruit de fond plus fort

par rapport à IX : moins bon.

Compte tenu des conditions d'essais, il est difficile de faire le part du circuit Kanéda et celle de l'amplificateur d'isolement et je me garderai de tout commentaire.

Circuit VI : circuit de Van de Plassche

— gain : voie A : 39,8 dB, voie B : 39,7 dB

— distorsion faible (voir les figures n^{os} 17 et 21) composée d'harmoniques 3, en régression de 3 dB par rapport à la réalisation précédente

— jugement subjectif :

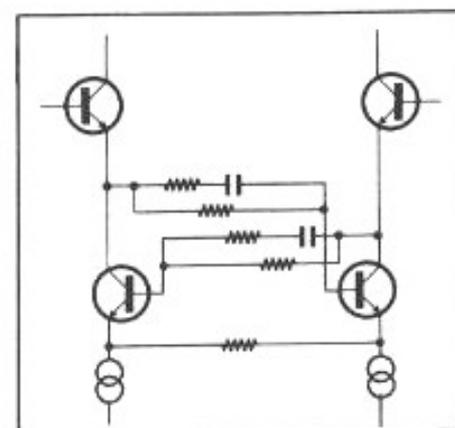


Fig. 16 : Adaptation du montage de Caprio aux conditions de nos essais.

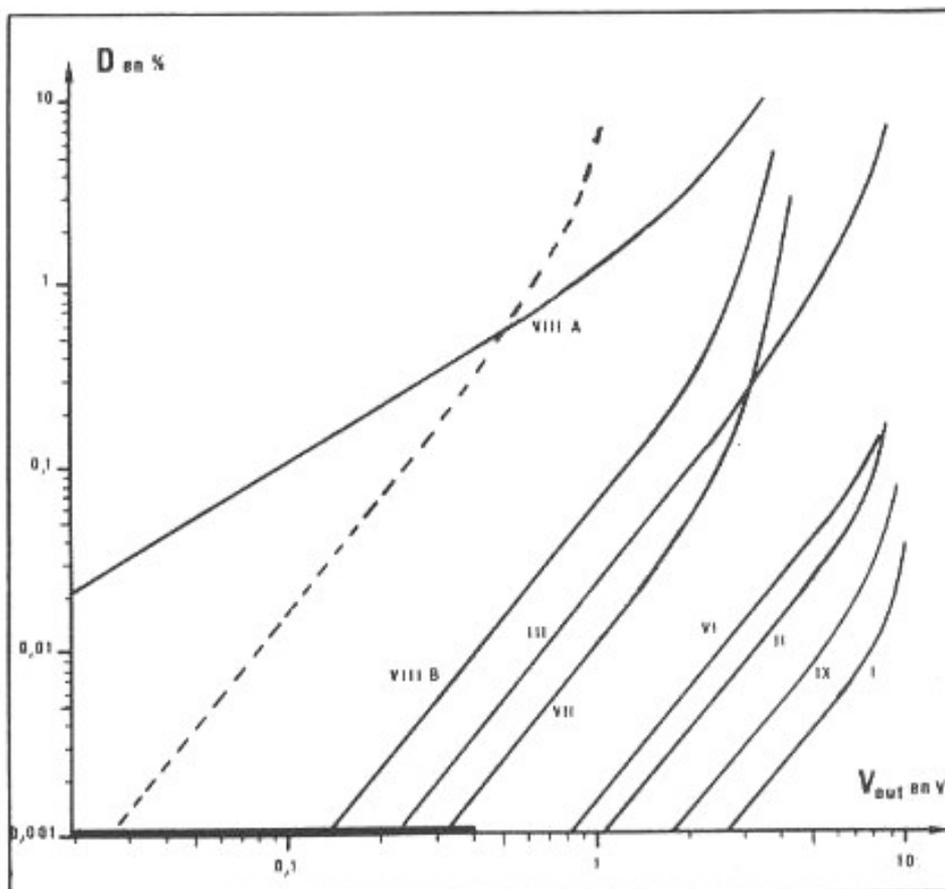


Fig. 17 : Distorsion des circuits testés. La courbe en trait discontinu correspond à la distorsion du circuit III non corrigée du gain de l'amplificateur d'isolement.

par rapport à I : son naturel, un régal pour l'oreille
 par rapport à II : bien meilleur, une différence colossale
 par rapport à III : tout chante
 par rapport à VIII : meilleur sans discussion, même niveau de bruit de fond mais pas gênant car bien séparé de la musique
 par rapport à IX : très bon, presque trop de dynamique, meilleur équilibre.

Ce circuit a été jugé le meilleur de notre compétition : il n'a pas de défaut gênant, beaucoup de qualités, de dynamique, on entend le silence entre les notes, le bruit est bas et bien séparé de la musique, très stable et très nuancé, avec un bon pouvoir séparateur, linéaire dans l'ensemble du spectre.

Circuit VII : à Darlington complémentaire

— gain : voie A : 39,7 dB, voie B : 39,7 dB
 — distorsion moyenne (voir les

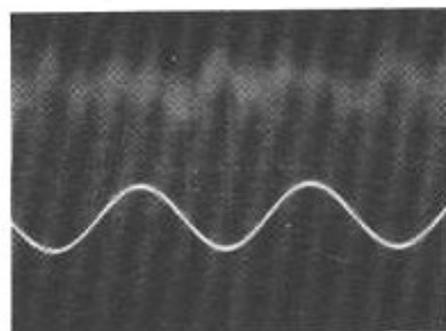


Fig. 18 : Distorsion du circuit I : $V_{out} = 5,5 V$. Distorsion = 0,004 %. La distorsion ne dépend pas de la fréquence.

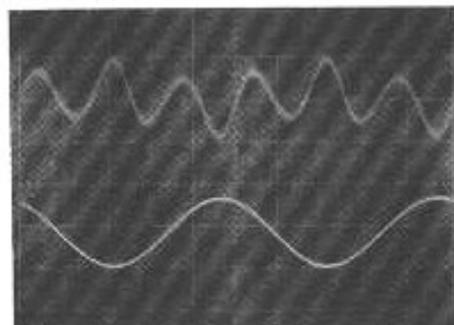


Fig. 19 : Distorsion du circuit II : $V_{out} = 5,5 V$. Distorsion = 0,03 %. La distorsion ne dépend pas de la fréquence.

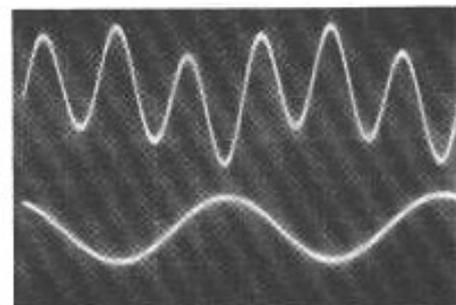


Fig. 20 : Distorsion du circuit III. $V_{out} = 0,55 V$. Distorsion = 0,6 %. La distorsion ne dépend pas de la fréquence.

figures nos 17 et 22) composé d'harmoniques 3

— jugement subjectif : par rapport au IX : relève tout, terne, sans intérêt, voix détimbrée dans le haut du spectre, image serrée, confus, irritant dans le haut-médium.

Ce circuit a eu la malchance d'être tout de suite opposé à un excellent compétiteur et a été rejeté (peut-être un peu trop rapidement) de la compétition.

Circuit VIII : différentiel simple avec cascode

— gain : voie A : 39,6 dB, voie B : 40 dB

— distorsion élevée et déséquilibrée (voir les figures nos 17 et 23) entre les deux voies : harmonique 2 d'un côté, harmonique 3 de l'autre ; c'est lié à un problème d'offset sur le voie A.

— jugement subjectif : par rapport à III : plus neutre sur orchestre symphonique avec une tendance à être plat sur les autres messages, manque de nuance par rapport à VI : nettement moins bon, même bruit de fond (assez bas) mais intégré à la musique (intermodulation ?) par rapport à IX : confus, manque d'air, médium en avant.

La distorsion importante et déséquilibrée de ce circuit très simple s'est traduite par une tendance à brouiller l'image sonore mais cela n'a pas été ressenti comme une distorsion.

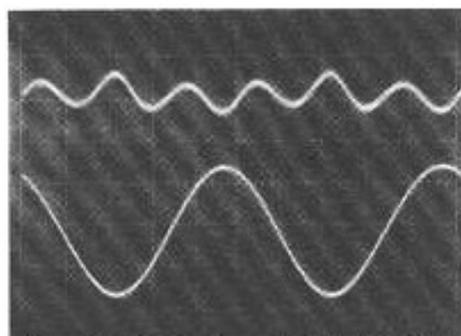


Fig. 21 : Distorsion du circuit VI : $V_{out} = 5,5 V$. Distorsion = 0,05 %. La distorsion ne dépend pas de la fréquence.

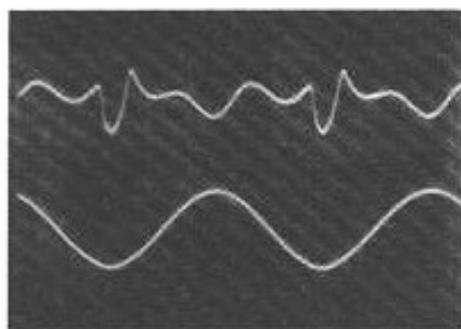


Fig. 22 : Distorsion du circuit VII : $V_{out} = 3 V$. Distorsion = 0,2 %. La distorsion ne dépend pas de la fréquence.

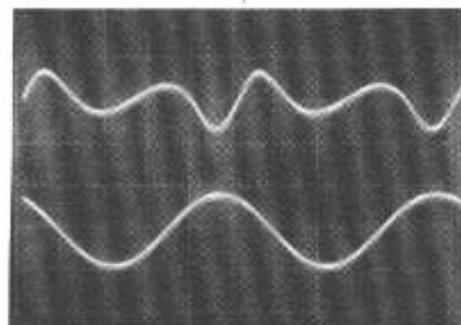


Fig. 23 : Distorsion du circuit VIII voie A : $V_{out} = 3 V$. Distorsion : 7 %. La distorsion ne dépend pas de la fréquence.

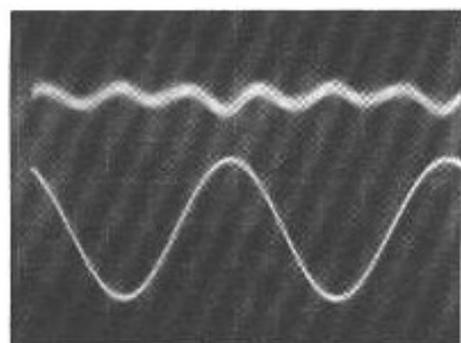


Fig. 24 : Distorsion du circuit IX : $V_{out} = 5,5 V$. Distorsion = 0,01 %. La distorsion ne dépend pas de la fréquence.

Circuit IX : Héphaïstos n° 4

— gain : voie A : 40 dB, voie B : 40 dB

— distorsion très faible (voir les figures nos 17 et 24) composée d'harmoniques 3.

— jugement subjectif :

par rapport à I : moins de qualités mais mieux équilibré, plus naturel, plus vrai

par rapport à III : meilleur

par rapport à VI : un peu flou mais bonne ambiance, un son de tube

par rapport à VII : meilleur, on sent la joie de chanter (Barbara), excellent équilibre tonal, son très ouvert, doux et défini, écoute très agréable

par rapport à VIII : respire plus.

Malgré de très bonnes mesures, ce circuit a été jugé très bon et classé second de la compétition. Il a un son proche des tubes, très naturel, très fluide, très agréable, très peu de distorsion subjective, très bonne balance tonale. Par rapport au vainqueur (circuit VI) moins de définition et de dynamique, il aurait plus tendance à masquer les défauts d'un système alors que le circuit VI serait un révélateur impitoyable qui les mettrait en avant.

Conclusion

Malgré les problèmes rencontrés, cette expérimentation a été pour moi passionnante ; j'espère que vous partagerez ce point de vue et que vous vous serez intéressé à ce compte tenu qui ne dissimule aucun de nos déboires pas toujours très glorieux.

Malgré les conditions défavorables (fonctionnement en boucle ouverte) (j'entends déjà certains esprits chagrins me rétorquer qu'au contraire, c'est une condition plus favorable) et les commentaires parfois un peu acides, les circuits testés étaient dans l'ensemble de très bon niveau par rapport aux préam-

plificateurs généralement utilisés. C'est un encouragement pour nos recherches auquel nous sommes très sensibles.

Par contre pour la corrélation entre mesures et impressions subjectives, malgré la lutte contre la distorsion thermique, il y a encore du travail à faire pour comprendre ce qui se passe dans les circuits et pour définir de nouvelles mesures. J'ai le sentiment qu'il faut développer des mesures qui analysent les comportements transitoires des circuits ; j'ai quelques idées à ce sujet, que je vais laisser mûrir, nous en reparlerons peut-être...

Pour le choix du circuit d'entrée, le circuit de Van de Plassche est le vainqueur, mais sa victoire est ternie par :

— la défection de certains concurrents,

— les problèmes de l'amplificateur d'isolement,

— l'utilisation dans l'amplificateur d'isolement du circuit de Van de Plassche ; en effet on peut imaginer que le système est plus tolérant pour des défauts déjà présents dans la chaîne et qu'il a ainsi favorisé le vainqueur.

Nous sommes déjà en train de préparer une autre confrontation avec tous les circuits, avec un amplificateur d'isolement pour lequel il y aura deux possibilités : soit un circuit conçu autour du schéma de Van de Plassche (bien réglé cette fois-ci), soit un circuit conçu autour du schéma Héphaïstos n° 4, et nous pourrions ainsi faire des essais dans les deux configurations. J'attends avec impatience cette expérimentation pour voir ce que va faire mon poulain arrivé second dans la première compétition...

**Page non
disponible**

Accessoires

... ET TENDANCES

D

*« la nécessité de l'accessoire » ou
« Petits accessoires, grands effets »,
on aurait ainsi pu encore trouver
de nombreux titres à cette rubrique.*

*Voilà bien, en effet,
un sujet propre à susciter les opinions les plus tranchées.*

*Si l'on regarde un peu en arrière,
on ne peut que constater qu'il s'est dit à peu près tout
et n'importe quoi sur le rôle plus ou moins magique
de tel ou tel accessoire.*

*Une belle dorure, un écrin en bois
ne justifient pas à eux seuls la confiance de tout audiophile
qui se respecte.*

*Notre propos n'est pas d'ouvrir sur ce sujet une polémique
qui se révélerait rapidement stérile*

*mais de proposer au lecteur
une évaluation technique et subjective
(dans la limite des investigations possibles)
de quelques accessoires qui répondent parfaitement
au concept de « Haute Fidélité Plus »*

*qu'endosse avec ce numéro le nouvel « Audiophile »,
tout en essayant de coller à l'actualité.*

*Les trois heureux élus de ce mois sont donc :
le transformateur « digital » Marantz DLT-1,
la fiche Cinch WBT 0108*

et les pieds en Sorbothane « Absorber » d'Audio Contacts.

Le transformateur Marantz DLT-1

Apparemment, le transformateur DLT-1 a tout de la boîte noire. Mais une boîte noire d'un genre plutôt luxueux, finition à

la japonaise et logo doré en relief sur la face avant. De l'or, on en trouve encore sur les quatre prises Cinch qui équipent la face arrière et aussi dans la sérigraphie, celui-là un peu plus pâle. Voilà pour le décor.

Vincent Cousin

Le coffret de dimensions 124 x 78 x 170 mm est un assemblage parfait - à l'aide de vis BTR - de tôles d'aluminium satiné noir d'épaisseur variant entre 3 et 5 mm. Quel que soit l'angle sous lequel on observe ce boîtier, on



Marantz DLT-1

se doit bien de constater que la finition est réellement impeccable. Sans aucun doute, le DTL-1 est fait pour occuper le devant de la scène.

Quatre vis à ôter et la façade se dégage laissant voir les entrailles du DLT-1. Autant dire que c'est la simplicité même. Une bonne moitié du coffret est occupée par les deux transformateurs, des modèles torriques soigneusement imprégnés et blindés et solidement fixés au fond du coffret. On a pris soin de les équiper d'une semelle en mousse afin de réduire dans de notables proportions le risque de propagation de micro-vibrations engendrant des perturbations par effet microphonique.

Le signal d'entrée «voit» directement l'enroulement primaire tandis que le secondaire est chargé par une résistance de 10 kOhms. Il est important de noter que les enroulements - primaire et secondaire d'un même transformateur - sont flottants l'un par rapport à l'autre, c'est-à-dire qu'il n'y a pas continuité de masse de l'entrée à la sortie. C'est d'ailleurs l'un des intérêts de la liaison par transformateur. Selon les cas, il pourra se produire de

la «ronflette» par défaut de liaison de masse entre l'amplificateur et le lecteur CD. C'est pourquoi deux bornes de masse reliées entre elles ont été ajoutées à l'arrière du DLT-1. Il suffit alors de relier les châssis du lecteur et de l'amplificateur via le DLT-1 (ou directement) pour que le problème disparaisse.

Nous avons fait subir de nombreux tests et mesures au DLT-1. La réponse aux signaux carrés (figures 1, 2 et 3) met en évidence la très large bande passante du DLT-1 ainsi que l'excellent comportement transitoire de ce transformateur. A 40 Hz, les plateaux penchent à peine démontrant son excellente linéarité jusque dans le grave. On mesure aussi le gain qui est de 7 dB. La saturation est rejetée très loin et dans la pratique, on n'aura pas à se soucier de ce problème. Sur la figure 4, on a fait apparaître le déphasage apporté par le transformateur sur un signal sinusoïdal lu par un lecteur CD. A 10 kHz, il est encore très faible (quelques degrés seulement), ce qui est remarquable.

Les figures suivantes (5 et 6) montrent clairement comment le DLT-1 lisse le signal à la manière d'un filtre à pente très douce. Pour que la démonstration soit la plus probante possible, on a injecté un signal sinusoïdal lu par un lecteur dépourvu de filtrage analogique interne et 8 fois

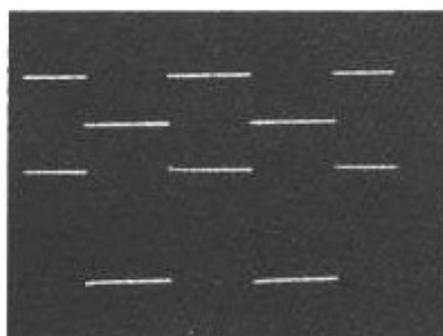


Fig. 1 : Réponse à un signal carré de 40 Hz. En haut, sortie du générateur (1,5 V RMS). En bas, le signal délivré par le transformateur (2 V par division).

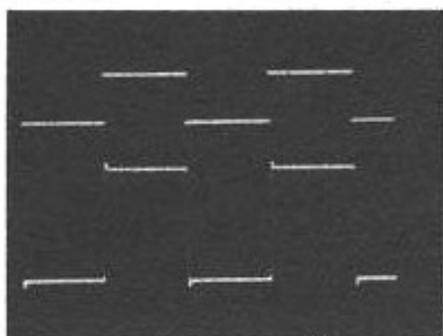


Fig. 2 : 1 kHz - mêmes conditions.

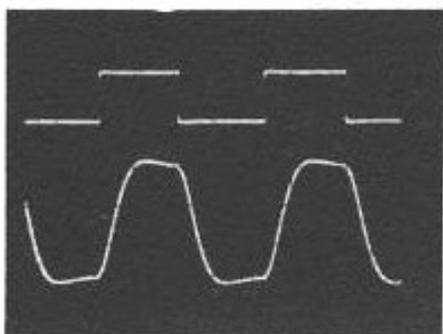
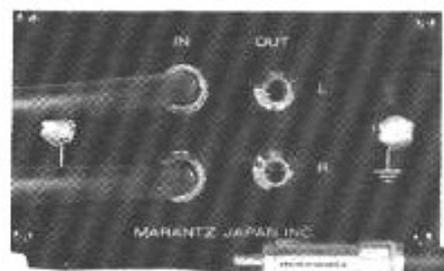


Fig. 3 : 20 kHz - mêmes conditions.



Vue arrière du DLT-1 : fiches isolées et dorées et bornes de terre indépendantes. Le transformateur est ici présenté avec le câble Marantz ML-95 L, OFC à triple isolation et double blindage.

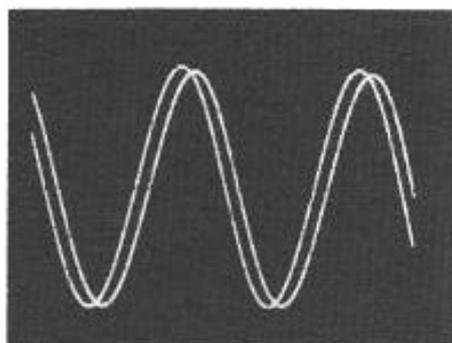


Fig. 4 : Déphasage apporté par le DLT-1 sur un signal sinusoïdal de 10 kHz.

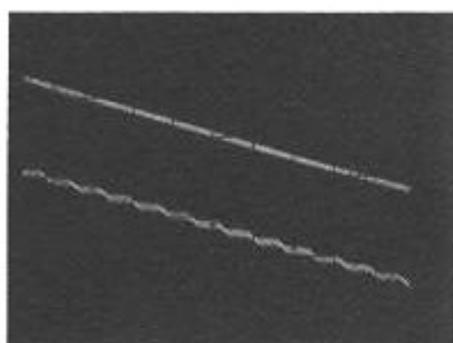
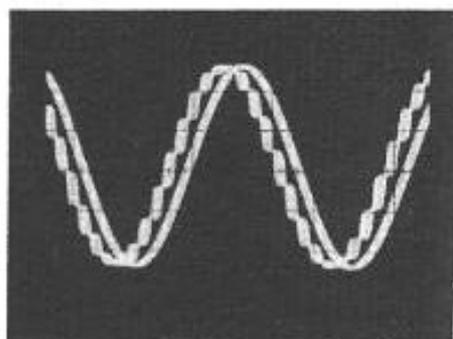


Fig. 5 et 6 : Mise en évidence du filtrage amené par le DLT-1 sur un signal issu d'un lecteur 8 fois suréchantillonné à 20 kHz (en haut) et 1 kHz (détail du bas).

suréchantillonné, d'où le signal en «marches d'escalier» parfaitement remis en forme après passage au travers du transformateur.

