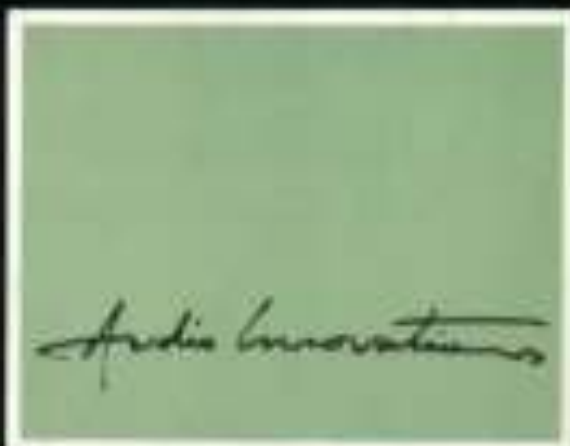


SPÉCIAL TUBES "87"

# L'AUDIOPHILE



**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**



# Quand le tube se décidera-t-il à mourir ?

par Héphaïstos

*Qu'ils resplendissent de tous leurs chromes, qu'ils se drapent dans leurs sévères robes noires ou qu'ils rougeoient de façon mystérieuse dans l'obscurité, en général je trouve les amplificateurs à tube d'une grande beauté. Ils me font souvent penser à ces Bugatti d'avant-guerre, objets témoins d'une autre technologie, ayant échappé à la mode et dont les lignes pures nous parlent d'un ailleurs que le temps a rendu inaccessible. Mais au-delà de la nostalgie, les électroniques à tubes jouissent auprès de certains de la réputation d'être bien meilleures pour nos oreilles que tout ce qu'a pu produire la technologie des transistors. Cette réputation dure depuis trop longtemps pour n'être qu'une mode sans autre fondement que le charme trouble du passé. Technicien d'aujourd'hui, je ne puis rester indifférent à ce phénomène ; mais il ne s'agit pas de se convertir à cette religion ou de la repousser dans les ténèbres de l'obscurantisme, il faut chercher à comprendre pour, le cas échéant, améliorer les produits de la technologie d'aujourd'hui.*

Je ne connais pas très bien les tubes, mon âge et les circonstances en sont la cause : lorsque j'ai étudié l'électronique et que j'ai débuté dans l'industrie, la vague des circuits intégrés analogiques commençait à déferler sur l'Europe, les  $\mu\text{A}$  702,  $\mu\text{A}$  709 et  $\mu\text{A}$  741 de Fairchild apportaient des solutions simples à de nombreux problèmes analogiques.

Seules une curiosité acquise lors de la réalisation (plus ou moins heureuse) de montages très simples au cours de mon adolescence et l'expérience de quelques anciens de l'équipe où je débatais, m'ont permis de jeter les bases d'une compétence dans le domaine des transistors que l'apparition des circuits intégrés rendait, semblait-il, inutile et

que je n'ai développée depuis que par goût personnel. Les tubes n'étaient plus utilisés depuis un certain temps et semblaient appartenir à une époque héroïque que les anciens évoquaient en riant des difficultés qu'il fallait surmonter pour obtenir des performances devenues depuis dérisoires. C'est pourquoi les tubes me restent

étrangers. Bien sûr, je connais les formules qui servent à calculer les circuits et je me suis essayé à quelques montages mais c'est très insuffisant pour prétendre connaître une technique et je serais bien incapable de la moindre créativité dans ce domaine.

Spontanément j'aurais tendance à prendre des montages à tubes pour des anachronismes ; un peu comme ces voitures anciennes ou ces vieux coucous que des passionnés arrivent à faire revivre en y consacrant une énergie et un temps extraordinaire. Même si je parviens à les comprendre et si je considère leur passion avec sympathie, je serais bien incapable de me consacrer ainsi à l'entreprise de restauration d'un élément de notre passé technique, témoin d'une technique morte.

supériorité sur les autres techniques. Ensuite vient la phase de maturité où la technique est à son apogée et se maintient. Enfin c'est la phase de déclin où elle cède du terrain devant de nouvelles techniques plus performantes, elle est de moins en moins utilisée, elle devient obsolète et meurt un jour ; elle est devenue bonne pour les musées. La durée de ces phases est extrêmement variable et dépend du domaine considéré : dans l'automobile par exemple, l'apogée du moteur à explosion dure depuis plus de quatre-vingts ans.