La dernière série de mesures concerne l'impédance vue par le lecteur à l'entrée du Marantz DLT-1 lorsque celui-ci débite sur une charge de 33 kOhms ou sur sa résistance interne. Les courbes (figures 7 et 8) sont très régulières et il faudra tabler sur une impédance moyenne de 1,6 kOhms (valeur à 1000 Hz). De plus celle-ci est relativement insensible à la charge. Il est pro-

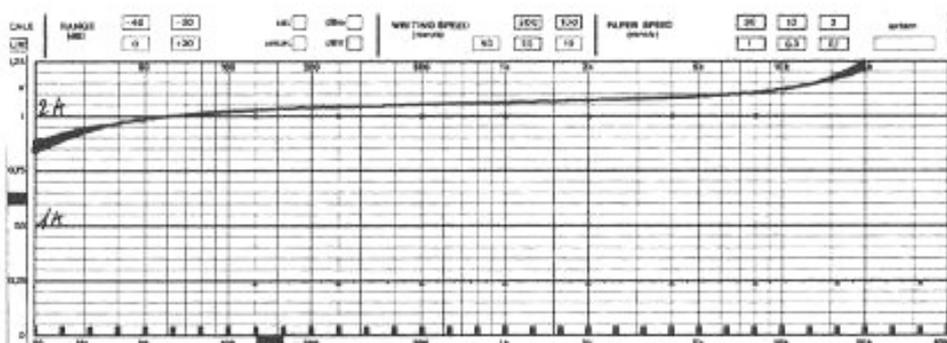
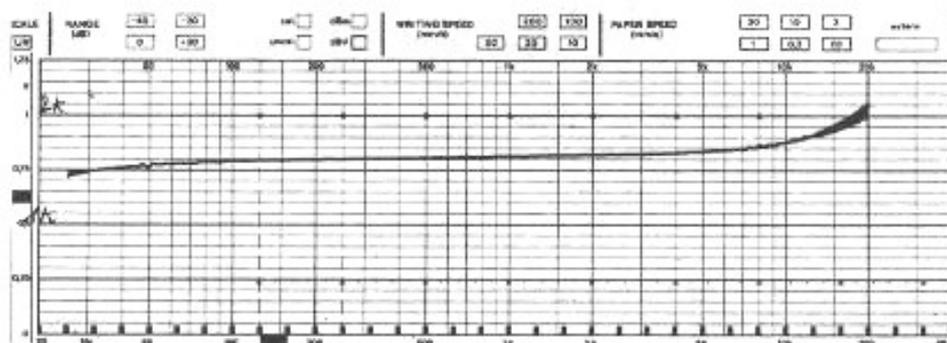


Fig. 7 et 8 : Courbes d'impédance, le transformateur débitant sur 33 Kohms (en haut) ou sur sa résistance interne (en bas). Le DLT-1 est relativement insensible à la charge.

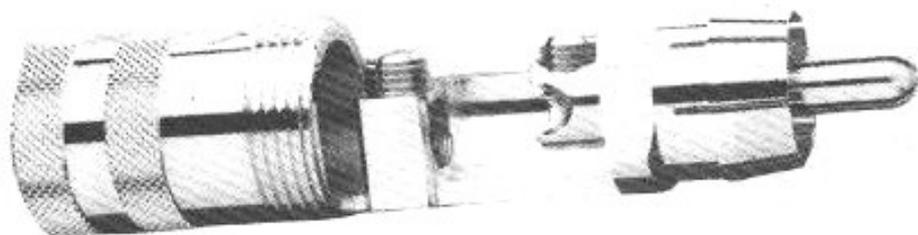
bable que cette valeur ait été choisie relativement basse afin d'optimiser le fonctionnement de l'étage final du lecteur (généralement un ampli Op) en le faisant travailler davantage en courant et moins en tension, ce dernier cas étant le plus défavorable pour la distorsion d'intermodulation transitoire.

L'écoute confirme à 100 % les excellents résultats des mesures. Le gain en musicalité et en souplesse avec le transformateur est flagrant et l'on s'en rend d'autant mieux compte que le lecteur est quelconque au départ. La restitution perd avec le DLT-1 ce côté granuleux et porté vers le haut que l'on retrouve plus ou moins sur la plupart des lecteurs laser. Même sur un lecteur aussi fabuleux que le Kenwood DP-1100 SG, on arrive grâce au DLT-1 à un son plus chaleureux et qui semble couler encore plus aisément, au détriment toutefois, mais dans une faible mesure, de l'image qui perd un

peu en largeur et en profondeur. Tout se passe comme si le fait d'ôter les résidus de bruit numérique avait pour effet de dégager les arrière-plans et de redonner aux timbres leur couleur initiale. Les voix sont à cet égard un excellent test. Avec le DLT-1, elles retrouvent leur enveloppe charnelle et leur véritable assise. C'est donc un accessoire à conseiller sans restriction et que l'on gardera même en cas de changement de lecteur. Une belle réussite.

La fiche WBT 0108

On ne présente plus les produits WBT qui ont acquis une solide réputation auprès des audiophiles les plus exigeants dans plus de 35 pays à travers le monde. La Cinch 0108 devrait définitivement convaincre les plus rétifs, ceux qui répugnent à manier le fer à souder mais souhaitent néanmoins constituer



WBT 0108

leurs propres câbles de liaison. Extérieurement, la 0108 ressemble à s'y méprendre à son homologue pour soudure 0101. La différence consiste en un système d'assemblage par cosses à sertir sur le fil et vis de serrage dans le corps de la prise (figure 9). L'intérêt en est que le montage est considérablement simplifié et que la fiche est aisément et indéfiniment démontable et récupérable.

Le contact fiche-cosses en «pur cuivre électrolyte flashées or» est garanti supérieur à un assemblage par soudure dans lequel on reste tributaire de la qualité de celle-ci. Comme outillage une simple pince à sertir et un petit tournevis plat suffisent (une pince spécialement adaptée existe chez WBT).

La fiche 0108 conserve les caractéristiques du modèle 0101 à savoir : corps monobloc en cuivre OFC plaqué or à 24 carats, isolant téflon entre pôles positif et négatif, mécanisme de serrage par contrainte pour un contact mécanique parfait avec l'embase femelle, liaison de masse précédant celle du point milieu, serrage du câble dans le corps de la prise, etc.

Une nouvelle réalisation tout à fait conforme à l'esprit WBT : perfectionnisme et qualité.

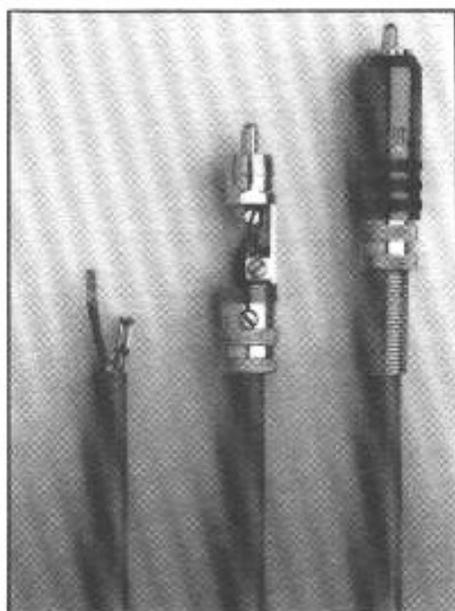


Fig. 9 : Etapes du montage d'un câblé sur la Cinch 0108. De gauche à droite : a. Sertissage - b. Serrage - c. Montage final.

Les Absorbers d'Audio Contacts

Dans la palette des matériaux nouveaux, le Sorbothane occupe une place de choix. D'abord utilisé dans l'aérospatiale où il a acquis ses lettres de noblesse, il est peu à peu passé dans le domaine grand-public où ses propriétés visco-élastiques ont trouvé des applications dans la confection de chaussures de sport ou de raquettes de tennis. Du sport de compétition à la HIFI, il n'y avait qu'un pas

désormais franchi par Audio Contacts.

Physiquement, les Absorbers se présentent sous la forme de cônes tronqués dont la base atteint environ 5 cm de diamètre pour une hauteur de 2,7 cm. Leur résistance mécanique a été éprouvée avec des charges dont le poids dépassait 50 kg sans provoquer d'altération visible. Etant donné leur excellente capacité à filtrer les vibrations mécaniques, ils trouveront tout naturellement leur place comme amortisseurs pour des éléments tels que platines tourne-disques, lecteurs CD, amplificateurs à lampes dont on sait qu'ils sont particulièrement sensibles à l'effet microphonique, etc. Leur rôle apparaît à l'écoute de manière tout à fait concluante. Une solution efficace à de nombreux problèmes vibratoires.

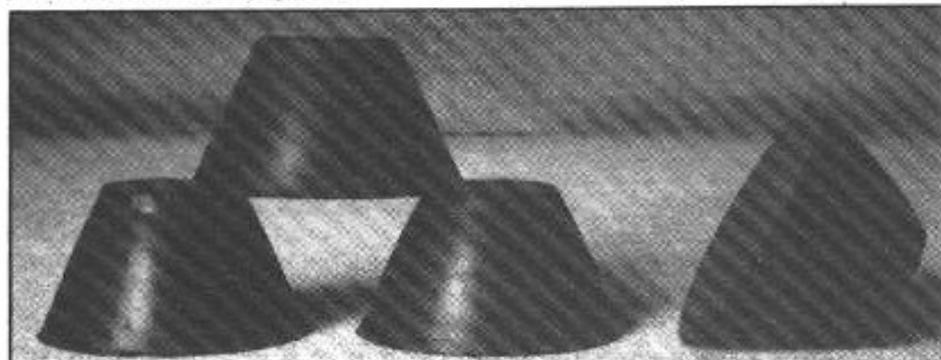
Un luxe nécessaire

On trouvera ci-dessous une indication de la somme qu'il vous faudra déboursier pour acquérir l'un ou l'autre de ces articles. S'agit-il d'un trop lourd tribut en regard des résultats escomptés ? Sans vouloir paraître normands, nous dirons que, dans ce domaine, tout est affaire de proportions. Et quand on pense aux sommes investies dans certains systèmes, la dépense paraît bien mineure alors que les améliorations, elles, ne le sont pas.

Marantz DLT-1 : 2 490 F

WBT 0108 : 175 F

Audio Contacts Absorber : 90 F (prix public indicatif).

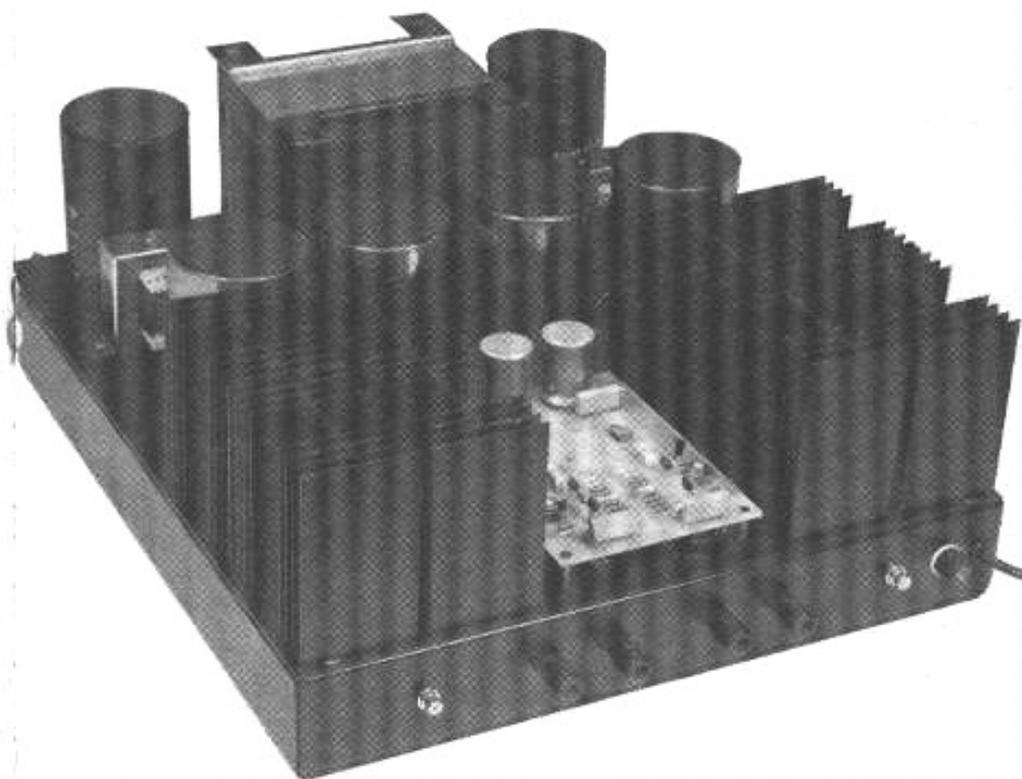


Audio Contacts Absorbers.

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**

amplificateur 50 W + 50 W classe A



Cette description concerne la réalisation d'un amplificateur classe A de 50 W. Il fait suite à de nombreuses descriptions, publiées dans les numéros précédents, le lecteur trouvera d'ailleurs les références aux articles parus en fin d'article. Cet amplificateur fut cette fois-ci le résultat d'un groupe* : Pierre Johannet

s'étant chargé de l'étude théorique, Pascal Pagan de la réalisation de l'alimentation régulée et William Walther de la coordination générale, du choix des divers composants et de la réalisation de la maquette définitive ayant servie de base à l'article présenté.

* Peut-être êtes-vous sur un projet, mais isolé dans une « lointaine province » ? Cette rubrique, à partir du prochain numéro, se veut aussi boîte à lettres, si vous désirez rencontrer un ou des collaborateurs amateurs comme vous, pour mener à bien votre projet. Il est bien connu que deux voire trois idées valent mieux qu'une. Bien sûr, les spécialistes de la revue sont aussi à votre disposition.

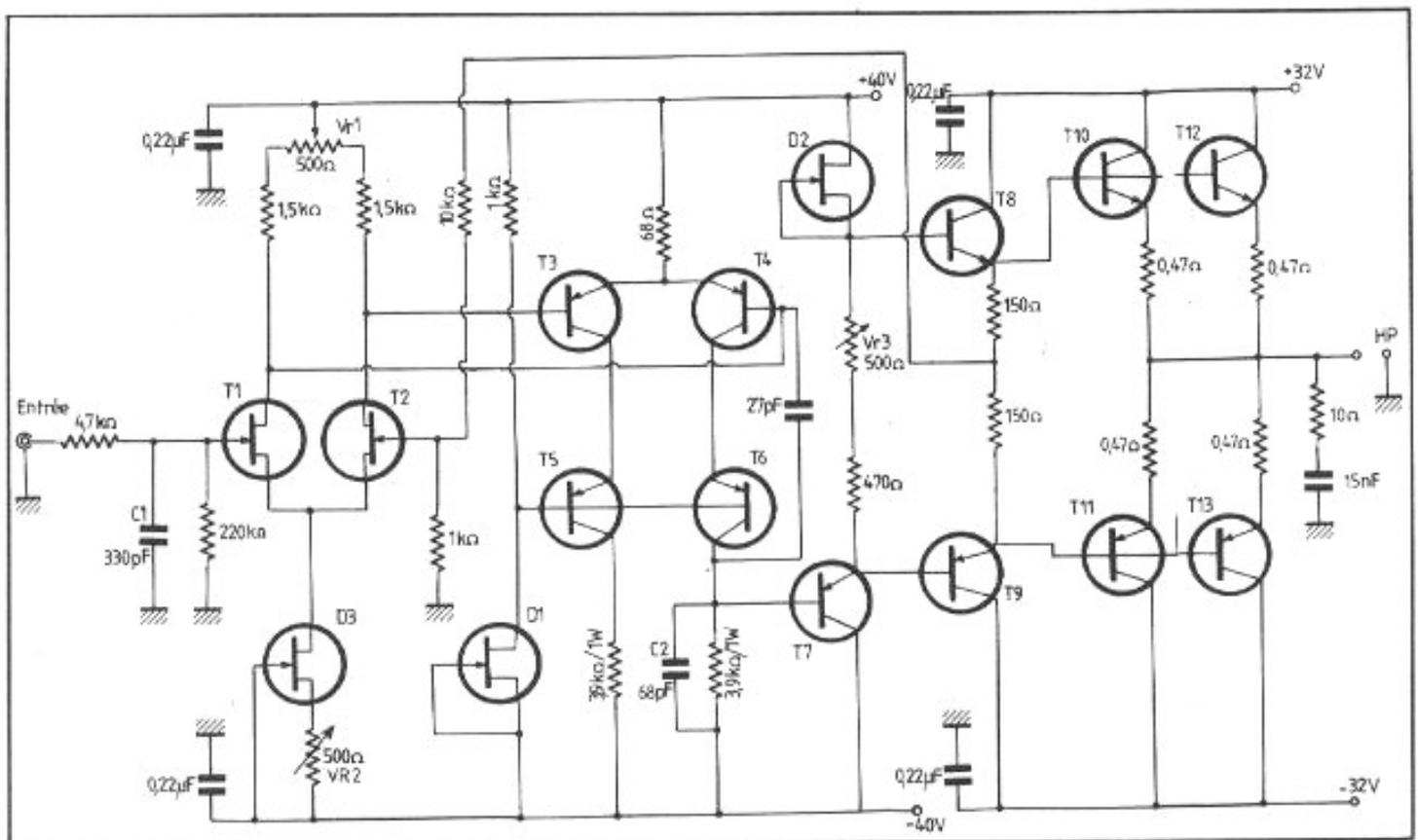


Fig. 1 : Schéma de l'amplificateur classe A 50 W + 50 W avec les valeurs finalement retenues.

L'article publié en page 19 de notre précédent numéro a développé les éléments clés de la conception générale du circuit de cet amplificateur. Depuis diverses maquettes furent réalisées afin de valider à l'écoute le bien fondé des choix effectués. Le premier prototype réalisé sur ces bases, s'il confirmait les résultats de mesures escomptées, s'est avéré moyen à l'écoute. Réalisé, pour des raisons de simplicité, avec une alimentation passive il s'est révélé d'un équilibre subjectif peu satisfaisant avec une tendance à arrondir le son dans le haut grave avec un extrême grave tronqué et une dynamique limitée dans ce secteur ; le médium semblait creusé et manquait de présence. Nous ne le répéterons jamais assez, le rendu d'un amplificateur n'est pas le seul fait des performances de son circuit. Comme nous le verrons plus loin, l'alimentation, bien que son influence soit plus subtile à mettre en évidence sur les paramètres classiques de

mesure en vigueur, joue un rôle de première importance dans le rendu subjectif.

Certes des points très positifs étaient apparus à l'écoute de ce premier prototype tels un aigu de très haute qualité, une définition très poussée alliée à une grande douceur de restitution sans effet de mise en avant ou de projection sur les forté d'aucun registre du spectre (généralement le haut médium comme cela est souvent le cas sur les électroniques transistorisées). Bref notre amplificateur sonnait « tube » au sens péjoratif du terme...

Suite à ces premiers résultats un travail systématique d'optimisation a été mis en œuvre. Dans la réalisation finale qui en est l'aboutissement les points négatifs relevés sur le premier prototype ont été définitivement corrigés tout en préservant les qualités intrinsèques ci-dessus mentionnées. Cela, il faut le préciser, sans limitations ni artifices, mais plutôt en travaillant sur l'amplificateur dans son concept

global, circuit plus alimentation.

1. Le circuit

Vous trouverez en figure 1 le schéma de l'amplificateur avec ses optimisations définitives

a- Le circuit d'entrée

Par rapport au premier prototype celui-ci n'a pas changé dans sa structure. Notre travail a essentiellement porté sur le choix de la paire différentielle d'entrée à effet de champ. La paire 2SK 30AGR a été longuement comparée aux fameux 2N 3954A Solitron. S'il est évident que ces derniers sont supérieurs aux mêmes références National ou Siliconix, le 30 AGR a retenu notre suffrage pour un plus grand naturel de restitution, un respect des plans sonores en profondeur ainsi qu'une meilleure linéarité dynamique sur l'ensemble du spectre. Ce choix est certainement corrélé avec les remarquables performances en matière de distorsion thermique transi-

toire de la référence japonaise. Il faut préciser que seule une écoute prolongée révèle pleinement ce naturel ; en première impression la référence américaine paraît plus spectaculaire et plus définie mais ne tient pas ses promesses lors d'une analyse plus fouillée.

b- L'étage intermédiaire

Le second étage n'a pas subi non plus de modifications marquées. Outre la résistance reliant le + 40 V aux émetteurs T3-T4 qui est passée de 100 Ω à 68 Ω (légère réduction de la distorsion) l'utilisation de l'alimentation régulée pour les étages d'entrée nous a conduit pour des raisons de stabilité à limiter la valeur du condensateur C2 à 68 pF (au lieu de 470 pF) et à adjoindre une petite capacité de 27 pF entre la base de T4 et le collecteur de T6.

Le travail principal sur cet étage a consisté à trouver la meilleure référence de transistor. Le 2SA 872 choisi dans la version de départ a été retiré de la confrontation (son moyen) ainsi que le 2SB 737 pour un V_{ce0} et un P_c trop faible. Le 2SA606, excellent à l'écoute a du être finalement écarté, il vient d'être arrêté de fabrication. Il restait à tester le 2SB716, que l'on rencontre dans nombreux schémas d'origine japonaise et le 2SA 1316. Ce dernier a retenu notre choix pour un niveau de bruit remarquablement bas allié à l'écoute d'une meilleure définition et surtout d'une répartition étonnément homogène de la dynamique sur l'ensemble du spectre.

c- L'étage de sortie

Sur le premier prototype une résistance de contre réaction locale de 68 Ω était utilisée. Cette résistance dont le rôle affecte directement l'impédance de sortie en boucle ouverte de l'amplificateur et donc son coefficient d'amortissement pouvait être réglé entre 0 et 100 Ω afin de

s'adapter au mieux au type de charge du haut-parleur grave utilisé. Après de nombreux essais sur nos systèmes de référence, caisson W, Onken 360 litres, Altec Voix du Théâtre, nous avons finalement retenu une valeur nulle ! (un strapp) afin d'obtenir un son très tendu dans le registre grave malgré des performances moins bonnes en amortissement sur charge capacitive. Il faut toutefois noter que ce réglage peut être intéressant dans certains cas particuliers d'autant que sa mise en œuvre est extrêmement simple.

Comme indiqué dans notre n° 43, les valeurs de résistances de polarisation des drivers et des transistors de sortie, à l'origine 12 Ω et 0,68 Ω , ont été comparées aux valeurs rencontrées dans les montages Kanéda 150 Ω et 0,47 Ω . Ces dernières ont été nettement préférées : meilleure attaque, effet de profondeur plus réaliste, nuance et légèreté du grave.

d- L'alimentation

Comme nous l'indiquions en préambule, le premier prototype a été réalisé avec une alimentation passive pour des raisons de simplicité pour la mise au point du circuit d'une part mais aussi pour mieux sérier les problèmes.

Cependant il faut être bien conscient que si ce type d'alimentations a fait ses preuves sur des amplis de modeste puissance,

il ne constitue pas pour autant une panacée, surtout lorsqu'un gain élevé est souhaité pour obtenir une puissance conséquente. L'intermodulation inévitable dans ce cas entre l'étage de puissance et l'étage d'entrée, via l'alimentation, se traduit par une perte de définition, un son « caoutchouteux » dans le haut grave. Une alimentation régulée s'avère donc indispensable aux étages d'entrée pour leur assurer la stabilité de leur point de fonctionnement et ainsi leur garantie des performances d'une excellente linéarité en fonction de l'amplitude du signal à traiter.

Une régulation pour les étages de sortie a fait l'objet d'essais. Toutefois la complexité de la réalisation, du câblage et de la mise au point nous ont fait abandonner ce projet, qui ne l'oublions pas, a été élaboré dans « l'esprit kit ».

Nous avons finalement retenu la solution mixte : passive pour l'étage de puissance, régulée pour les étages de gain en tension.

La figure 2 représente l'alimentation de puissance ± 32 V. Outre le filtrage très énergique avec self et condensateurs de forte valeur on notera la puissance très élevée du transformateur d'alimentation (1 000 VA), nécessaire à une excellente assise du secteur grave.

Si la technologie classique tôle empilée est pénalisée en terme de

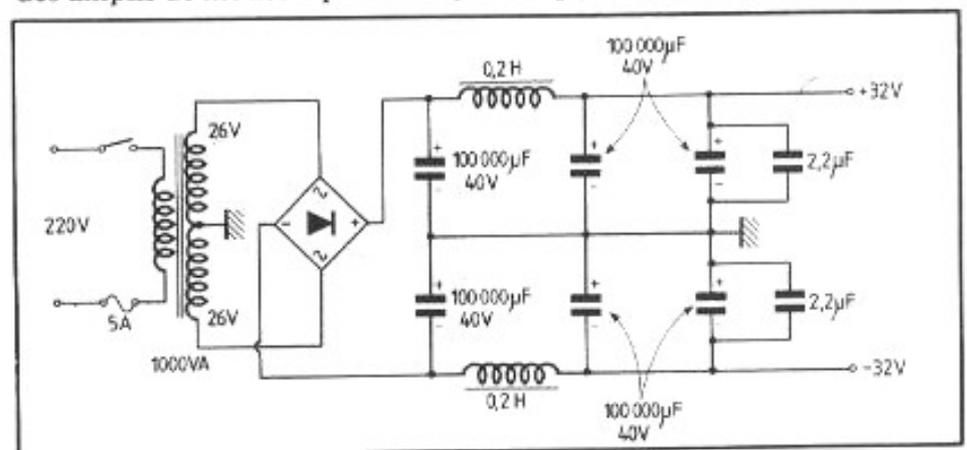


Fig. 2 : Schéma de l'alimentation des étages de puissance. On notera l'utilisation de selfs pour améliorer le filtrage.

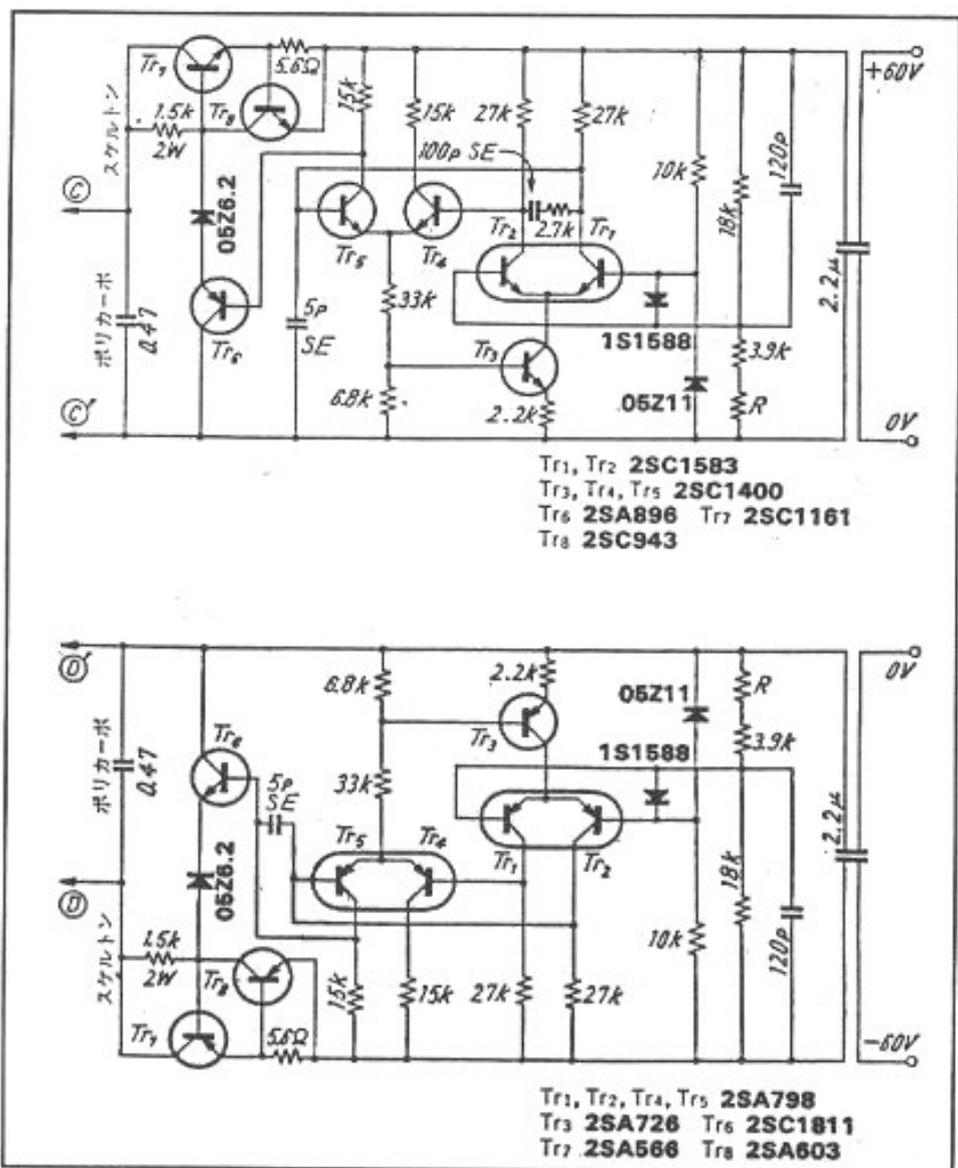


Fig. 3 : Structure de l'alimentation régulée. Schéma proposé par Guy Marec dans notre n° 39.

pois, d'encombrement et de rendement par rapport au double C ou au torique (ce qui pour un kit n'est pas un critère décisif), en revanche sa mise en œuvre est plus simple ce qui constitue un avantage en terme de maîtrise des vibrations résiduelles et donc de bruit (le double C est délicat à maîtriser sur ce critère).

Cette alimentation, vu son dimensionnement peut délivrer sans problèmes plusieurs dizaines d'ampère sur des appels de courant transitoire (ce qu'une alimentation régulée Kanéda ne peut faire).

L'alimentation régulée dont le schéma est indiqué en figure 3 est issu de l'article de Guy Marec

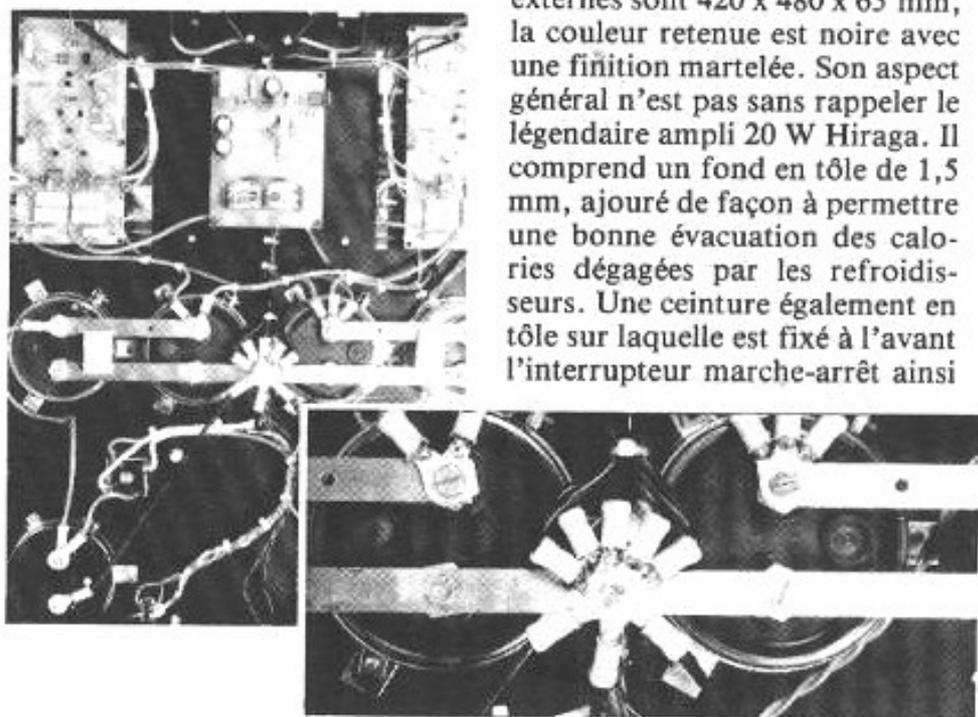
publié dans notre numéro 39. L'« adaptation française » a été réalisée par Pascal Pagan. Le lecteur pourra se reporter à notre précédent numéro pour des informations complémentaires relatives à l'alimentation.

L'adaptation de cette alimentation stabilisée a apporté une amélioration spectaculaire du rendu sonore. Les défauts constatés sur le premier prototype ont été éliminés et par suppression de l'effet de masque, les qualités déjà constatées se sont trouvées renforcées.

2. La réalisation

a- Le châssis

Dans la réalisation d'un kit la fabrication du châssis est sûrement la moins intéressante pour l'amateur. Pour être construit dans de bonnes conditions il est absolument nécessaire de posséder un petit établi, muni d'un bon étau ainsi que d'une perceuse sur pied. Pour l'amplificateur 50 W vu les dimensions et le nombre de trous à réaliser, ce travail devient très long et fastidieux et pourra rebuter plus d'un lecteur désireux de se lancer dans la fabrication du kit. Aussi un châssis percé, prêt à l'emploi sera proposé. Les dimensions externes sont 420 x 480 x 65 mm, la couleur retenue est noire avec une finition martelée. Son aspect général n'est pas sans rappeler le légendaire ampli 20 W Hiraga. Il comprend un fond en tôle de 1,5 mm, ajouré de façon à permettre une bonne évacuation des calories dégagées par les refroidisseurs. Une ceinture également en tôle sur laquelle est fixé à l'avant l'interrupteur marche-arrêt ainsi



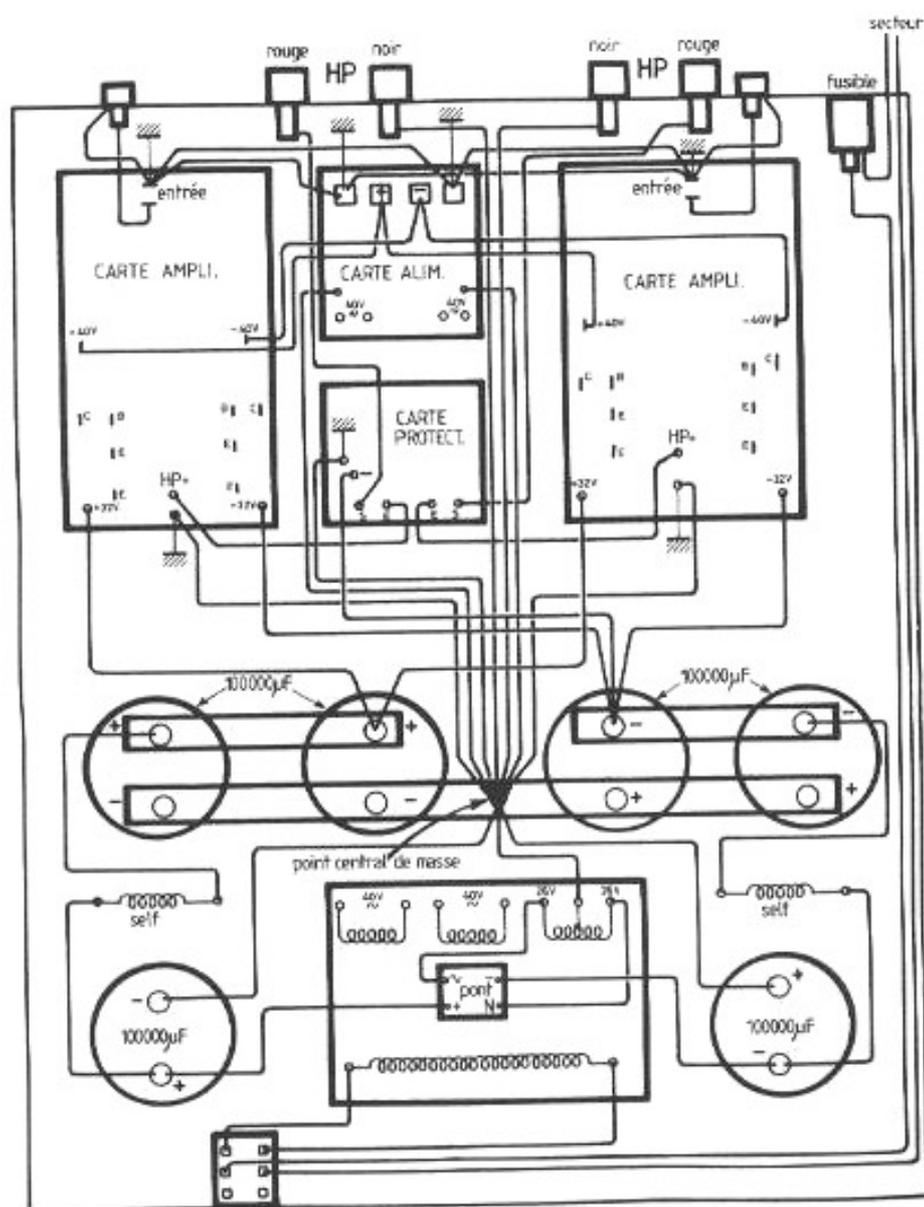


Fig. 4 : Plan de câblage. On notera le point de masse central illustré sur les photos ci-contre.

que les 2 voyants Led et à l'arrière, les cinchs d'entrée, les bornes HP, le porte fusible et le câble secteur.

Le dessus est réalisé dans une plaque de 3 mm en aluminium brossé noir.

b- Montage mécanique

La première opération consistera à fixer la plaque d'aluminium sur la ceinture à l'aide de 6 vis 4 x 10 à tête fraisée, retourner le châssis et visser le pont de diode. Puis passez au montage des transistors sur les refroidisseurs, les connexions vers le bas, prévoir 3 longueurs de 15 cm de câble lify 1 mm² de trois couleurs différentes en attribuant à cha-

que soudure toujours la même couleur par exemple vert pour les collecteurs, blanc pour les émetteurs et rouge pour les bases. Ces fils seront soudés ultérieurement sur les circuits imprimés de l'amplificateur.

Les transistors de puissance seront fixés au refroidisseur par l'intermédiaire d'une vis de 3 x 12 et ne pas oublier les micas isolants et la graisse silicone. Retourner le châssis et fixez les refroidisseurs par l'intermédiaire de 16 vis de 3 x 10 mais avant de réaliser cette opération fixer les 4 entretoises de longueurs 15 mm taraudées qui servent à supporter les cartes ampli (trous Ø fraisés sur le dessus).

La ceinture reçoit en face avant l'interrupteur marche arrêt et les 2 voyants led du système de protection contre le courant continu.

Sur la face arrière sont montés les 2 cinch (attention à avoir un bon contact de la masse avec le châssis), les 4 bornes HP (les noires vers l'intérieur du châssis), le porte fusible et le passe fil. Ce travail terminé on passera au montage des condensateurs de filtrage. Procéder au montage des colliers, placer les condensateurs dans leur collier en les introduisant par le dessus, l'appareil étant retourné. Les condensateurs côté bornes doivent affleurer le bord des colliers, seules les cosses de fixation doivent dépasser. Positionner les barres de cuivre comme indiqué sur les plans de câblage de la figure 4.

Après alignement angulaire des condensateurs fixer solidement les barres de cuivre et procéder ensuite au serrage final des condensateurs dans leurs colliers.

Ce travail effectué, on procédera au montage à l'aide d'entretoise filetée des deux cartes amplificatrices et du circuit de protection préalablement câblé à l'intérieur du châssis. La carte d'alimentation vient se fixer de la même manière sur le dessus du châssis entre les deux blocs de refroidisseurs. Cette disposition permet un câblage très compact.

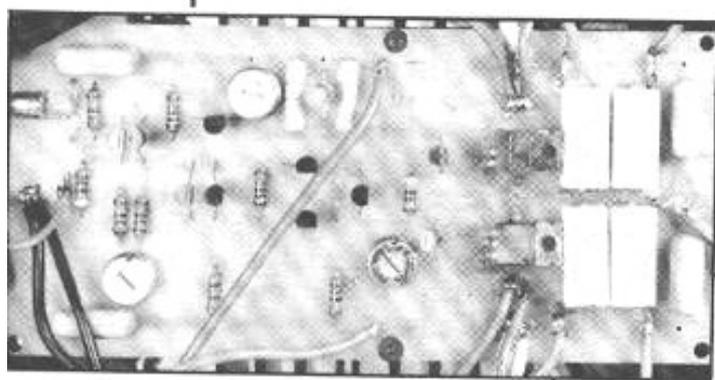
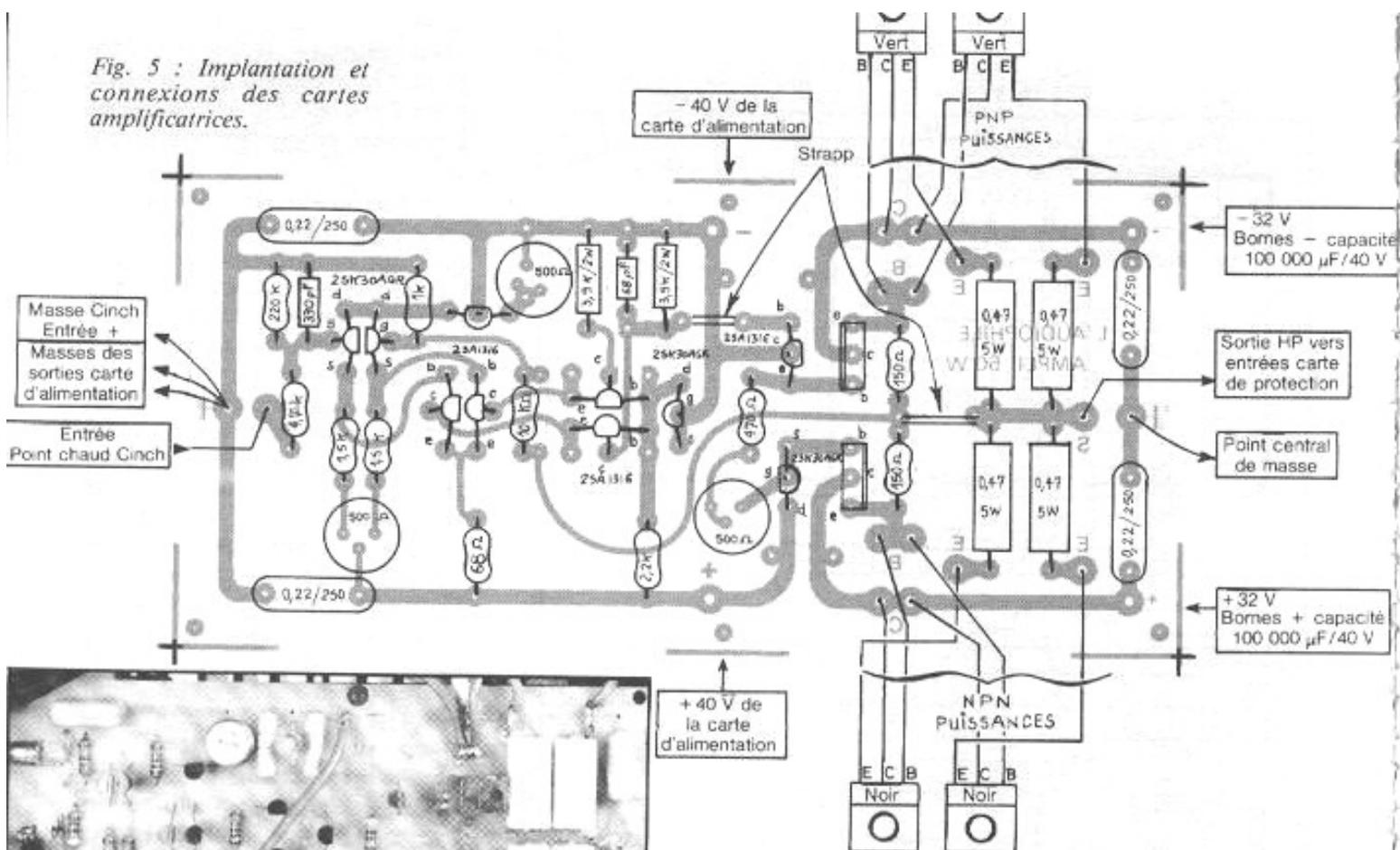
c- Câblages des circuits imprimés

Pour la réalisation complète ils sont au nombre de quatre : deux pour l'amplificateur proprement dit, un pour la protection continu et un autre pour l'alimentation régulée.

Carte ampli

L'implantation des composants sur la carte est donnée figure 5. Le circuit imprimé est en verre epoxy, l'épaisseur des pistes de cuivre est de 70 µ, après étamage l'épaisseur totale est de

Fig. 5 : Implantation et connexions des cartes amplificatrices.