En électronique les choses vont plus vite, bien plus vite. L'ère du tube a duré plus de cinquante ans, puis les transistors sont venus remplacer les tubes pendant une trentaine d'années. Ils ont été détrônés par les cir-

Pourtant dans le domaine audio, cette technique refuse de mourir. Niant le progrès reconnu par beaucoup, certains prétendent que cette technique donne de meilleurs résultats subjectifs que les nouvelles techniques et il existe un marché, petit mais réel, pour des produits conçus aujourd'hui avec cette technique d'hier. C'est assez troublant car dans les autres domaines, les amateurs de « vieilleries » ne vont pas jusqu'à prétendre que les performances de celles-ci sont supérieures à celles des produits plus modernes. Si un petit industriel s'est mis à refaire des Bugatti, il a limité son souci d'authenticité à la carrosserie, la mécanique, elle, est tout à fait moderne et réalisée par BMW ; ici, le progrès technique n'est pas remis en cause. Sa remise en cause dans le domaine audio, c'est-à-dire dans une des branches de l'électronique qui est en cette fin du vingtième siècle le symbole même du progrès, comme l'électricité l'a été au début de ce siècle, est assez choquante.

La notion de progrès que les philosophes du dix-huitième ont légué comme religion aux savants du dix-neuvième siècle et que l'école de Jules Ferry a mis dans la tête de toutes les générations de Français est une notion difficile à remettre en cause, tant ses effets dans le monde qui nous entoure, sont évidents. Si, dans le domaine de la connaissance pure, il n'est pas raisonnable de vouloir le nier, dans l'art, la situation est tout autre : une statue grecque qui nous dévisage du haut de ses deux mille ans ne laisse guère de place pour un progrès. La comparaison entre les œuvres de Bach ou de Mozart et les productions musicales actuelles ne témoignent pas aussi bien en faveur du progrès que celle entre la médecine de Molière et la nôtre.

Dans le domaine technico-

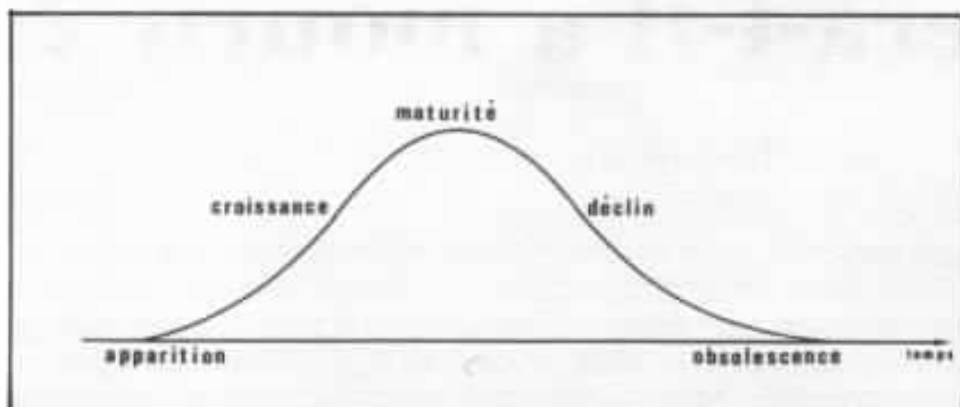


Fig. 1 : La vie d'une technique.

Car les techniques naissent, vivent et meurent. Par analogie avec les phénomènes biologiques, on a pu définir une vie des techniques qui semble obéir aux mêmes lois que la vie des espèces végétales ou animales. Comme elles, les techniques connaissent la sélection naturelle de Darwin, des aires de répartition et des extinctions. On distingue généralement trois phases dans la vie d'une technologie. Tout d'abord il y a la phase de croissance où la nouvelle technique fait son apparition, se mesure aux techniques déjà en place et conquiert un domaine qui correspond à sa

cuits intégrés. Dans le domaine audio, les circuits intégrés analogiques sont en train de finir de chasser les transistors. Il est probable que ceux-ci vont se faire détrôner bientôt, dans ce domaine aussi, par les circuits intégrés digitaux ; en effet le compact-disc est là, la radio numérique est pour demain et les nouveaux standards de télévision ont un son entièrement numérisé. Le tube qui a fait les beaux jours des débuts de l'électronique n'est plus guère utilisé que pour les systèmes de puissance en très haute fréquence et pour les tubes cathodiques.

artistique, le progrès n'est pas toujours évident non plus. La technique moderne avec tous ses outils sophistiqués d'analyse ne permet toujours pas de réaliser des violons qui valent ceux qui sont nés à Crémone il y a quelques siècles. Pour reconstituer les tissus utilisés à Versailles, il a fallu sauver in extremis une technique qui se perdait dans le milieu des soyeux lyonnais, quelques années plus tard il aurait été trop tard. Car une technique qui meurt, c'est toute une compétence qui disparaît : s'il est possible de retrouver ou de reconstituer les outils d'une ancienne technique, le savoir-faire qui était dans la tête des hommes est souvent impossible à retrouver.