120 μ . Les résistances utilisées sont les fameuses « couche tante ». Elles sont fortement recommandées dans tous les montages audio, elles sont caractérisées à l'écoute par un son clair et naturel. Côté bruit de fond et stabilité elles sont également remarquables, les trimers sont de marque Cosmos et de référence RA12P. Leur dérive de 30 ppm les rend indispensables dans ce genre d'électronique côté subjectif, ils représentent très peu de dégradation. Il est bien entendu que tous les transistors font l'objet de tri et d'appariage très serré, la méthode est rigoureusement identique à celle décrite dans le n° 32 pages 14 et 15. Seuls les transistors 30AGR d'entrée sont couplés thermiquement (colle cyanolite). Ne pas oublier les strapps, le premier réunissant la résistance de 3,9 k Ω

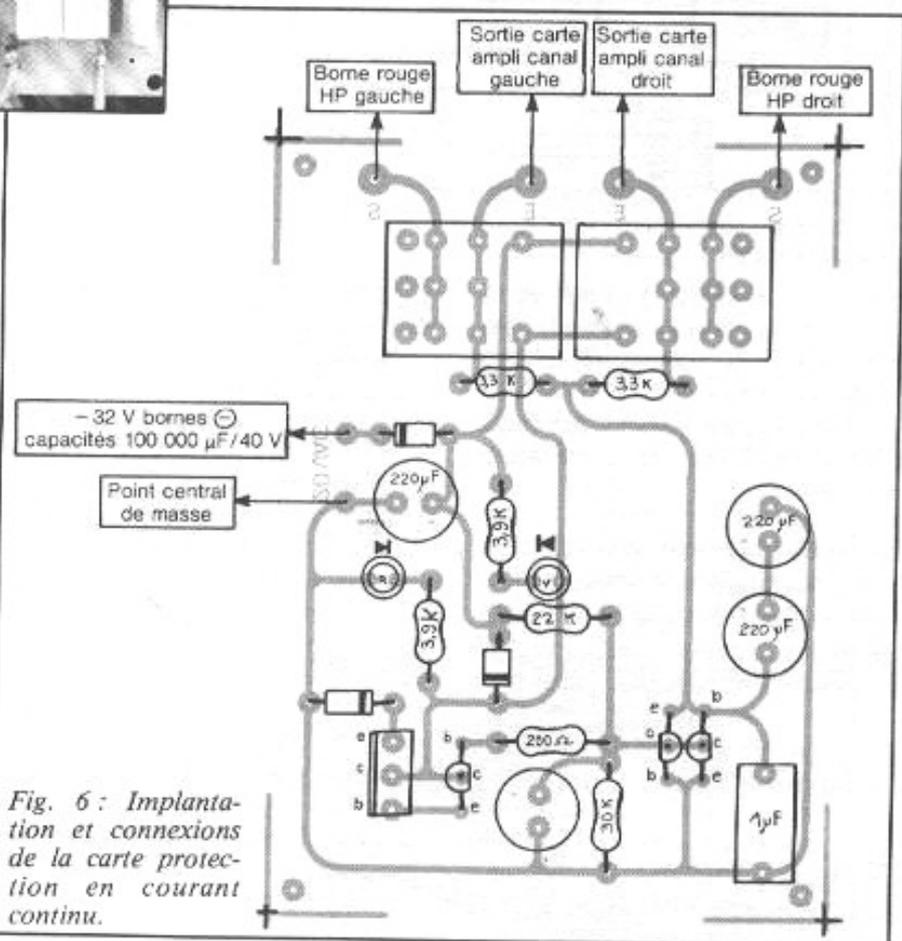
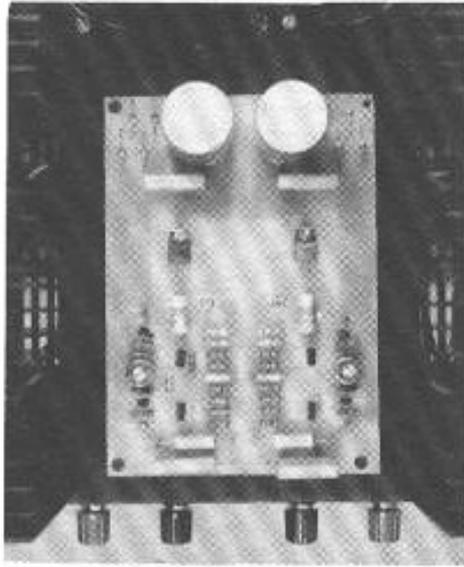
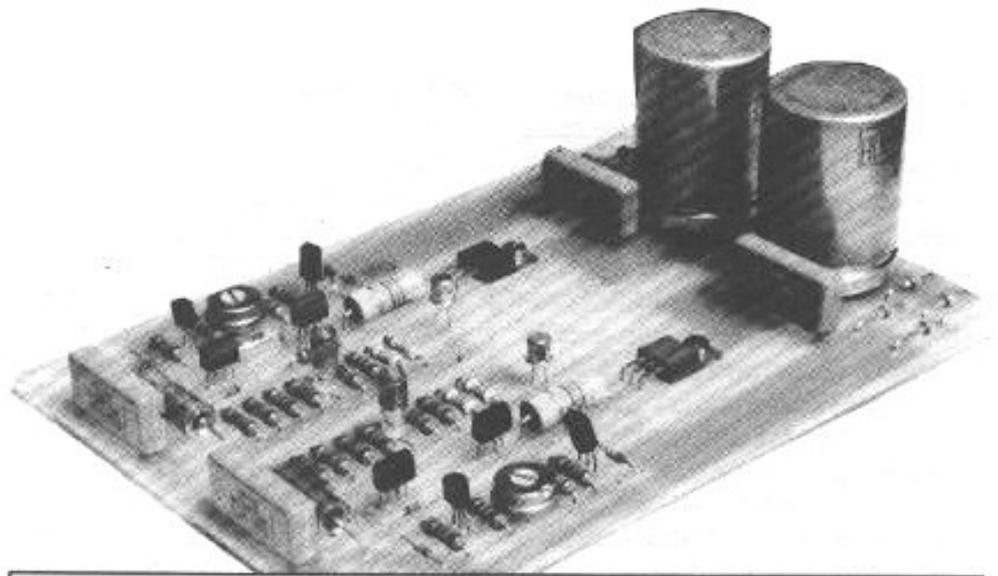


Fig. 6 : Implantation et connexions de la carte protection en courant continu.

à la base du transistor T7, le second court-circuitant la résistance Rx de 68 Ω. Les queues des résistances de 0,47 Ω/5 W, 150 Ω, 3,9 kΩ (côté - 40 V) et 1 kΩ (en série avec D1) ne seront pas coupées, après soudure côté cuivre. Elles seront réintroduites côté composant et serviront de cosse pour les diverses connexions à réaliser (points E.B.C.). Le condensateur de 27 pF sera soudé sous le circuit imprimé.



Carte protection

Elle correspond à la description parue dans l'Audiophile n° 41 pages 80 et 81. Ce montage peut très bien fonctionner avec une alimentation (négative par rapport à la masse) de 20 à 36 V. En 32 V les résistances en série avec les voyants led sont passées à 3,9 kΩ. Ce circuit de protection sert également de temporisation à l'allumage (10 s) et à l'extinction (5 s). Prévoir quatre longueurs de 40 cm en câble fin pour alimenter les voyants leds. Cette protection utilise un relai pour sortie HP, les trois inverseurs étant mis en parallèle pour abaisser la résistance de contact, l'implantation des composants est indiquée fig. 6

Carte alimentation régulée

Cette alimentation est en réalité constituée de la réunion de deux alimentations entièrement séparées une pour la partie posi-

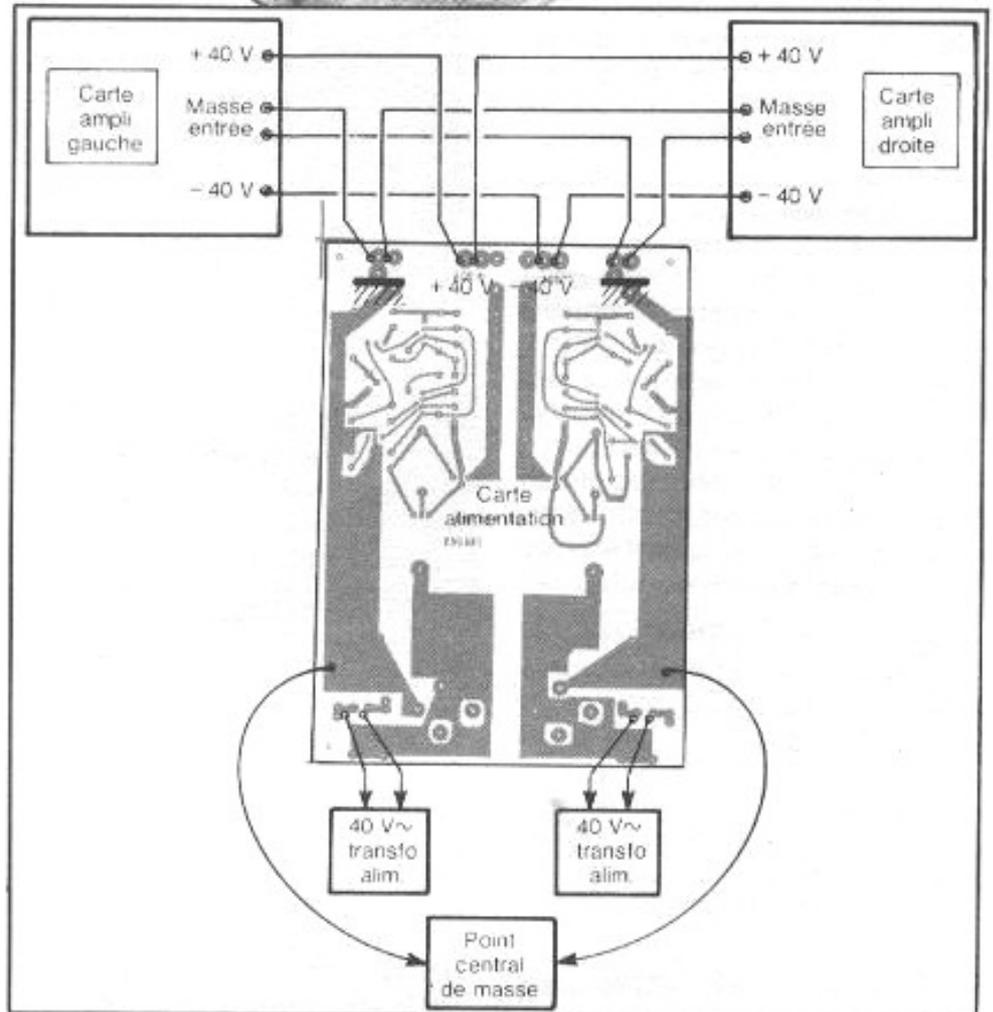


Fig. 7 : L'alimentation régulée positionnée sur le dessus entre les refroidisseurs est totalement séparée pour chacune des polarités, comme le montre le schéma de connexion.

tive + 40 V, l'autre pour le - 40 V. Cette façon de procéder se retrouve dans les alimentations régulées de laboratoire, elle permet d'obtenir une meilleure diaphonie ce qui est très favorable pour la stabilité de l'image stéréo. Les composants utilisés sont tous de haute technologie, à noter en particulier les condensa-

teurs de filtrage de marque ERO série EYV de valeurs 1 000 μF/100 V. Tous les transistors sont d'origine japonaise. Pour des raisons de simplicité et afin de vous éviter tout désagrément, cette alimentation régulée est fournie précâblée. Le câblage de raccordement est indiqué figure 7.

d- Le câblage

Pour obtenir un câblage clair et précis il est préférable de se fixer un code de couleur rigoureux. En principe la couleur rouge est réservée à la polarité positive des alimentations (passive et régulée). La bleue à celle négative et la noire au câblage des masses, les autres couleurs seront réservées aux autres interconnexions.

Ainsi le 26 V alternatif du transformateur d'alimentation sera câblé en lify 2,5 mm² (blanc ou vert) ; prévoir deux longueurs de 20 cm à souder sur les bornes marquées AC du pont de diode. Le point O étant relié directement au point central de masse. Les deux secondaires de 40 V seront réunis à la carte alimentation régulée par du lify de 1 mm², prévoir quatre longueurs de 30 cm environ (jaune ou vert). Il en sera de même pour le primaire 220 V en direction de l'interrupteur marche-arrêt.

Pour les selfs deux longueurs de 15 cm en 2,5 mm² sont nécessaires (rouge pour la partie positive et bleue pour le négatif).

Les cartes amplificatrices sont reliées à l'alimentation de puissance par du lify 2,5 mm² rouge et bleu. Utiliser du câble de même type pour le raccordement des sorties via le circuit de protection, ainsi que pour l'ensemble du câblage des masses qui aboutit au point central.

3 Réglage et mise au point

Après avoir une dernière fois vérifié le plan général de câblage comme indiqué sur la figure 4, on réglera le trimer VR3 à la position minimum, VR1 et VR2 seront mis en position médiane. On peut effectuer maintenant le branchement au secteur. Attendre 1 minute environ - si la led rouge reste allumée ne pas s'en soucier- et procéder au réglage suivant.

a Courant de repos

Régler le courant de repos à l'aide du trimer VR3 en plaçant un voltmètre aux bornes d'une résistance de 0,47 Ω , l'aiguille doit indiquer 0,410 V. Faire la mesure sur les trois autres résistances et réajuster légèrement si nécessaire de façon à obtenir la même lecture sur les quatre résistances.

b- Dérive continue

Réglage de la dérive continue en sortie HP, brancher le voltmètre entre la masse et la sortie HP sur la carte ampli droite. Avec VR1 amener l'aiguille vers le zéro en changeant de calibre si nécessaire. Refaire la même opération sur l'autre carte. A un certain moment la led rouge va s'éteindre et la jaune s'allumer, preuve que la dérive en continu est passée à moins de 1 V sur les deux canaux.

c- Ecrêtage

Le trimer VR2 sert à régler correctement le signal à l'écrtage.

Brancher un générateur BF réglé sur 1 kHz à l'entrée de l'amplificateur, un scope et une résistance de 8 Ω /100 W en sortie HP. Régler VR2 de façon à obtenir un écrtage bien systématique comme indiqué figure 8. Le réglage de VR2 a une influence sur la dérive en continu de l'amplificateur il faudra retoucher si nécessaire VR1 de façon à annuler l'augmentation de dérive. Une fois le réglage réalisé ne jamais retoucher à VR2.

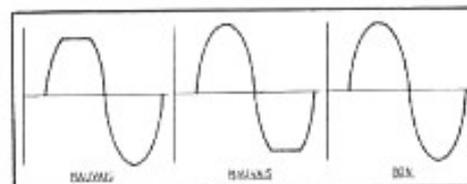


Fig. 8 : Régulation de l'écrtage.

Si vous ne possédez pas de générateur ni d'oscilloscope, procéder de la façon suivante. Brancher un voltmètre entre la masse et le point de jonction des sources de T1 et T2, régler à

- 1,15 V. Retoucher éventuellement VR1 pour abaisser la dérive, cette solution permet de « dégrossir » le problème.

Ces trois opérations terminées poser sans le visser le fond et faire chauffer l'amplificateur environ 1/2 heure, temps nécessaire pour stabiliser les dérives en température, reprendre les réglages de la dérive et du courant de repos, vous constaterez que ceux-ci ont légèrement changé, cela est normal et ne doit pas vous inquiéter.

Toutes les électroniques constituées d'une paire différentielle Fet sont sensibles à leur impédance d'entrée (courant de fuite de gate) pour une stabilité inconditionnelle des dérives en sortie. L'impédance que voit l'amplificateur côté entrée doit être *rigoureusement fixe* il est donc fortement déconseillé d'utiliser un préampli avec sortie sur potentiomètre. De plus les dérives des maillons se connectant avant l'ampli doivent être également réduites à zéro de façon à ne pas faire fonctionner le système de protection sur les fortes modulations, dans le cas contraire nous avez toujours la ressource d'insérer un condensateur de 0,47 μ F en série avec l'entrée de l'ampli.

Maintenant vous pouvez brancher votre préampli ou votre filtre actif. Il vous faudra reprendre à nouveau les réglages du courant de repos et de la dérive (capot recouvrant le fond mais pas fixé). Une fois les mesures affinées vous pourrez fermer le fond et profiter pleinement de votre nouvel amplificateur (la première semaine vérifier à l'aide d'un voltmètre la dérive aux bornes du HP)

4 Mesures

Voici les mesures relevées sur la réalisation ayant servi de base à cet article.

Puissance : à 1 kHz 58 W à 1 % de distorsion

Bruit de fond : 110 dBA

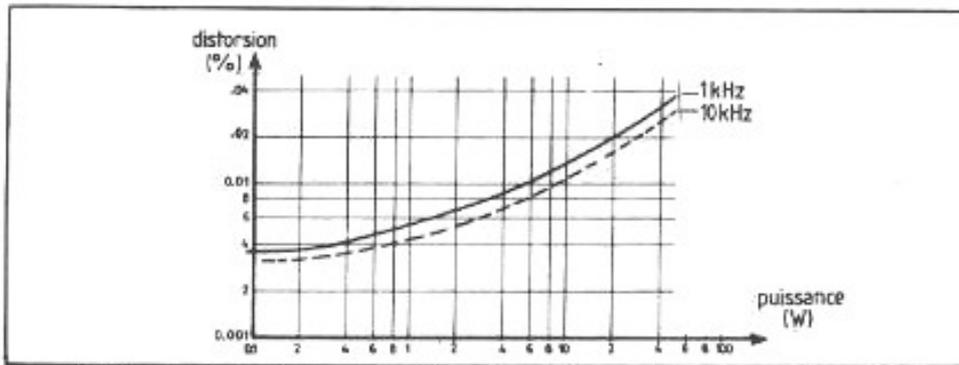


Fig. 9 : Courbes de distorsion en fonction de la puissance pour deux fréquences : 1 kHz et 10 kHz. A noter la courbe très régulière et très douce, sans remontée à très faible niveau ainsi qu'une distorsion inférieure à 10 kHz par rapport à 1 kHz, ce qui est extrêmement rare sur une électronique.



Fig. 10a : Forme de la distorsion à 50 W à 10 kHz. Niveau de distorsion 0,035 %.

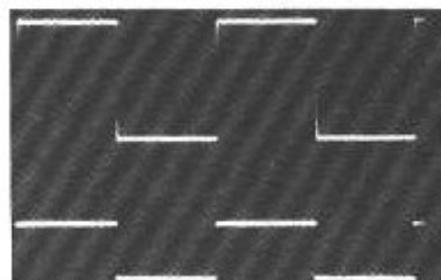


Fig. 10c : Réponse sur signal carré à 1 kHz. Mêmes conditions que pour la fig. 10b.

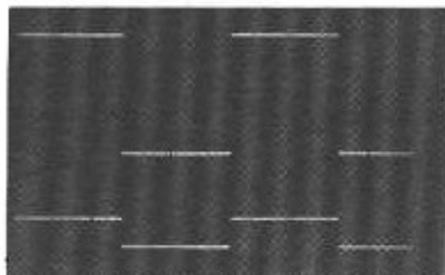


Fig. 10b : Réponse sur signal carré à 20 Hz. En bas le générateur (1 V/div.), en haut l'amplificateur (5 V/div.).

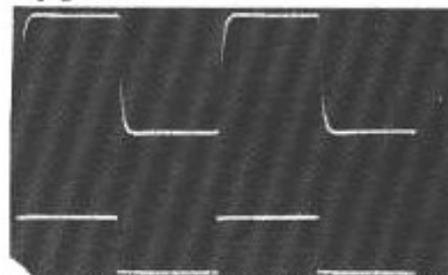


Fig. 10d : Réponse sur signal carré à 10 kHz. Mêmes conditions que pour la fig. 10b.

Bande passante :
à 20 W DC- 80 kHz
à 50 W DC- 80 kHz
Signaux carrés : voir photos
Sensibilité : 1,85 V

Ecoute

Si, comme nous l'avons l'avons mentionné précédemment, l'écoute du premier prototype s'était avérée très moyenne, les diverses évolutions décrites dans la présente réalisation ont véritablement transformées les performances subjectives de cet amplificateur. L'apport de l'alimentation régulée y est pour beaucoup.

Pour les tests d'écoute, nous

avons utilisé nos références habituelles bien connues de nos lecteurs : Voix du Théâtre/TAD 2001 + pavillon Le Dauphin en passif, Onken 360 litres avec médium-aigu Onken, également en passif et enfin le Système W en actif. Sur chacun de ces trois systèmes, nous avons pour ainsi dire redécouvert la partie grave. Associé à ce type d'enceintes, notre amplificateur permet d'obtenir des résultats très supérieurs, dans ce secteur, à tous ceux que l'on avait connus. Incontestablement, on retrouve les performances décrites par Jean Hiraga et Guy Marec relatives aux grands systèmes japonais. De l'extrême-grave au bas-

médium, l'amplificateur se caractérise par un son d'une très grande légèreté avec une variété de sons inouïe. Les ambiances de salles, la profondeur d'un enregistrement, bref tout ce qui participe à recréer dans sa salle d'écoute l'émotion de la musique vivante est reproduit avec une très grande vérité. Nul doute, cet amplificateur constitue, à l'heure actuelle, la meilleure solution d'amplificateur de grave pour les différents systèmes d'enceintes que nous avons décrits, lorsque l'on fonctionne en multi-amplification.

En écoute large bande, notre amplificateur classe A 50 W révèle une balance tonale très légèrement descendante (comme celle obtenue avec la version Kanéda). La reproduction est d'une très grande justesse et d'une définition poussée. Le médium, à la fois doux et transparent, risque de surprendre plus d'un amateur d'électronique à tubes... L'extrême-aigu révèle un filé très délicat. En matière de dynamique, il se révèle d'une linéarité exemplaire. Les plans sonores sont remarquablement respectés. En première impression, il semble quelque peu retenu, mais très vite on réalise que c'est l'absence de toutes mises en avant ou projections (très souvent responsables d'une impression de « fausse » dynamique). Seule une écoute prolongée mettra pleinement ses qualités fondamentales en valeur. En multi-amplification, il s'associe à merveille avec des amplificateurs monotriode type 300 B ou VT 52.

Mentionnons enfin pour terminer, surtout à l'attention de nos jeunes lecteurs, que certains articles publiés dans nos précédents numéros apporteront un complément d'information à la présente description pour ceux qui souhaitent réellement approfondir le sujet : voir pour cela L'Audiophile n^{os} 1, 2, 24, 32, 33, 39 et 42.

**Page non
disponible**

**Page non
disponible**



LE CONCERT ET
LE CONCEBIL EL

Claude Bailblé

P

*ourquoi la musique est-elle si belle ?
Pourquoi le son des instruments nous ravit-il autant ?
Sans doute y'a-t-il plusieurs façons d'entrer en musique,
de se laisser aller aux émotions,
de coopter par son écoute
les univers variés que les musiciens nous proposent.
Mais elles ont en commun la nécessaire emprise
des vibrations composées sur notre entendement.
Et c'est du matériau sonore,
et non des formes musicale
si différentes
selon les cultures et les époques,
qu'il sera question ici. C'est dans l'ordre du senti (le « feeling »)
et non du perçu (les figures de la musique)
que nous allons évoluer,
c'est-à-dire dans le registre des « signifiants purs »,
dont l'audiophile,*

ET SON DOUBLE
EL ZON DOABRE

*avec le perfectionnisme qui l'honore,
se fait le héraut.
Comment préserver l'émotion musicale
lorsque l'on confie à la stéréophonie
la tâche difficile d'en reproduire la cause ?
Comment faire
pour que le double (l'onde domestique) s'approche de l'original
(le concert)
au point de s'y confondre ?
Dans la mythologie,
Echo, nymphe de la montagne,
en proie à une passion sans espoir pour Narcisse (l'image),
ne peut que répéter le son qu'elle entend !
Et si nous l'invitions à écouter ce qu'elle duplique ?*

Nous analyserons ici l'origine de la beauté de sons puis, ayant posé les composants du matériau musical, nous tenterons de montrer les déperditions introduites par le dispositif stéréo et surtout de qualifier la dégradation du signal dans les maillons successifs, de sorte qu'il sera possible de proposer une hiérarchisation des qualités d'un système, certains défauts secondaires étant masqués par la coprésence de quelques qualités, qu'il faut laborieusement assembler.



La beauté de la voix

L'entendez-vous ? - Oui, nous l'avons ouï. Oyez donc que l'ouïe est le miroir des êtres parlants. Le sourd reste muet sur cette question.

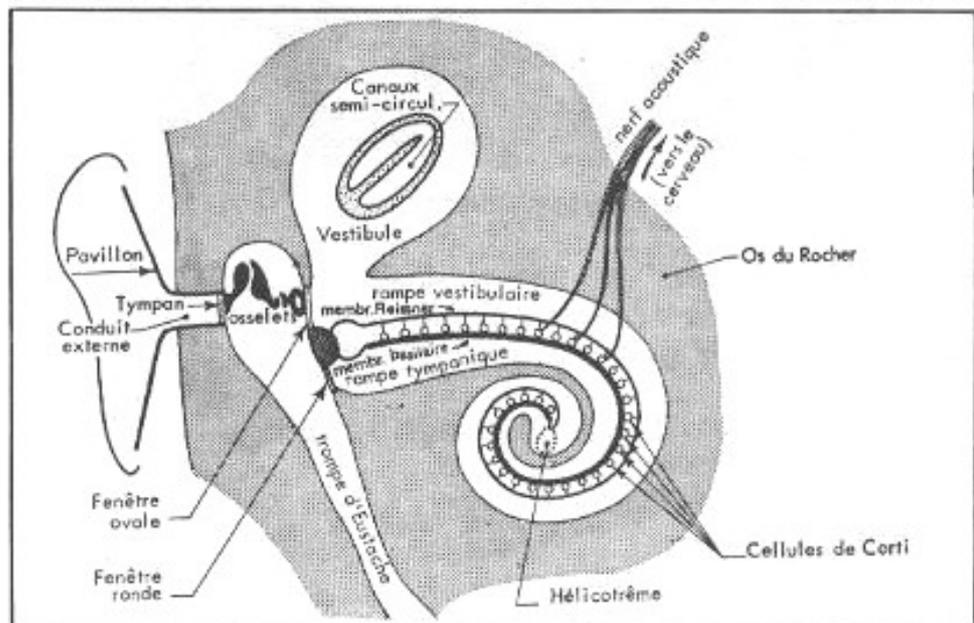


Fig. 1 : Schéma de fonctionnement de l'oreille (d'après Acoustique et Musique - E. Leipp - Masson).

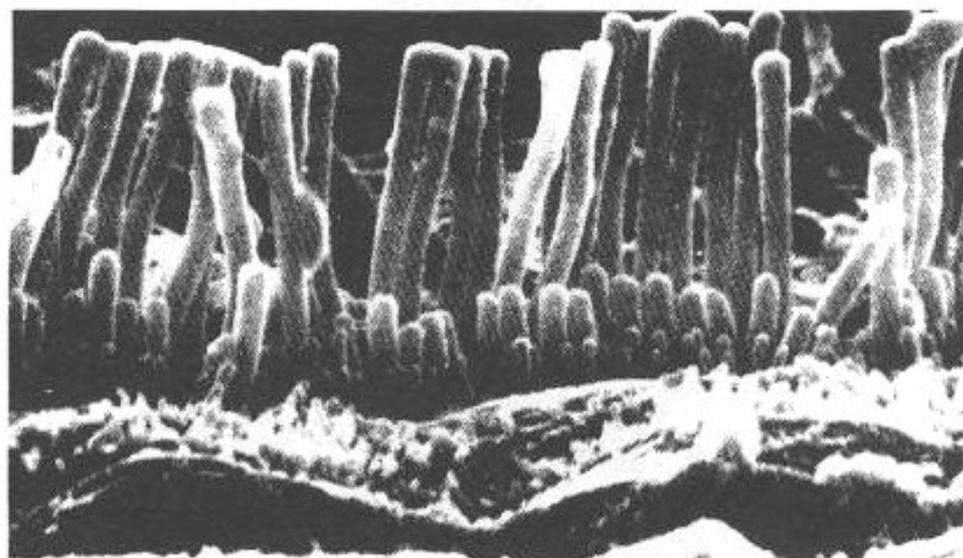


Fig. 2 : Vue en microscopie électronique des cils des cellules de Corti (d'après Physio neuro sensorielle en ORL - Guernin et Usiel - Masson).

A l'origine, l'oreille est une peau. Quelques cils agités par les ondes tiennent lieu de capteur. Cette peau s'est petit à petit différenciée, encapsulée dans un liquide pour attraper les sons lointains. Bien à l'abri dans l'os du rocher, la nôtre a fait son chemin. Elle donne au corps son équilibre, son horizon de référence, sa position dans l'espace. La danseuse s'en accomode dans ses déploiements, ses rotations, ses élans, sa voltige, son roll and rock, diraient certains. Ainsi l'oreille vestibulaire (celle de l'équilibre) se fait la compagne heureuse de l'autre, l'oreille

cochléaire (celle de l'audition).

Ce colimaçon curieux ouvre une fenêtre (ovale ou ronde) sur le monde de l'énergie, douce ou forte, retenue ou sauvage, de la voix. L'ouïe s'est en effet, par nature, spécialisée dans la saisie des excitations, des soupirs et des joies, dont la langue se fait le porte-parole.

Déjà le petit enfant, pleurant ou gazouillant, s'abandonne à la voix maternelle, laquelle d'infléchit vers la musique. La berceuse enveloppe et caresse, exalte le sentiment océanique. Suavité, tendresse, douceur. Paradis sans repères. Océan... perdu. Le cri involontaire, l'explosion de la pleine voix marquent l'irruption des forces inconscientes. L'émotion, trop forte pour être contenue décharge dans le gosier. Le cri y préfigure la puissance de la voix, il appelle, s'impose et demande. Même au loin, la mère entend cela et les vibrations émises, forcément dans l'aigu — songeons à la taille des résonateurs, aux formants qui prennent naissance dans d'aussi petites cavités — rencontrent la forte sensibilité de l'ouïe à ces fréquences. Le tuyau auditif externe joue comme amplificateur acoustique dans la bande 2 000-4 000 Hz, de sorte que le lien intime se poursuit, malgré la distance aérienne, entre les deux

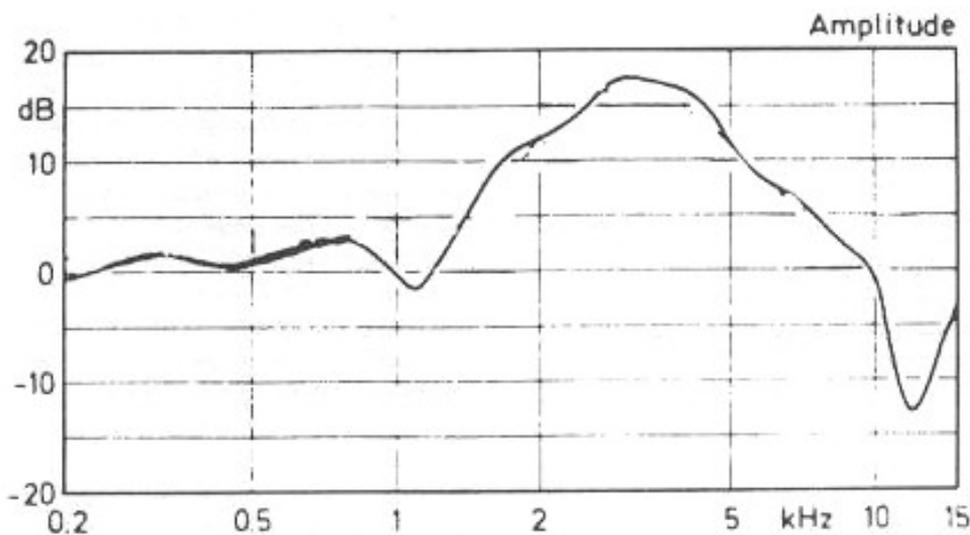


Fig. 2 bis : Courbe de transformation moyenne de la pression sonore du champ libre au tympan pour l'incidence 0° (voir note 1).

êtres (1).

Et petit à petit, la voix vivante, de cris en gazouillis, de gazouillis en vocalises, devient langage. La bouche de l'enfant se sépare du sein maternel pour découvrir le plaisir de la parole. De manière ludique et gratifiante, elle apprend les syllabes de la langue maternelle. Progressivement, l'enfant dit « je » à un « tu », il écoute, laisse résonner en lui, dans le silence apaisé, la parole de l'autre (2).

Plus tard, dans l'état amoureux, la voix charmeuse appelle en souriant. Elle enclenche du désir. Le voisement tendre berce et enchante par une sorte d'hypnose et emmène vers les profondeurs d'une union complète.

Il faut s'y faire : l'ouïe n'est pas un simple vu-mètre qui enregistre un niveau sonore. Elle analyse le geste vocal et sa charge affective. Elle entend la musique de la phrase ou des mots et imprime la voix aimée dans la vive mémoire. Une circuiterie neuronale très élaborée débouche sur le monde sensible des timbres, des intonations en forme de caresses. Les vibrations se sont muées en sensations auditives merveilleuses : Eros vient enchanter Phoné.

Aussi la voix et l'oreille sont-elles faites pour jouir ensemble.

La voix blanche : celle chuchotée, caressante, de la proximité. Le bruit rose coloré par les cavités faciales (pharynx, larynx, palais), le grain (le frottement

(1) Les courbes d'isosensation (*isosoniques*) montrent la grande sensibilité de l'oreille — pour les sons ténus ou faibles — dans la zone haut-médium, et corollairement, la faible sensibilité dans les graves, ce qui favorise l'intelligibilité, par diminution de l'effet de masque. Rappelons qu'un son grave et fort a tendance à masquer un son aigu.

(2) La voix maternelle est le premier modèle d'un plaisir auditif, où la musique plonge ses racines.

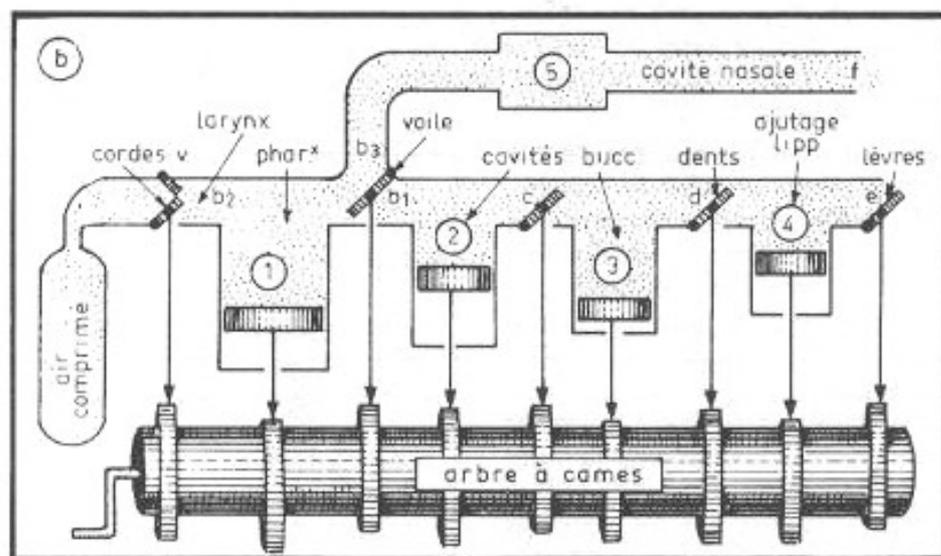
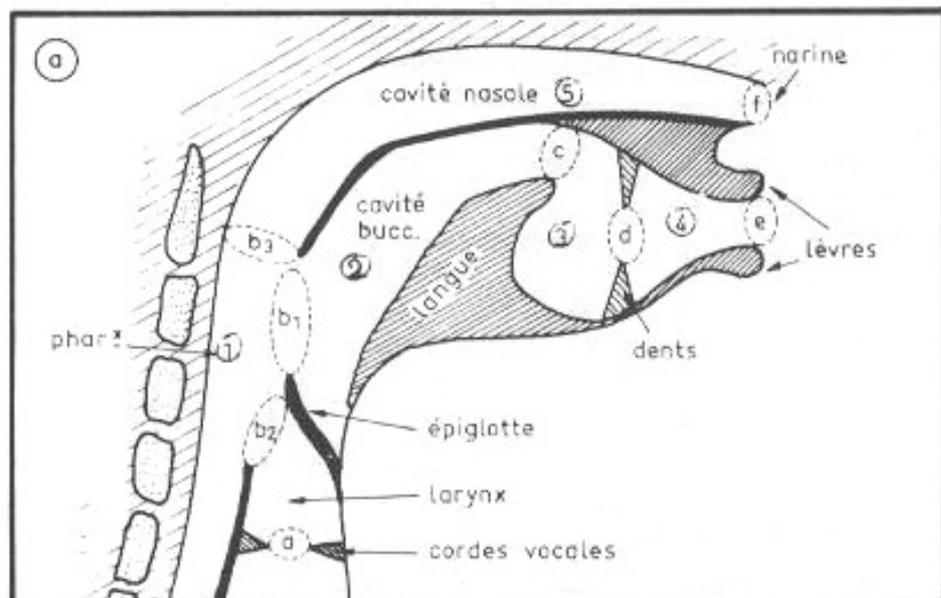


Fig. 3 : L'appareil phonatoire et sa simulation mécanique (d'après E. Leipp. Conf. Journées Etudes 65 -Chiron).

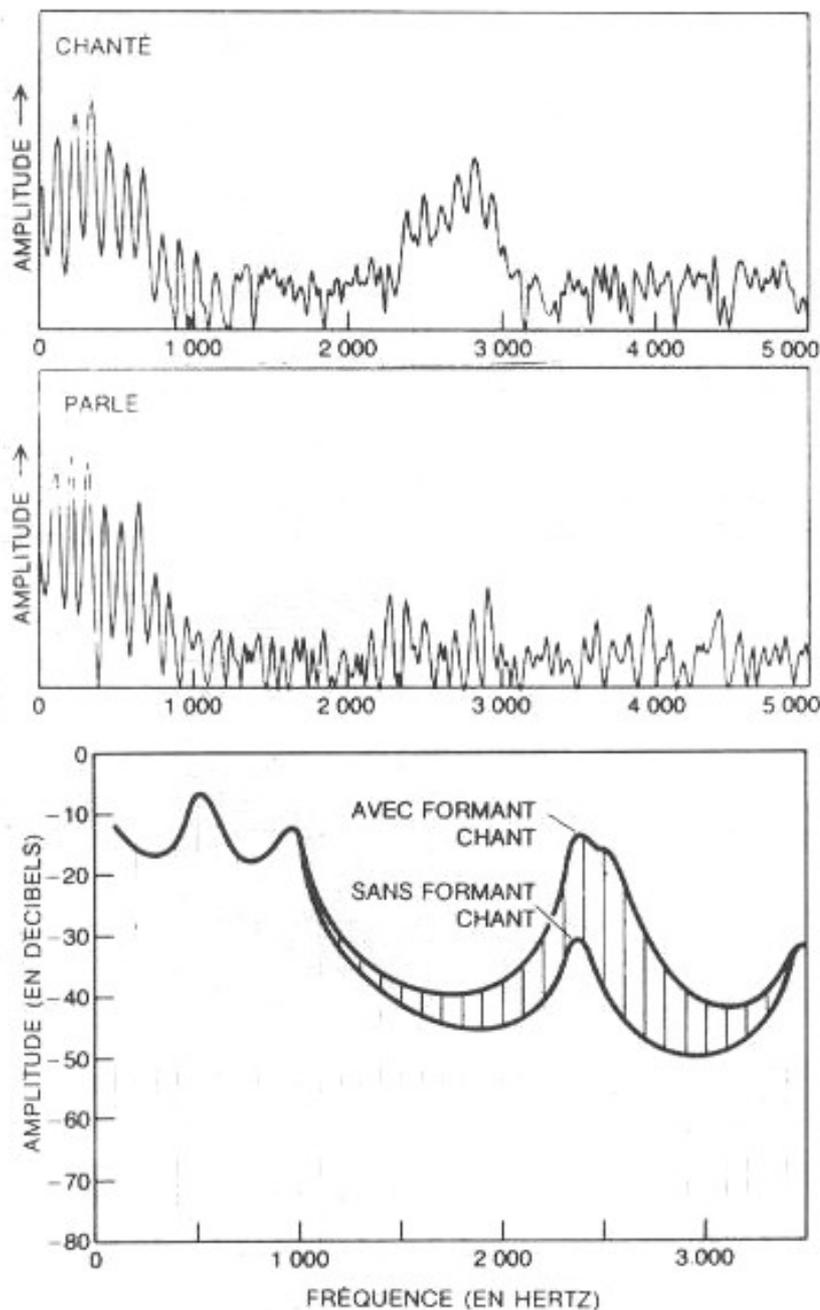


Fig. 4 : Courbes amplitude-fréquence de la voix parlée et de la voix chantée. Le pic d'énergie entre 2,5 et 3 kHz sur le spectre de chant est appelé « formant-chant » (d'après Sons et Musique - Belin). A rapprocher de la fig. 2 bis... et de la note (1)...

des consonnes) nous renvoie à la chair toute proche de l'autre.

La voix parlée : la mise en vibration des cordes vocales fait surgir les voyelles, timbrées par la souplesse de la langue. Quatre zones formantiques (3) sont entendues.

La voix chantée : un formant supplémentaire embellit la voix dans l'aigu. Les voyelles s'attardent-elles sur les blanches et les rondes ; c'est dans ce ralentissement que le timbre est parfaitement consommé.

S'exercent-elles sur les croches : c'est dans les transitions rapides que s'entend la mélodie.

Le chant suspend la parole à la saveur vibrante de la voix. Il enclenche une posture particulière où le lien originare est revisité, sans repères spatiaux, du dedans de la chair. Le vibrato, fragilité sublimée, nous ramène en-deçà du langage. près d'une nostalgie idéalisée, rassérénée. Quand la voix était magique, avant les mots.

Dans chaque canal sensoriel, il y a une composante « affective » et une composante « informative ». S'agissant de l'ouïe, la composante affective est tenue par le timbre et les inflexions de la voix. La **vibration** physique du tympan est transformée en **sensation** auditive par un circuit détecteur des hauteurs, des intensités et des harmoniques.

L'enveloppe dynamique, le grain, la hauteur de la note, la qualité du spectre sont analysés. En somme, le **cortex auditif** spécifique calcule en permanence l'**enveloppe spectrale énergétique** des sons pris dans leur durée.

Aussi sommes-nous « affectés » par le geste vocal : l'enveloppe énergétique (articulation-appui de la voix) ou par son timbre (intonation et grain). La *sexuation* a préparé pour nous un charme tout fait d'avance : celui de la différence sexuelle, qu'on entend dans l'emballage spectral du phrasé féminin ou masculin.

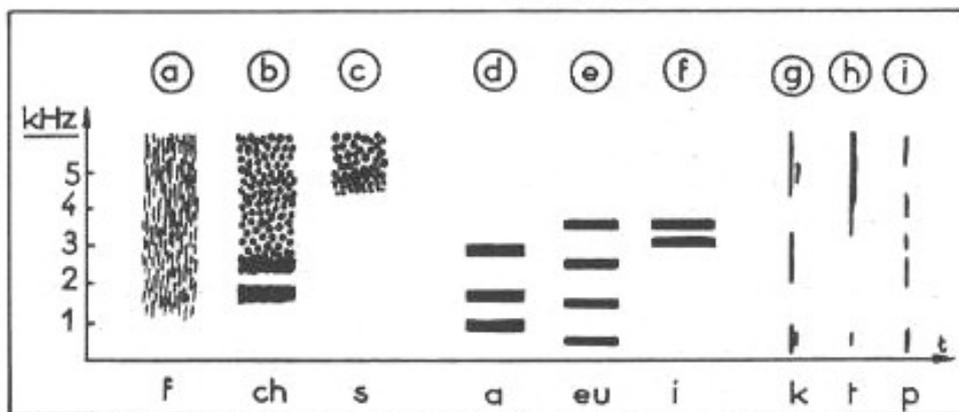


Fig. 5 : Typologie des sons élémentaires de l'appareil phonatoire (d'après E. Leipp. Conf. Journée Etudes 69 - Chiron). On distingue les formants.

Le plaisir de l'oreille commence ici, dans la polarisation vers l'autre sexué, à l'écoute enivrante du grain et de la tessiture. Mais il s'épanouit aussitôt par projection sur d'autres cortex.

Ainsi le **grain**, écho lointain de l'oreille tactile, se mue en caresse ; un « simple » câble, issu du cortex auditif, débusque les aspérités des sons et les projette au *cortex tactile* pour y éveiller la sensation — grenue ou lisse — d'un **toucher intérieur**. Il est parfois si fort, qu'il se projette à son tour à la surface de la peau, ondulant en frissons.

Ainsi le **timbre**, où s'évalue le poids exact de chaque raie harmonique (l'enveloppe spectrale) comme du reste la distance entre les raies (la hauteur spectrale, la consonnance ou la dissonnance) va se projeter dans le *cortex visuel* pour y faire émerger la sensation — lumineuse et colorée — d'une **vision intérieure**. On songe au sonnet des voyelles de Rimbaud et plus encore aux conceptions d'Olivier Messiaen sur les synesthésies entre musique et impressions visuelles.

Ainsi l'**énergie**. Le rythme, les accents, les débit de la voix. L'enveloppe énergétique d'une phrase ou d'un air nous dit la détermination ou la douceur. Le geste vocal relève de la motricité et exprime un **mouvement intérieur**, une incitation. Cette motricité-là (on l'entend de profil) va se projeter au *cortex moteur* en influx correspondants (élans, retenues, insistances ou apaisements). Parfois un mouvement s'esquisse des pieds et des mains, comme si les influx-images voulaient s'échapper vers les muscles. Scansions, espaces, intervalles. La poésie appelle la danse.

On aura compris qu'un « appareil » aussi perfectionné, s'il est à même de capter la beauté des voix — cas particulier quoique central de l'entendement humain — est également

capable de goûter d'autres grains, d'autres alliages de timbres, d'autres intensités.

Longtemps livré à la seule beauté des sons naturels, l'homme a découvert avec émerveillement le son des premiers instruments passant et repassant — avec délice — au creux de ses tympanes. Un peu plus tard, les luthiers sont cherché — avec opiniâtreté — à obtenir les sons les plus beaux, ceux-là qui activaient le sens auditif dans l'une ou l'autre de ses potentialités. Et sans attendre les musiciens ont taillé des formes dans le matériau de leurs instruments : **rythmes, timbres, mélodies**. Le *geste instrumental* a élargi à l'infini le *geste vocal*. Il s'est rendu capable d'exprimer la gamme des émotions, de soutenir un phrasé qui fasse entendre une intériorité, un **allant-devenant** (4).