C'est ce qui aurait dû logiquement arriver à la technique des tubes et c'est ce qui est déjà en train de commencer pour la technique des transistors. Même dans les milieux de l'électronique, ceux qui savent réellement utiliser les transistors se font rares, cette technique est à peine enseignée dans les écoles spécialisées à de futurs non-utilisateurs de transistors discrets. Pour les tubes, le savoir-faire survit parmi ceux qui croient plus aux tubes qu'aux transistors.

Cette survie, au sein d'une minorité, de la technique audio à tube peut s'interpréter de plusieurs manières : les deux extrêmes étant une attraction un peu puérile et non fondée pour des objets anciens (ne portons-nous pas tous au fond de notre cœur la nostalgie d'un âge d'or qui n'est que l'idéalisation des souvenirs gravés dans notre âme d'enfant) et la reconnaissance de qualités non prises en compte par le progrès lié au transistor. Bien sûr, les aficionados des tubes se réclament de cette dernière solution, alors que leurs adversaires eux, considèrent que la première hypothèse joue un rôle très important dans l'inconscient des « amateurs de vieilleries ». Notons au passage

qu'une querelle de même type est en train de se développer à propos du disque à lecture laser entre les fanatiques du disque noir et une majorité convertie au compact-disc et il n'est pas surprenant alors que la frontière entre les deux camps et les arguments échangés ressemblent beaucoup à ceux de la querelle tube-transistor.

Si c'est la seconde hypothèse qui est la bonne (et je suis obligé de reconnaître que certains essais auxquels j'ai participé ont jeté le trouble dans mes idées), si le progrès lié au transistor n'est qu'un progrès partiel qui, malgré des avantages qu'il apportait réellement, est passé à côté de « quelque chose », la recherche de ce « quelque chose » est une nécessité pour tous ceux qui veulent faire faire des progrès à la technique audio.

La supériorité du transistor sur le tube, qui a fait presque disparaître celui-ci, est liée à la réalisation d'une même fonction par le transistor dans des conditions (poids, volume, consommation, etc.) plus satisfaisantes. Le premier ordinateur, réalisé avec des tubes au cours de la dernière guerre mondiale occupait plusieurs pièces et avait une puissance de calcul équivalente à celle des petites calculettes qu'on donne aujourd'hui aux enfants. De ce côté-là, le progrès est indéniable.

Mais en audio, réaliser une fonction (préamplificateur, amplificateur) est une chose, la réaliser plus ou moins bien en est une autre. Les critères de qualité habituellement retenus (essentiellement les mesures classiques de bande passante et de distorsion) et qui ont participé à la condamnation des tubes, ont malheureusement montré leurs limites dans le domaine audio (indépendamment de la querelle tube-transistor) : ces mesures expliquent mal les différences entre amplificateurs pour nos oreilles, quand elles ne les con-

tredissent pas. La faillite actuelle des mesures laisse donc le champ libre à toutes les hypothèses. Il faut donc aller au-delà de celles-ci et analyser toutes les possibilités qui pourraient nous permettre d'expliquer une éventuelle supériorité des tubes qui aurait échappé aux mesures que nous connaissons (nous avons déjà discuté de cet important problème des mesures en audio dans le n° 35 de L'Audiophile).

Notre réflexion a consisté à passer en revue toutes les caractéristiques des tubes et des transistors pour trouver ce mystérieux « quelque chose ».

### Poids et volume

La comparaison entre un tube et un boîtier classique de transistor est très cruelle au premier abord pour le tube, sans parler des puces ou des nouveaux boîtiers pour le montage en surface. Ce rapport qui est supérieur à plusieurs milliers au niveau du composant (au niveau du circuit même si ce rapport est réduit, il continue à rester très important) a été considéré comme un avantage décisif en faveur du transistor. Nous verrons un peu plus loin que la miniaturisation peut avoir des revers qui ne sont pas en faveur du transistor.