Morphologie des sons

Quels sont les traits distinctifs du matériau sonore ? Quels sont les **critères morphologiques** d'une musique qui — cas le plus général — mélange les instruments pour les ordonner en une partition ? Bref, qu'entend-on au concert ?

Cette question n'est pas vaine : elle permet de préciser les conditions de l'écoute « en direct » et partant, celles, tout aussi indispensables, de l'écoute « différée ».

Notons tout d'abord que la musique se déploie, pour l'oreille, dans un **triple champ** : celui des **hauteurs** — 20-20 000 Hz — ; celui des **intensités** — *ppp* à *fff* — ; celui enfin des **tessitures** — étendue spectrale.

Le premier intéresse l'espace tonal, le second l'espace rythmique, le dernier l'espace harmonique. Tous trois s'écoulent dans la durée, dans un temps mobile, sujet à toutes les variations.

Ceci permet de poser les critères morphologiques suivants (5) :

a. **Critères de matière** : masse, timbre harmonique, grain.

b. **Critères d'entretien** : grain, allure.

c. **Critères de forme** : allure, dynamique.

d. **Critères de variation** : profil mélodique, profil de masse.

Critères que nous détaillons à présent :

Masse : la façon d'occuper le champ des hauteurs, soit une progression :

- son pur (tonique sans timbre harmonique, ex. : générateur sinus) ;

- son tonique (avec cortège harmonique, ex. : note de piano) ; groupe tonique (accord de plusieurs notes à hauteurs repérables) ;

- son cannelé (masse ambiguë de partiels et d'harmoniques, ex. : gong) ;

- son nodal (agrégat à hauteur indistincte, ex. : coup de cymbale) ;

(3) Les formants correspondent aux ondes stationnaires qui se développent dans le conduit vocal. Le mouvement des organes articulatoires (dont la langue) modifie la géométrie du conduit. Chaque voyelle atteint sa couleur (son enveloppe spectrale) par la combinaison particulière des ondes stationnaires (a, e, i, o, u) dans le conduit vocal à volume variable. Dans le chant, l'abaissement du larynx introduit un formant supplémentaire (entre 2 500 et 3 000 Hz).

(4) La mélodie instrumentale suit le phrasé de la voix : l'instrumentiste semble sussurer — à mi-mot — ce qu'il joue et la musique ne s'entend que par la voix qui la profère intérieurement.

(5) Nous empruntons à Michel Chion et à sa remarquable lecture du « Traité des Objets Musicaux » de Pierre Schaeffer, les concepts qui vont suivre. Nous incitons vivement le lecteur à se plonger dans cet ouvrage, qui ouvre sur l'univers des sons et sa théorisation. (Cf. bibliographie « Guides des Objets sonores »). Nous parcourons ici le chapitre 5 (page 140 et sq.).

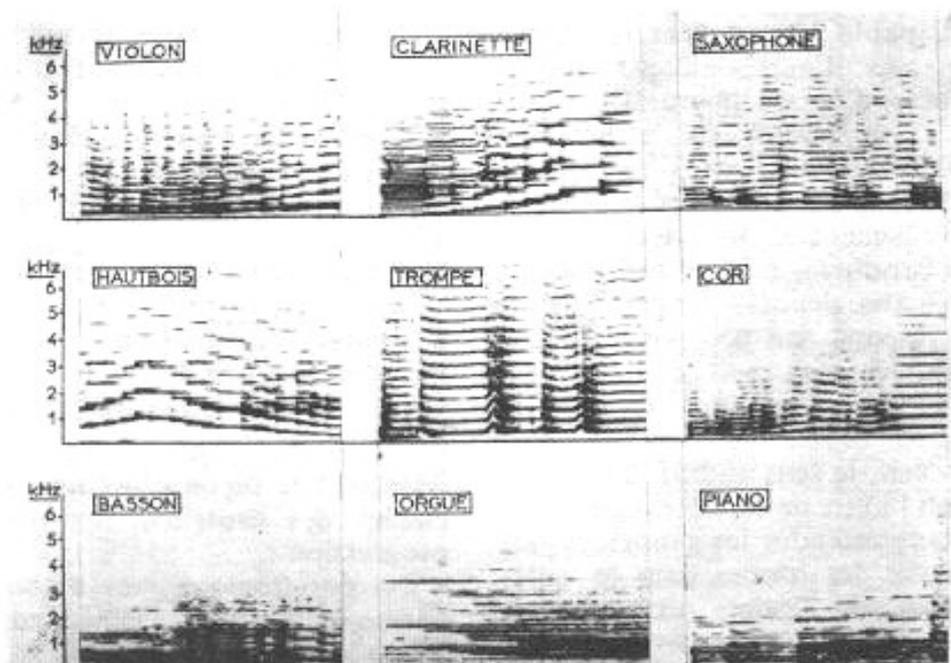


Fig. 6 : Sonogrammes (fréquences en fonction du temps, ici séquences d'une seconde) de divers instruments joués par des virtuoses (d'après Acoustique et Musique - E. Leipp - Masson).

- groupe nodal (masse formée de paquets à hauteur nouée, ex. : plusieurs cymbales de taille différente jouées ensemble) ;
- bruit rose (masse complexe occupant tout le champ des hauteurs).

Le site d'un son tonique (sa hauteur) est donné avec précision par les 12 demi-tons de chacun des 7 octaves tandis que le site d'un son complexe, est plus difficile à évaluer : sous-grave, grave, bas-médium, médium, haut-médium, aigu, extrême-aigu...

L'encombrement du champ, l'épaisseur de la masse peut s'échelonner en : mince, moyen, épais, très épais, etc.

Site et épaisseur quantifient la masse.

Timbre harmonique : spectre des sons à hauteur déterminée.

Le poids respectif de chaque raie harmonique (l'enveloppe spectrale) amène à apprécier les timbres en couples d'opposition : creux/plein - rond/pointu - cuivré/mat mais cette qualification reste diffuse car elle dépend du site, (sombre/clair), de l'épaisseur, (étroit/ample) et de l'intensité, (pauvre/riche).

De toute manière, la hauteur spectrale (écart fixé entre les raies) décide de la hauteur tonale (la fondamentale ou première harmonique).

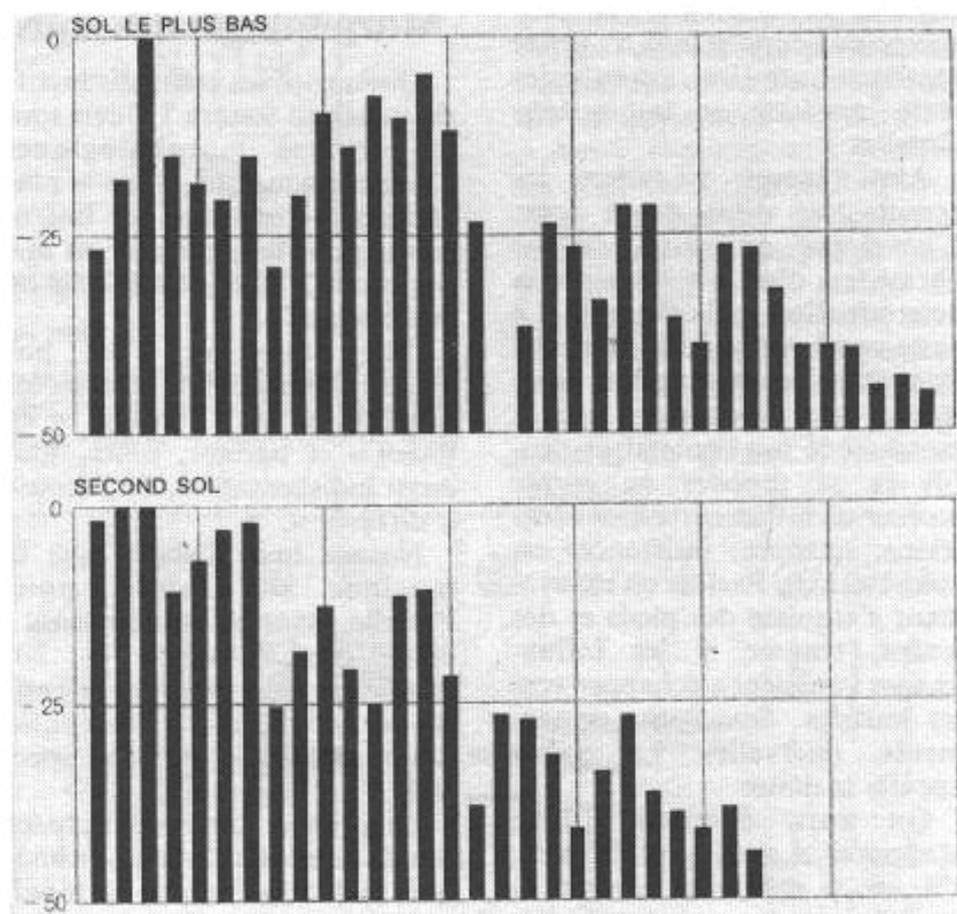


Fig. 6 bis : Les partiels et leur intensité respective des quatre notes sol les plus aigu. (A mettre en rapport avec le dégradé de la distorsion harmonique des...)

Encore faut-il ajouter qu'au cours du déroulement d'un son, le timbre peut varier en ampleur, couleur et richesse. La couleur de l'attaque (percussion-résonance) s'appauvrit souvent pendant la chute (couleur résiduelle d'extinction).

Par ailleurs, les instruments jouent rarement seuls, et la masse obtenue paraît subdivisée en plusieurs couches consonnantes ou dissonnantes où se reconnaissent les différents timbres.

Grain : irrégularités de détails affectant la surface, aspérités.

D'ordre tactile, le grain évoque le toucher d'un tissu ou d'un minéral, la caresse d'une peau. Le grain d'un basson (micro-oscillations à la limite du pouvoir séparateur de l'oreille) s'approche du lisse, tandis que le grain roulant d'une caisse-claire (itération très rapide de la percussion) s'approche d'une succession d'impulsions.

Le grain suppose trois types d'entretien (nul, soutenu, itératif) et une fréquence (du grain le plus gros au grain le plus fin). Ainsi,

- le **grain de résonance** qui concerne les instruments à entretien nul (comme la cymbale ou le clavier), peut être *frémissant*, *fourmillant* ou *limpide*, selon le *resserrement des aspérités* ;

- le **grain de frottement** qui s'entend dans les instruments à son entretenu (souffle de la flûte, tiré d'archet) peut être rugueux, mat ou lisse selon la grosseur du grain. Le violoniste fait varier le grain en tirant/appuyant plus ou moins sur son archet : la densité des micro-arrachements du crin sur la corde suit le geste instrumental ;

- le **grain d'itération** (roulements de tambour) peut être gros, net ou fin.

Si l'on entend le grain comme un bruit à part dans la masse

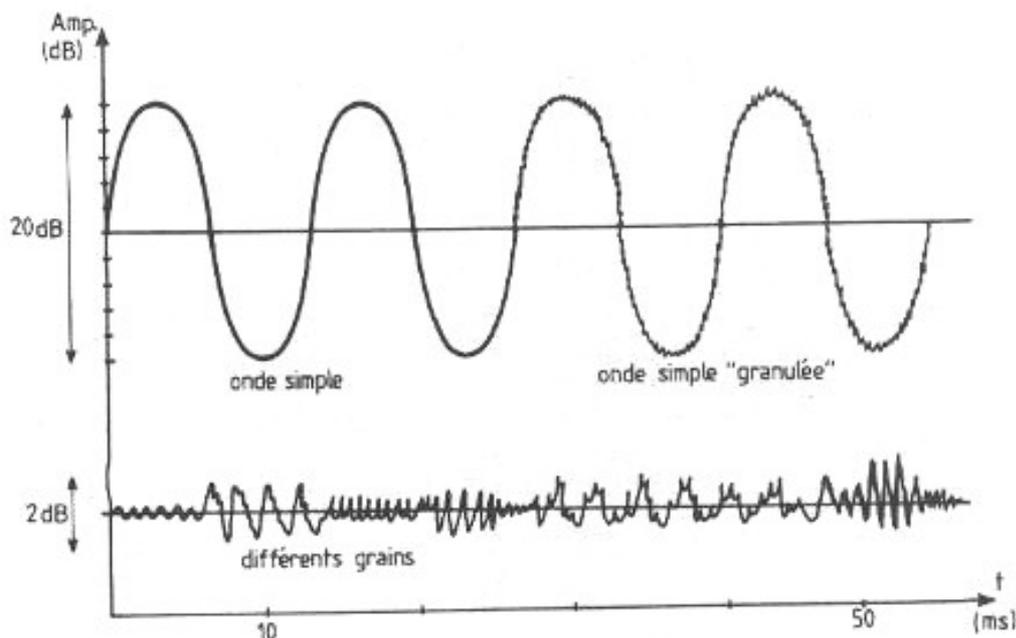


Fig. 7 ; La notion de grain, sous porteuse à amplitude et fréquence variables.

tonique, on peut l'apprécier en termes de **timbre** (harmoniques de la modulation d'amplitude), en termes de **relief** (profondeur de modulation), en termes de

vitesse (serré, ajusté, lâche), ces trois données pouvant varier au cours d'une note.

Ex. : début - grain lent, de relief accentué

fin - grain serré, de relief faible.

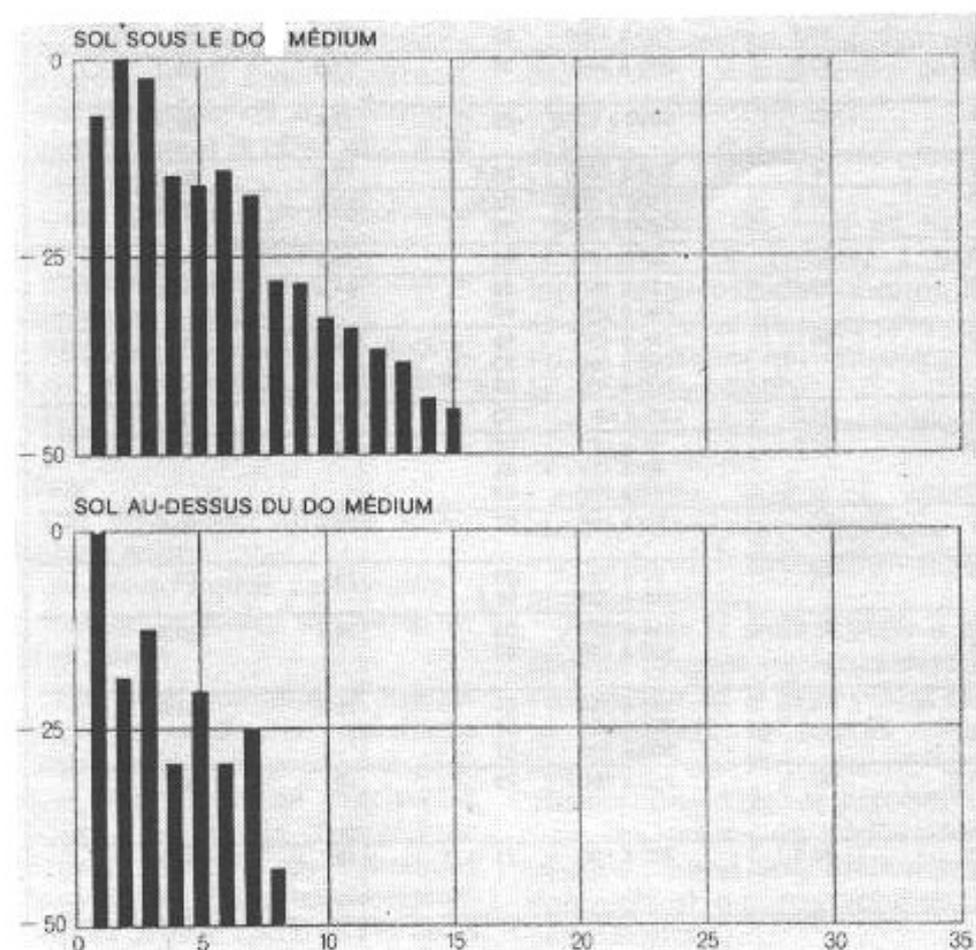
Nous insistons ici sur le critère **grain**, car il apparaît comme constituant subtil de la matière sonore, une sorte de sous-porteuse miniature à amplitude et fréquence instantanément variables.

Dynamique : profil d'intensité, critère essentiel de la forme d'un son.

Le profil énergétique d'une note commence par l'*attaque*, moment crucial, point de fixation d'où l'auditeur entend à la fois le timbre se former dans l'instrument et le geste musical se livrer par l'énergétique corporelle.

Dans les sons à percussion-résonance, l'attaque est le critère dynamique déterminant. Choc et résonance peuvent être confondus (cas du piano) ou séparés : au « bruit » spécifique, rapidement amorti, vient s'ajouter le son de caisse, au profil d'extinction plus lent (cas d'un grand nombre de percussions).

D'autres profils sont possi-



basses du piano (d'après Son et Musique - Belin). Le timbre s'appauvrit dans ampli- ficateurs.)

bles : mordant, crescendo, abrupt, etc. qui donnent à l'attaque sa **raideur** et sa **couleur**.

Le timbre résulte des varia-

tions du contenu harmonique et de l'évolution dynamique, c'est-à-dire de l'histoire énergétique de chaque harmonique.

La décomposition en trois phases du profil d'intensité — attaque, corps, chute — est très théorique ; bien souvent, on n'en

Instrument	Niveau de pression crête obtenu en 0,125 s pour la totalité	Bandes de fréquence, en Hz, contenant le maximum d'énergie en 0,125 s	Niveau de pression dans ces bandes	Niveau de pression obtenu en 12 s pour la totalité du spectre	Bandes de fréquence, en Hz, contenant le maximum d'énergie en 12 s	Niveau de pression dans ces bandes	Dynamique	Niveau de pression obtenu en 15 s pour la totalité du spectre
Grosse caisse A	119	63 à 125 125 à 250 250 à 500	112 112 112	94	20 à 63	88	21,6	97,4
Grosse caisse B	104	20 à 63 63 à 125 125 à 250 250 à 500	96 97 96 96	81,5	125 à 250 250 à 500	77 76	17,6	86,4
Grosse caisse C	114	63 à 125 125 à 250	104 106	77	250 à 500	74	25,6	88,4
Grosse caisse D	110	20 à 63 63 à 125 125 à 250	105 106 105	89	63 à 125 125 à 250	81 81	16,1	93,9
Caisse claire	108	250 à 500	103	82	250 à 500	76	24,7	83,3
Cymbale	111	6000 à 8000 8000 à 10000	97 96	81	3000 à 4000 4000 à 6000	66 67	28,4	82,6
Triangle	82	6000 à 8000	78	72,5	2000 à 3000	57	17,3	64,7
Saxophone basse	93	250 à 500	91	59,7	20 à 63	49	21,8	71,2
Tuba	95,5	250 à 500	92	63	20 à 63	58	18,9	76,6
Trombone	104,5	1500 à 2000 2000 à 3000	83 85	61,5	125 à 500	51	30,8	73,7
Trompette	93	500 à 750	85	57,5	750 à 1000	35	18	77
Cor à piston	86	250 à 500	84	51,5	250 à 500	31	16,8	69,2
Clarinette	86	250 à 500 1500 à 2000	75 75	59	3000 à 4000	29	17,6	68,4
Flûte	81	750 à 1000	76	56,5	500 à 1000	35,5	17,8	63,2
Piccolo	84	1500 à 2000 2000 à 3000	80 81	59,5	1500 à 2000 2000 à 4000	34,5 36	18,4	65,6
Basse	91	62 à 125	90	67	63 à 125	63	16,5	74,5
Piano A	92	250 à 500	89	63,5	125 à 250 250 à 500	48 50	21,4	70,6
Piano B	90	250 à 500	89	65	125 à 250 250 à 500 500 à 750	52 53 52,5	16,9	73,1
Orgue A	102,5	250 à 500	98	71,5	20 à 63	70	24,6	78
Orgue B	112	20 à 63	106	97,5	20 à 63 63 à 125 125 à 250	82 81 83	14,5	97,5
Orchestre 15 exécutants	101	2000 à 3000	92	80	250 à 500	67	20,5	80,5
Orchestre 18 exécutants	99	250 à 500	94	79	20 à 63 125 à 250	56 55,5	20	79
Orchestre A : 75 exécutants	106	125 à 250 250 à 500 2000 à 3000	94 96 94	81,5	250 à 500 500 à 750	68 67	20,3	85,7
Orchestre B : 75 exécutants	110	250 à 500	101	74,5	125 à 250 250 à 500 500 à 750	57 57 57	25,2	84,8
Orchestre C : 75 exécutants	104	250 à 500	96	82	250 à 500	75	19	85
Orchestre D : 75 exécutants	107	250 à 500 2000 à 3000	98 96	83,5	250 à 500	71	19	87,9

Fig. 9 : Niveaux de pression acoustique de divers instruments en relation avec le temps et les bandes de fréquences contenant le maximum d'énergie (d'après P.E. Sirder Son Magazine, doc. Bell Laboratories JASA 1929).

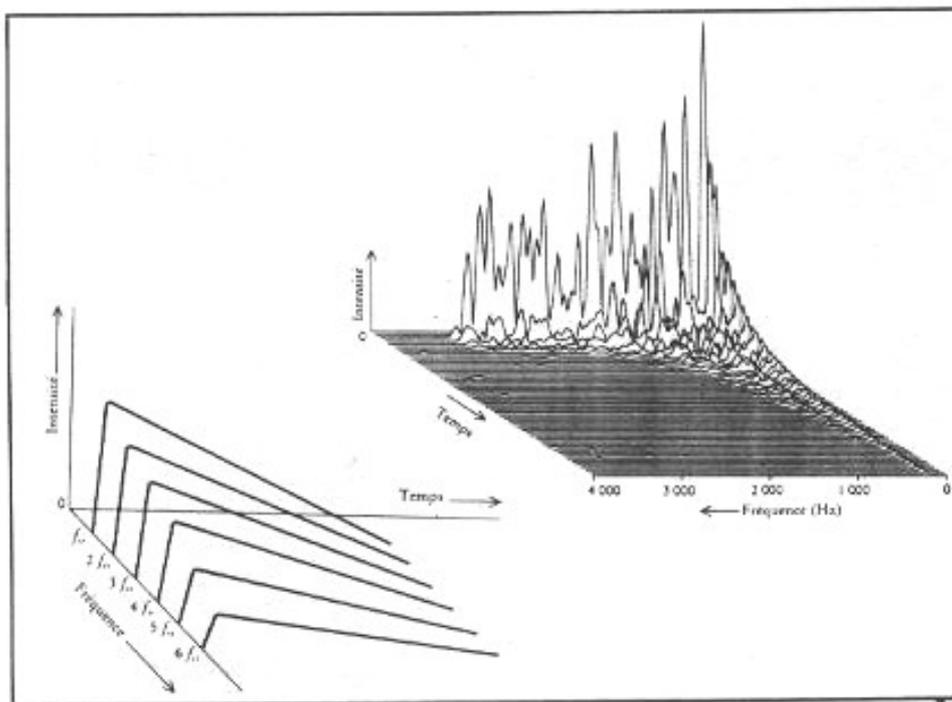


Fig. 8 ; Représentation tridimensionnelle, schéma de principe pour six harmoniques et réponse d'un tam-tam (d'après Le son musical - Jh. Pierce - Belin).

constate que deux, l'attaque se liant directement à la chute. Le profil d'extinction (le filé de la note) est très important : il pose chaque instrument, chaque accord, sur un fond de silence, fond immobile où se reforme à chaque instant la place intime de l'auditeur...

- choc ou plectre, sans résonance appréciable : **abrupte**
- marteau, avec forte résonance dégressive : **raide**
- pizzicato ou mailloche douce, avec renforcement du son résonnant : **molle**
- pseudo-attaque, mordant : **plate**
- son posé, sans attaque apparente : **douce**
- crescendo rapide : **sforzando**
- émergence lente, très progressive : **nulle**.

On peut quantifier, l'attaque par le *facteur de crête*, qui donne déjà une idée du profil énergétique, mais sans en préciser le poids. Le poids énergétique dépend en effet de l'**intensité** (*ppp* à *fff*), de la **masse** (épaisseur et densité spectrale) et de la **durée** (brève, mesurée ou longue).

La partition d'orchestre assemble les instruments (solo, duo, trio, quatuor... tutti) et multiplie les figures dynamiques : *pianissimo* à *fortissimo*, *subitoforte*, *subitopiano*, *crescendo*, *decrescendo*, etc.

Allure : fluctuations dans l'entretien.

L'entretien des sons est souvent vibré (en hauteur : trémolo ; en amplitude : vibrato). Il se donne en oscillations plus ou moins cycliques qui renvoient à la nature de l'agent :

- régularité des fluctuations : agent mécanique
- périodicité souple : agent vivant, énergétique corporelle
- irrégularité imprévisible : phénomène naturel.

Alors que le **grain** renvoie à la matière (organe ou instrument), l'**allure** évoque le geste (vocal ou instrumental), la **facture** : la régularité ou l'irrégularité des fluctuations dirige la perception vers les causes du phénomène sonore : humaines, mécaniques (prévisibles) ou trop complexes (imprévisibles).

Entre le vibrato très régulier d'un violoncelliste et celui d'une

machine, la différence peut être minime mais elle suffit à identifier la nature de l'agent. (C'est pourquoi il est si difficile à un bruiteur d'imiter des sons naturels.)

Le **relief** de l'allure qualifie l'excursion en intensité ou en fréquence (le taux de modulation). Cette excursion est serrée (rapide) ou lâche (lente) ; elle croît, stationne ou décroît. Bref, l'allure est un critère très important, elle sous-module en amplitude et fréquence variables la masse totale du son. Elle le rend « vivant ».

Profil mélodique : trajet du son dans la tessiture, dans la hauteur.

La hauteur varie par paliers (mélodie) ou de façon continue (glissando). Et cette variation s'accompagne de changements de force sonore (accents, nuan-



Fig. 10 : L'allure est liée à la nature de l'agent.

ces) ou de timbre (registres, couleurs).

Elle peut ainsi affecter l'attaque, la tenue ou le traînage d'un son. Mais tout aussi bien un ensemble de notes.

- fluctuation : instabilité légère ;
- évolution : progressive et continue ;
- modulation : par paliers et sauts.

Le profil mélodique présente une infinité de vitesses de variation.

Profil de masse : variation interne de la masse au cours du déroulement.

Le densité et l'étendue spectrales varient-elles au détour d'une note ? Le spectre s'épaissit ou s'amincit vers les graves ou les

Orlando Lasso. 46. XXXVIII. Basso.

Fig. 11 : Profil mélodique.

aiguës. Aussi bien la masse varie avec l'orchestration (unisson de plusieurs instruments, alliages mouvants de composantes harmoniques, klangfarbenmelodie).

Mais l'oreille est plus entraînée à écouter l'instrumentation, les alliages de timbres, les couleurs de l'orchestre que la stricte densité spectrale en mouve-

ment : *dilatation, amincissement.*

L'étendue spectrale qualifie le site et l'encombrement vertical du spectre, tandis que la densité spectrale indique le nombre de raies coprésentes (dans un instrument, ou dans un accord de plusieurs notes).

Voilà donc, brièvement rappelés ici, les composants du matériau sonore, composants que la chaîne stéréo doit reproduire sans déformations, si l'on souhaite le concert chez soi (6). Or, les moyens électro-acoustiques contemporains — aussi perfectionnés soient-ils — ne permettent pas une telle projection de la musique à domicile. D'abord parce que la stéréophonie (prise de sons, enregistrement, diffusion) introduit des déperditions sur l'espace et sur le timbre, et surtout parce que les maillons qui traitent le signal — du microphone aux enceintes — enlèvent et ajoutent du matériau, au point d'entamer les critères morphologiques (ceux par qui l'émotion esthétique advient) et d'y laisser des scories inesthétiques (distorsions et colorations) que les mesures classiques n'évaluent pas forcément.

Il importe alors de choisir les qualités qui doivent prévaloir dans un système de reproduction, qualités dont la présence enclenche l'émotion qui fait oublier les défauts résiduels.

Tout cela fera l'objet de notre prochain article.

(6) Est-ce souhaitable... pour les voisins ? Voilà posé le problème de l'isolation acoustique et du bon voisinage !

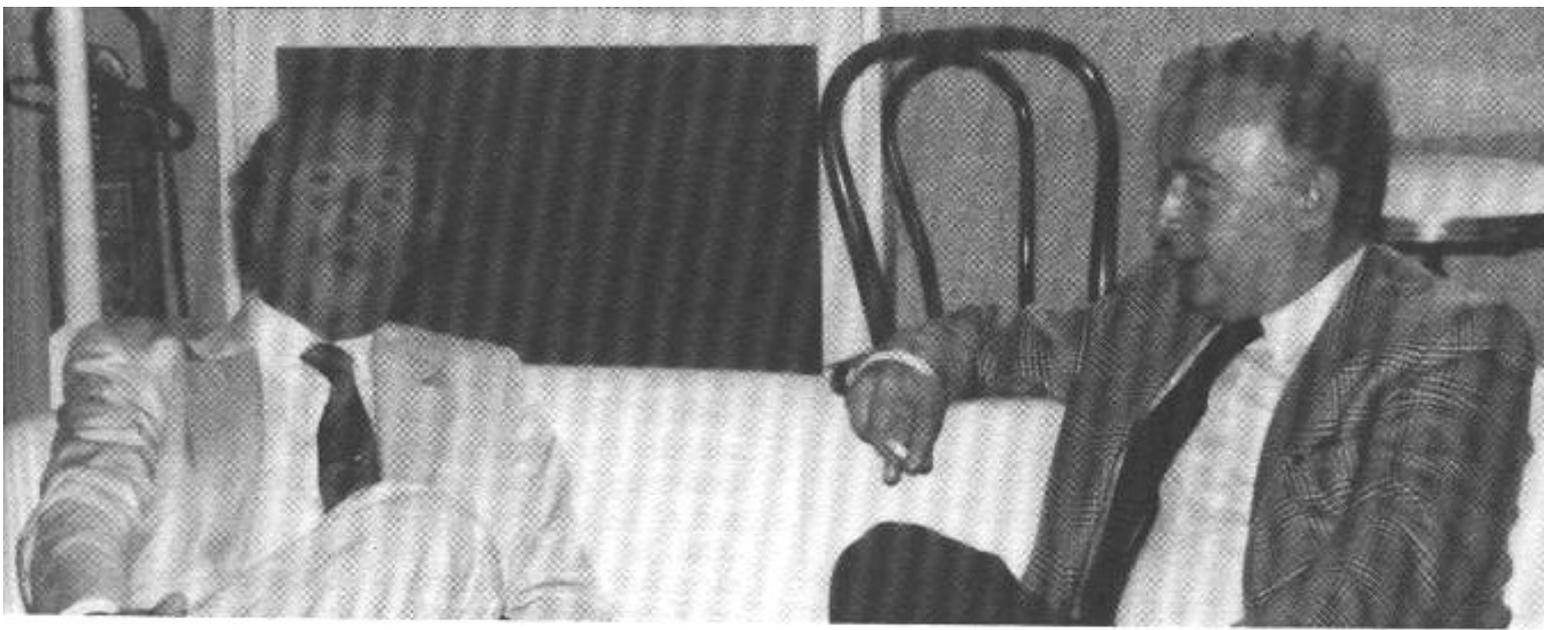
Fig. 12 : Partition mettant en évidence l'incidence de l'orchestration sur la notion de masse. [Roméo et Juliette de S. Prokofiev II - tanz am Morgan.]

**Page non
disponible**

...LA RENCONTRE

Jean Artozoul
Edouard Pastor

Dans chaque numéro de cette nouvelle série sera publiée la « rencontre », le dialogue, que nous aurons avec un « personnage » du métier. Nous voulons, au travers de ces rencontres, évoquer ce qui se passe dans ce petit monde (international tout de même !) qui est le notre et qui nous passionne, mais qui est en perpétuelle évolution tant sur le plan des hommes qui le font que sur le plan des techniques et de la diffusion de ces dernières. Une des rares figures de la haute fidélité française, encore en activité en France, est Jean Artozoul. Il n'y a pas loin de 30 ans que je fis sa connaissance. Au risque d'irriter sa pudeur, voire une timidité bien dissimulée par les « ouragans » dont il est capable, mais qui ne pourraient tromper que ceux qui ne le connaissent pas bien - je me suis adressé à lui. Il a bien voulu accepter le jeu de notre dialogue, cet homme qui fut le créateur de la célèbre marque Esart en 1958. Cette marque qui signait ses tuners rendus célèbres par l'O.R.T.F. Puis, dans les années 60, la gamme très complète de haute fidélité française qui hélas devait succomber avec tant d'autres sous la pression de la production étrangère et je me permettrai de dire, de la bien mauvaise compréhension et vision du futur des technocrates de notre système. Cet homme enfin qui eût en réserve assez d'enthousiasme et de courage pour « recommencer » et continuer de mettre son coup de patte sur la haute fidélité en lançant CTA en 1978. Pourquoi le taire, Jean Artozoul flirtant aujourd'hui avec la soixantaine, est dans la haute fidélité depuis 30 ans, nanti à l'origine de son acquis lors de sérieuses études à l'Ecole Supérieure de Mécanique et d'Electricité ; nous lui avons interdit de parler ici de retraite car nous souhaitons que, longtemps encore, la haute fidélité soit servie par un tel homme.



E.P : Merci Jean, donc, d'accepter ce petit exercice qui fera, j'en suis sûr, plaisir à nos lecteurs qui pour la plupart te connaissent et seront heureux de tes points de vue actuels (les points de vue d'un vieux capitaine font toujours rêver les jeunes et se souvenir les moins jeunes).

Ma première question portera sur l'éternel débat audiophiles et mélomanes : as-tu remarqué une « interpénétration » au fil des années du groupe des uns au groupe des autres ? Bref, les audiophiles sont-ils devenus plus mélomanes et les mélomanes plus audiophiles ?

J.A : Bien sûr, il y a à l'heure actuelle de plus en plus d'interpénétration entre les mélomanes et les audiophiles. Ce n'était pas forcément vrai dans le temps et à ce sujet, j'ai une anecdote. Il y a 20 ans, j'avais pris la première de couverture de la Revue « Toute la Radio » pour mon tuner Esart. J'avais rencontré à cette occasion M' Aisberg aux Editions Radio qui m'a dit que les français ne comprenaient rien à la musique et qu'il ne croyait pas, lui, du tout en la hifi. J'étais absolument contre ces jugements péremptoirs, et peu de temps après, j'ai rencontré les rédacteurs et animateurs de la Revue du Son. Toute l'équipe d'alors voyait déjà tout l'intérêt d'une transcription sonore de qualité qui apporterait chez soi les plaisirs de la musique en « vrai grandeur ». Cette osmose entre la musique et la hifi s'est accentuée par la suite avec les premières écoutes critiques et depuis, « l'histoire » a donné tort à l'un et raison aux autres.

E.P : Depuis 6 ans, le numérique a changé bien des choses, où en sommes-nous de l'équipement lecture ? Y'a-t-il cohabitation dans les chaînes actuelles entre les lecteurs CD et les tables de lecture analogique ? Question complémentaire : que penses-tu personnellement du compact aujourd'hui, en bien comme en mal ?

J.A : Cohabitation oui, mais... Il y a toujours une éternelle « guéguerre » entre la table de lecture et le lecteur CD. Pour nous, la table de lecture n'est pas morte, nous vendons d'ailleurs encore pas mal de platines et les passionnés n'hésitent pas à les améliorer et à changer encore de cellule, de bras de lecture, de prépré et nous avons beaucoup de conseils encore à donner.

Je pense que le CD a fait faire un grand bond en avant à la haute fidélité. Je souhaite simplement que les quelques petites imperfections du CD puissent être maîtrisées techniquement. Sinon, à la première démonstration de compacts, il y a 6 ans, dans mon audi, sur un lecteur Philips et des enceintes Phonophone, j'ai retrouvé les mêmes émotions qu'à la première démonstration de microsillons à laquelle j'ai eu la chance d'assister en 48. Je me souviens encore de cette fabuleuse démonstration en présence de M' Loury (qui deviendra directeur d'Erato), de M' Charlin, c'était vraiment un grand moment qui ne s'effacera jamais de ma mémoire. Il y avait dans la salle plusieurs personnes qui à l'écoute ont pleuré d'émotion, il fallait quand même le faire, on était tous très émus. Ce fut le point de départ des célèbres platines Melodyne dont la réalisation était déjà très en avance pour son époque.

E.P : Le matériel électronique, en particulier les amplis, que, sans vouloir être péjoratifs, nous qualifierons de pas cher, a-t-il évolué de façon significative, le matériel plus cher a contrario (que d'aucun de plus en plus rare traite d'ésotérique) tient-il toujours ses promesses... ? Bref, à quelle valeur peux-tu situer le budget :

- a) d'une chaîne de premier équipement,*
- b) d'une chaîne de deuxième équipement,*
- c) d'une chaîne de rêve (sans lésiner) ?*



J.A : L'électronique a « colossalement » évolué. Il y a des amplis pas cher qui marchent terrible. C'est un peu comme la voiture, il y a des modèles peu onéreux qui rendent de bons et loyaux services et après les prix sont souvent exponentiels quoi qu'il y ait quelques exceptions dans les prix moyens.

Il faut compter de 5 à 8 000 F pour une chaîne de premier équipement correcte, une chaîne de deuxième équipement 25 à 35 000 F et un système de rêve sans lésiner 120 000 F minimum.

Bien entendu, au sein de ces chaînes qui comportent les maillons de base, on peut privilégier l'un des maillons.

E.P : *Se prive-t-on encore d'autres menus plaisirs pour avoir la chaîne la meilleure ou, je te le demande autrement : la passion aujourd'hui est-elle la même qu'hier - question importante - ?*

J.A: Absolument, j'ai des anecdotes, il y a des gens qui ont un « frigidaire » et une chaîne à 30 000 F et pas de télé. J'ai pour exemple un couple qui a acheté des Aura, il s'est saigné, je pense que le crédit aurait fait quelques difficultés. Mais la société de crédit m'a répondu : « s'ils s'étaient acheté une 2 CV, ça serait la même chose, pourquoi pas une chaîne ». Quand on a installé leur chaîne, je leur ai demandé s'ils ne regrettaient pas un tel achat, ils m'ont répondu, pas du tout, ils étaient super contents.

E.P : *Quel est, dans les grandes lignes, le profil des jeunes audiophiles ? S'y connaissent-ils ? Leurs choix sont-ils pertinents ? Se vouent-ils à la haute fidélité à 100 % ou bien sont-ils aussi sollicités par d'autres appâts tels que la micro-informatique, la vidéo, etc.*

J.A : Absolument (rire), plus que nous bien des fois. Oui, leur choix est pertinent quand ils n'ont pas les conseils, du grand-père, de celui qui s'y connaît. Bref, s'ils n'écoutent pas trop tout le monde. Par contre, pour le son, ils écoutent avec beaucoup d'attention les matériels en comparaison.

Oui, ils n'hésitent pas à se priver, j'ai des exemples où ils bazardent leur micro-ordinateur pour s'acheter un ampli ou une paire d'enceintes.

E.P : *Le disque compact vidéo-hifi...?*

J.A : Je n'ai pas d'avis absolu, sauf qu'actuellement j'ouvre un magasin spécialisé en vidéo haut de gamme. Je serais prêt pour l'arrivée du CD Vidéo !.

E.P : *Le DAT...?*

J.A : Je remets un point d'interrogation.

E.P : *Dernière question : peux-tu nous aider à imaginer un auditorium dans cinq, dix ou vingt ans ?*

J.A : Un auditorium de démo pour l'achat ou chez le particulier ?

E.P : *Parlons d'abord de celui de démo.*

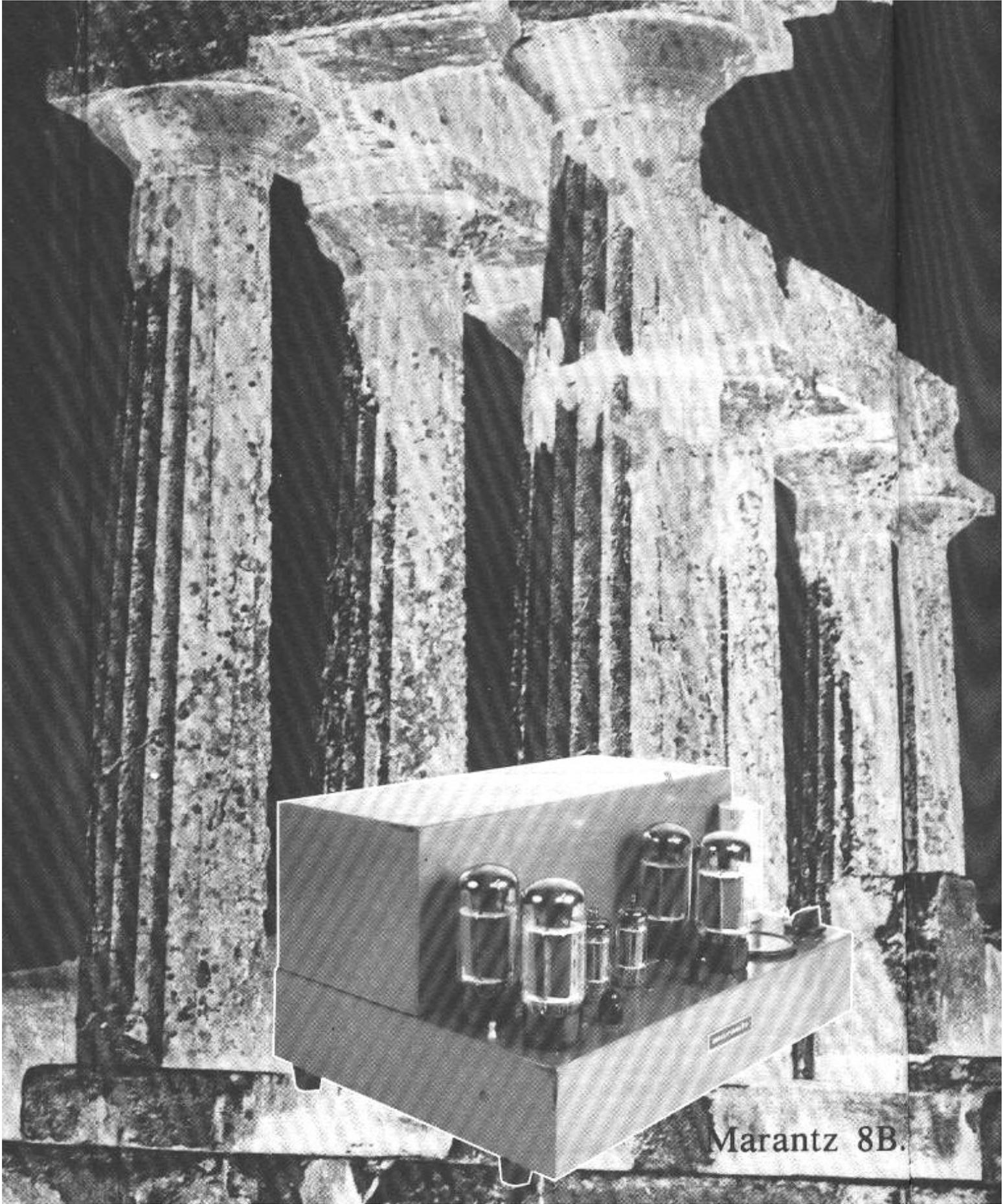
J.A : Finalement c'est la formule CTA. Plusieurs auditoriums et les décharger de plus en plus des matériels qui l'encombrent. On a tendance, y compris CTA, de les charger de trop, il faudrait moins de systèmes, mieux mis en œuvre, je continue dans cette politique, puisqu'actuellement je construis deux nouveaux salons d'écoute, pensés à la base pour faire des audis, qui seront corrigés acoustiquement et qui tiennent compte de l'avis de certains constructeurs d'enceintes. Je fais d'ailleurs la synthèse de leurs idées.

E.P : *Chez les particuliers ?*

J.A : On l'espère, mais on a vu à notre grande surprise des particuliers faire des salles spéciales, correction acoustique comprise... Dans le futur, ils se construiront leur auditorium et cela deviendra aussi courant que la salle à manger ou la chambre à coucher.

E.P : *Merci Jean.*

**Page non
disponible**



Marantz 8B.



LE MUSEE IMAGINAIRE

S

*Si l'on trouve,
de par le monde des petits musées,
qui, à titre privé,
nous racontent l'histoire de telle ou telle firme,
il est bien regrettable qu'il n'existe pas de véritable musée de la
haute fidélité...
sauf peut-être dans notre imagination.
Cette nouvelle rubrique est consacrée à tous les maillons de
référence,
ceux qui ont participé aux progrès de la technologie audio,
ceux qui ont mérité de devenir aujourd'hui
de superbes pièces de collection.
Sans ces maillons d'exception,
nous n'aurions sans doute jamais eu près de 27 % de collec-
tionneurs parmi nos lecteurs.
Dans ce numéro,
le coup de foudre des années 60,
le Marantz 8B.*

Jean Hiraga

Plus de 25 ans après sa parution, on continue toujours de parler d'un amplificateur qui a été considéré à juste titre comme l'une des meilleures réalisations mondiales, le Marantz 8B. Il a fait partie de ces appareils de rêve, à une période où la stéréophonie venait tout juste de naître. Très performant pour son époque, il fut, de longues années durant, un sérieux concurrent des premières générations d'amplificateurs à transistors. Aujourd'hui encore, il est

recherché par les collectionneurs du monde entier.

Le schéma du Marantz 8B figure malgré tout parmi les grands classiques. Le secret de la réussite de ce montage réside dans son transformateur de sortie dont on n'a d'ailleurs jamais connu les caractéristiques exactes. Le Marantz 8B est, comme le Mac Intosh MC 275, un montage inimitable, circuit et transformateur de sortie spécial formant un tout étudié au plus petit détail près.

L'examen du schéma établi par Saul B. Marantz, n'apporte que peu d'éléments contribuant à expliquer le pourquoi des performances de mesure et d'écoute aussi poussées. Marantz garantissait en effet une bande passante niveau/fréquence comprise entre 3 Hz et 40 kHz à $\pm 0,5$ dB près, et moins de 0,5 % de distorsion harmonique à 35 W, entre 20 Hz et 20 kHz. Des signaux carrés parfaits étaient obtenus grâce à la mise au point individuelle de chaque appareil.

Le montage Marantz 8B comporte trois étages, soit un étage d'entrée, un étage driver et un étage de puissance. L'étage d'entrée est constitué d'un tube pentode noval à gain modéré, le 6BH6, monté en pseudo-triode. Ce tube fonctionne sous une tension plaque de 90 V et un courant de 1,75 mA, le tout avec une polarisation grille de -1,8 V. Un petit condensateur de 3,9 pF est monté entre la grille et la plaque, de façon à stabiliser le fonctionnement après application de la contre-réaction et à neutraliser l'effet Miller. Le second tube, une double triode noval 6CG7 (équivalent de la 6SN7 mais en version noval) est couplée en direct au premier étage, ce qui porte le potentiel de sa grille à 90 V par rapport à la masse. De ce fait, on pourra porter à 100 V (par rapport à la masse) le potentiel de sa cathode, l'écart de 10 V entre ces deux tensions assurant la polarisation de grille de -10 V.

Dans ce montage déphaseur de Schmitt classique, la résistance de cathode atteint ainsi une valeur proche (et idéale) de celles des charges de plaque, soit 13 k Ω . Dans le but d'obtenir des tensions de sortie identiques, les charges de plaque sont légèrement différentes, soit 15 et 18 k Ω auxquelles viennent s'ajouter en série un trimmer de 5 k Ω destiné à parfaire la symétrie des signaux déphasés. Toujours dans un but de symétrie,

mais cette fois aux fréquences élevées, on remarque la présence d'un condensateur entre la plaque d'une section du déphaseur et la masse, cette valeur devant être ajustée individuellement en fonction du transformateur de sortie.

Les pentodes de puissance EL 34, montées en ultra-linéaire fonctionnent en classe AB avec une tension plaque de 435 V et une polarisation grille de -36 V. Le réglage de polarisation est séparé pour chaque tube, l'équilibrage en alternatif étant affiné par le trimmer de 5 k Ω cité plus haut. Le galvanomètre incorporé associé au sélecteur assure un réglage facile d'équilibrage en courant continu du push-pull. On remarquera sur le schéma deux boucles de contre-réaction croisées avec condensateurs de 1,5 pF placées entre les plaques des EL 34 et les grilles de l'étage déphaseur.

Le transformateur de sortie du Marantz 8B était d'un niveau de qualité qui, exceptionnel pour l'époque, le reste encore aujourd'hui malgré les progrès effectués dans ce domaine. Une parfaite symétrie des caractéristiques est extrêmement difficile à obtenir pour chaque demi-enroulement. L'application de la contre-réaction exige une bande passante niveau fréquence parfaitement linéaire jusqu'à plus de 100 kHz à basse puissance. De ce fait, le plus petit écart d'inductance, de capacité parasite (quelques picofarads par exemple) suffisent pour créer des phénomènes de non linéarité d'amplitude ou de phase entre 15 et 200 kHz. C'est sans doute l'une des raisons pour lesquelles Marantz a choisi une solution originale consistant à la mise en place de trois enroulements secondaires, dont deux réservés à la contre-réaction et répartis de façon symétrique dans les enroulements primaires. L'enroulement secondaire séparé pour les charges 4, 8 et 16 Ω limite égale-

ment les interactions des haut-parleurs avec les réseaux de contre-réaction. Ces réseaux de contre-réaction font l'objet de réglages individuels, compte tenu des dispersions (même faibles) des caractéristiques du transformateur de sortie.

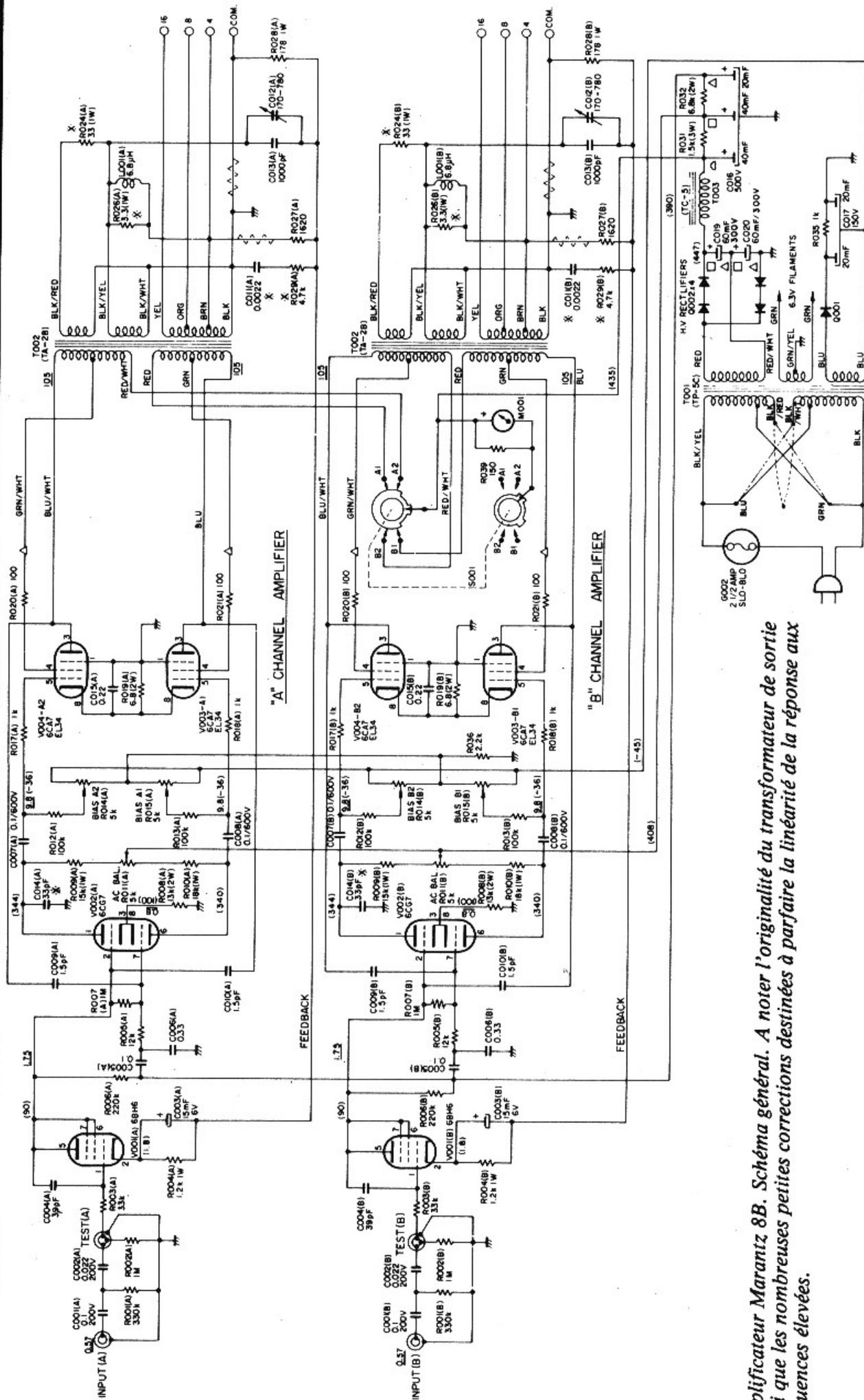
Les valeurs moyennes, non indiquées sur le plan d'origine, figurent sur le schéma à titre indicatif, celles-ci pouvant varier légèrement d'un modèle à l'autre. Ces valeurs sont ajustées de façon à obtenir un signal carré parfait (ou presque) entre 10 et 20 kHz. Le taux de contre-réaction global est de 20 dB.

L'alimentation est classique : redressement H.T par diodes au silicium (circuit doubleur de tension), self de filtrage de 5 H suivie d'un filtrage RC par condensateur triple (40 + 40 + 20 μ F 500 V). Signalons que les premières versions Marantz 8B étaient munies d'une prise octal destinée à l'alimentation du préamplificateur.

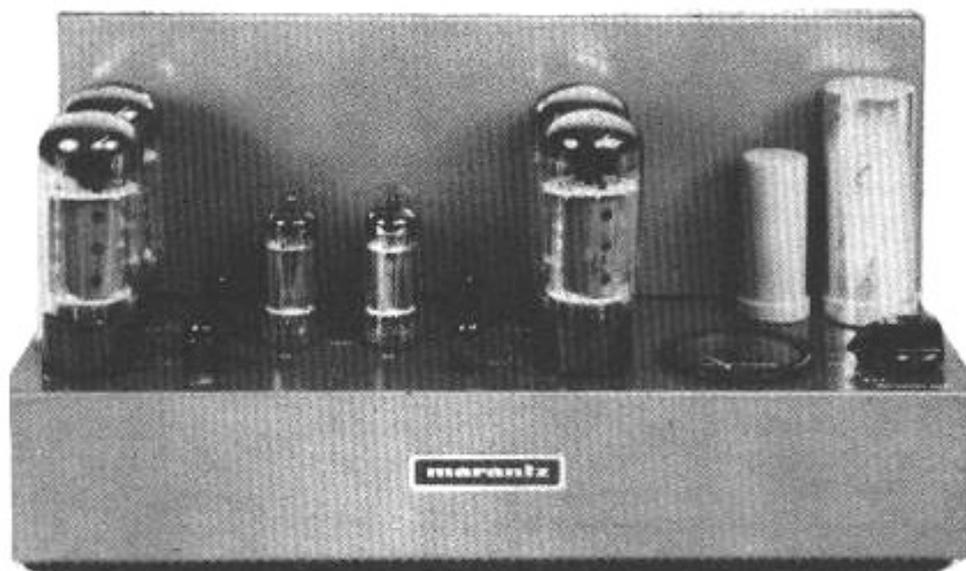
Malgré ses dimensions réduites, soit 340 x 185 x 265 mm, le Marantz 8B pesait 25 kg. Il était présenté sous une finition martelée brune, avec un capot coiffant l'alimentation et les transformateurs de sortie. Associé au célèbre préamplificateur série 7 (dont l'esthétique et les circuits ont été copiés un peu partout) il représentait le haut de gamme des années 60.

A lui seul, le circuit du 8B ne révèle aucune particularité justifiant des résultats de mesure et d'écoute aussi impressionnants, mis à part son transformateur de sortie. Pour le connaisseur en la matière, bien plus impressionnants sont les chiffres de distorsion et la bande passante obtenus malgré un taux de contre-réaction modéré appliqué sur un circuit tout à fait classique.

Le premier étage aurait pu être une pentode ou une triode, mais Marantz a très certainement porté son choix sur la 6BH6 montée en pseudo-triode pour



Amplificateur Marantz 8B. Schéma général. A noter l'originalité du transformateur de sortie ainsi que les nombreuses petites corrections destinées à parfaire la linéarité de la réponse aux fréquences élevées.



Amplificateur Marantz 8B.

des raisons de qualité subjective et aussi parce qu'il n'existait pas de triode simple qui, en brochage noval, possédait les mêmes caractéristiques. On doit d'autre part considérer les performances du premier étage, du second ainsi que celles des deux montés en série, vu qu'une bonne combinaison des courbes peut conduire à une réduction du taux de distorsion. Quant au choix des valeurs de courant, de charge ou de polarisation de l'étage déphaseur, celles-ci sont optimales et il ne semble guère possible de faire mieux aujourd'hui, du moins en conservant le même circuit de base.

Pour l'étage de puissance monté en push-pull ultra-linéaire, le choix des courants et des tensions est quasi-optimal : tension plaque 435 V, courant plaque 50 mA, polarisation grille - 36 V, prises écran à 43 %. Quant à la valeur plaque à plaque de l'impédance primaire, le constructeur est toujours resté muet à ce sujet. Il est toutefois très probable qu'il s'agisse d'une valeur comprise entre 7 et 8 k Ω . Le vrai secret du transformateur de sortie réside en fait dans le mode de sandwichage des enroulements secondaires dans les enroulements primaires. S'il ne semblerait pas s'agir d'enroule-

ments quadrifilaires à la Mac Intosh, le transformateur de sortie du Marantz 8B portant la référence TA 2B comporterait un nombre impressionnant de sandwichs primaires secondaires. Marantz a dû d'autre part faire appel aux plus grands spécialistes américains pour faire réaliser ce transformateur à partir d'un cahier des charges rigoureux. Impossible donc d'arriver aux mêmes résultats à partir d'un autre transformateur de sortie, exception faite des versions de haute qualité disponibles au Japon ou ailleurs (le plus souvent sur commande spéciale).

Si, dans son ensemble, le circuit du Marantz 8B, s'apparente à celui du Leak TL 10, ce dernier comporte plusieurs points différents. Le premier tube par exemple, est un EF 86 monté en pentode classique (et non en pseudo-triode). Le tube déphaseur driver est le même, mais en version octal et avec des charges de plaque trois fois plus élevées. Quant aux tubes de puissance, les KT 61 ceux-ci étaient montés en polarisation automatique. L'absence de réglages de balance statique et dynamique, le fonctionnement sous des charges plus élevées associé à des filtres passe-bas stabilisateurs faisaient du Leak TL 10 un montage satisfaisant mais

nettement moins performant que celui du Marantz 8B. Dans tous les cas de figure, le transformateur push-pull à prises écran pour montage ultra-linéaire doit atteindre un niveau de qualité minimum (symétrie des performances et des fuites, largeur de bande utile) faute de quoi on se trouvera contraint de faire face à des tendances plus ou moins prononcées pour les instabilités et les accrochages. Signalons à ce sujet qu'une copie « 8 BK » (au plus petit détail près) du Marantz 8B a été commercialisée au Japon en 1980, à partir des mêmes composants et avec l'accord de Marantz. Signalons au passage que le Marantz 8B est utilisable en pseudo-triode, les écrans devant être reliés aux plaques à travers des résistances de 100 Ω , la puissance maximale obtenue passant de 35 W à 18 W.

Entretien et remise en état du Marantz 8B

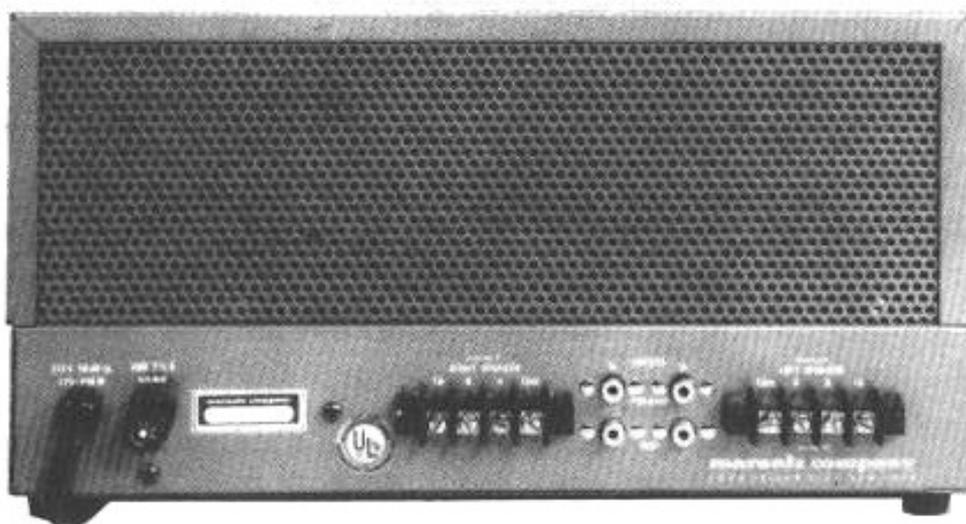
En l'espace de 20 ans, un Marantz 8B peut vieillir peu, pas mal ou beaucoup. Tout dépend en fait de la façon dont il a été conservé, entreposé, utilisé. L'humidité, les variations prononcées de température peuvent faire vieillir prématurément les composants passifs, transformateur et self compris. Les condensateurs électrochimiques sont à remplacer presque à coup sûr : ils présentent soit des fuites importantes, soit une baisse sensible de leur valeur capacitive. Sur le 8B, ils sont au nombre de 4. Ceux du doubleur de tension (60 μ F 300 V) peuvent se remplacer par des 100 μ F 400 V. La difficulté reste de trouver les deux autres de valeur respective 40 + 40 + 20 μ F/500 V et 20 + 20 μ F/150 V. Le cas échéant, on sera contraint de les remplacer par 3 condensateurs soit 47 + 47 μ F/500 V, 22 μ F/500 V et 22 + 22 μ F/500 V, ce qui va modifier l'implantation.

La remise en état et la vérification du bon fonctionnement du Marantz 8B nécessite un minimum de connaissances sur les amplificateurs à tubes et plusieurs appareils de mesure : contrôleur universel, voltmètre audio, générateur B.F et, si possible, oscilloscope et distorsiomètre. Le galvanomètre incorporé simplifie les choses en donnant les valeurs du courant de repos relatives aux réglages de polarisation grille. Ces valeurs se stabilisent au bout d'une dizaine de minutes. Le rougissement de la plaque du tube EL 34 peut provenir soit d'un tube défectueux, d'une polarisation grille trop basse, d'une fuite du condensateur de liaison (C007A ou C007B) ou bien d'un phénomène de blocage par courant grille ou par oscillation H.F. Il est d'autre part formellement déconseillé de faire fonctionner l'amplificateur avec un des tubes du push-pull retiré : le courant continu passant dans un seul demi-enroulement primaire produirait une magnétisation des tôles.

La remise en état, la vérification, le passage au banc de mesure peuvent nécessiter une journée de travail. Après quoi le Marantz 8B pourra redémarrer « comme en l'an 60 ». Signalons que la durée de vie des tubes EL 34 est de l'ordre de 3 000 heures (ce chiffre pouvant varier notablement selon l'origine et le mode d'utilisation du tube), celle des tubes 6BH6 et 6CG7 étant un peu plus élevée.

N'oublions pas que certaines versions ne peuvent fonctionner que sur le secteur 117 V et que, dans ce cas, il faut avoir recours à un transformateur abaisseur de tension 220 V/117 V de qualité, si possible surdimensionné (500 VA par exemple).

Un sage conseil : un certain nombre de revendeurs et de particuliers se sont spécialisés dans l'achat, la remise en état et la revente (à des prix parfois exhor-

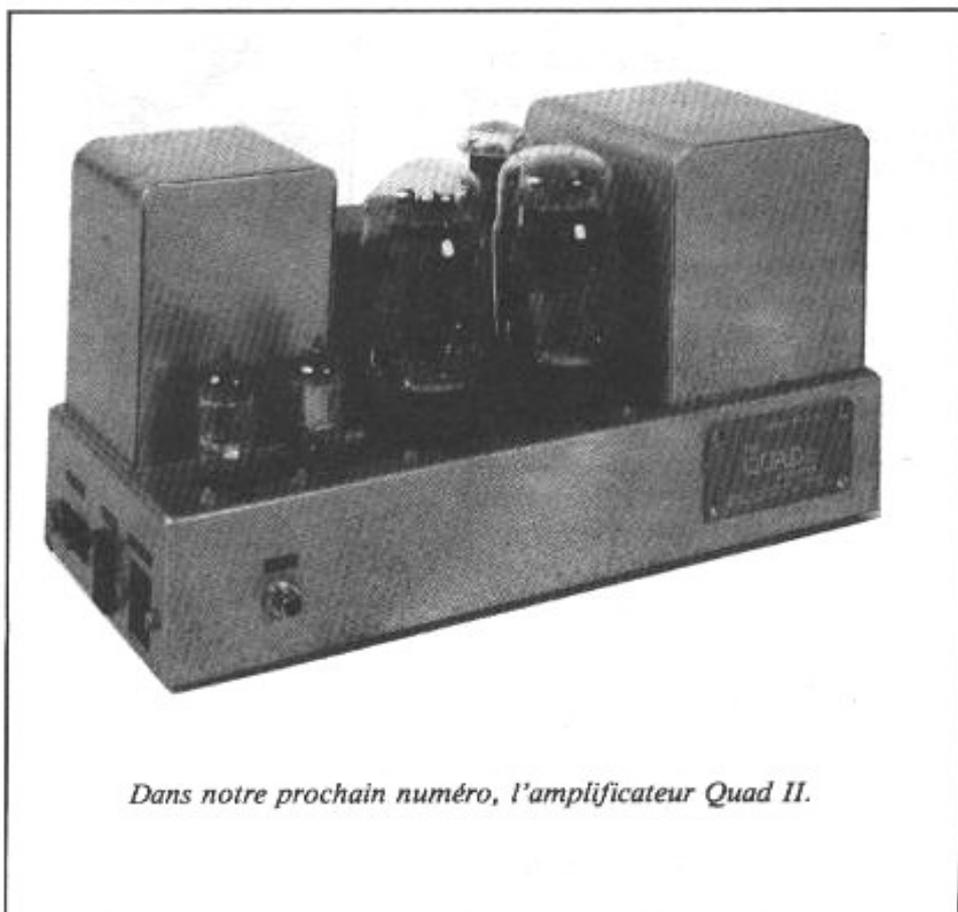


Marantz 8B. Vue arrière.

bitants) des amplificateurs style Marantz ou Mac Intosh. Il n'est donc pas conseillé d'investir une somme trop élevée dans un amplificateur d'occasion dont le juste prix est lié étroitement à son état et à celui de ses tubes. A éviter aussi les modèles qui ont subi de profondes modifications « brico-artisanales » et tous ceux dont une partie des pièces, les transformateurs par exemple a

été remplacée par des « équivalents ».

Terminons en conseillant aux heureux possesseurs du Marantz 8B d'effectuer de temps à autre un « check-up » afin d'en vérifier le bon fonctionnement, en prenant bien entendu toutes les précautions nécessaires (gants de caoutchouc, mesures des tensions à l'aide d'une seule main à l'aide de pointes de touche, d'outils à manche isolant).



Dans notre prochain numéro, l'amplificateur Quad II.