### Consommation

Les transistors consomment moins, alors que les tubes réclament des tensions d'alimentation élevées et dangereuses. Cela se traduit par des circuits d'alimentation plus gros, plus lourds et plus onéreux, mais dans la recherche d'une qualité audio cela n'a guère d'importance.

### Chauffage

Les tubes réclament un chauffage de la cathode. Cela se traduit par un accroissement de la consommation et par un long temps de mise en route. Même si on a étudié des cathodes à chauffage rapide pour les tubes télévi-

sion, cela n'a pas beaucoup d'importance ici. Plus gênant est à mon avis le couplage entre les différents étages et entré ceux-ci et l'alimentation. C'est un inconvénient des tubes où il est difficile de trouver un effet secondaire qui puisse être positif.

### Coût

Les considérations financières aussi bien au niveau de la réalisation que de l'étude prêchent en faveur des transistors et cela ne peut que s'accroître mais cela n'a pas d'importance, sauf peut-être de manière inconsciente lors de comparaisons subjectives, mais je fais du mauvais esprit.

### Fiabilité

Celle-ci est bien meilleure pour les transistors. Les tubes ont une durée de vie limitée, ils s'usent comme des bougies. C'est dû au vieillissement de la cathode : à force d'être portée à incandescence, il y a évaporation progressive des matériaux thermoémisifs, la cathode s'appauvrit, son pouvoir émissif se réduit, les caractéristiques du tube évoluent jusqu'à nuire au fonctionnement du montage. On peut difficilement voir là un avantage du tube.

Par contre il faut porter à son crédit une plus grande robustesse : en cas de surcharge, l'énergie à dissiper se répartit sur une masse plus importante. Ici la différence de masse joue en faveur du tube. C'est cette plus grande robustesse qui a longtemps fait préférer les amplificateurs à tubes pour les applications de sonorisation. De plus les caractéristiques des tubes leur permettent de mieux résister à des court-circuits.

Une conséquence inattendue de cette robustesse est l'utilisation récente par l'armée américaine de tubes électroniques comme ballast d'alimentation de circuits considérés comme vitaux dans des installations terrestres. Cela a conduit à relancer la fabrication de certains tubes,

	Tube	Transistor	unité
masse totale	50	0,2	g
dimension extérieure	5	0,5	cm
masse de la partie active	10	$10^{-4}$	g
dimension de la partie active	1	$10^{-2}$	cm
densité de courant	1	$10^4$	A/cm <sup>2</sup>
puissance dissipée	1 + chauffage	0,1	W
vitesse des électrons	$10^7$	$10^8$	m/s

Fig. 2 : Comparaison entre tube et transistor moyenne puissance. Ordre de grandeur de quelques données physiques.

pour le plus grand bonheur des amateurs de tubes. L'objectif de ce retour très limité du tube est d'obtenir des matériels capables de mieux résister à l'impulsion électromagnétique (plusieurs milliers de volts par centimètre) qui accompagne une explosion nucléaire. Il semblerait que le camp d'en face ait maintenu en fonctionnement des radars à tubes sur certains avions, malgré des performances radioélectriques moindres pour obtenir une meilleure survie de ces avions en ambiance nucléaire.

Nous voyons là un premier avantage du tube sur le transistor, même si dans notre contexte, son intérêt est plutôt limité.

### Gain

Le transistor permet des gains plus importants, cela semble être un avantage pour lui mais nous verrons plus loin que cette médaille a un revers.

### Bande passante

Au début du transistor, celui-ci présentait de mauvaises per-

formances aux fréquences élevées, puis petit à petit celles-ci se sont améliorées, chassant le tube de toutes les applications HF hormis celles de forte puissance. Cet accroissement des performances de bande passante est lié à des progrès technologiques et à une réduction de la taille de la partie utile des transistors. Nous verrons plus loin que cette réduction de taille peut avoir de graves inconvénients dans notre contexte.

Du côté des basses fréquences, le transistor permet des montages qui savent traiter le continu et évite ainsi des rotations de phase dans le bas de la bande audio. Les tubes utilisent généralement des condensateurs ou des transformateurs pour transmettre les signaux entre étages. Le condensateur est suspect aux yeux des audiophiles d'engendrer une dégradation des signaux audio ; avec raison je pense et je n'aime guère l'utiliser.

Les transformateurs sont difficiles à faire en audio à cause de la bande importante, surtout si

on cherche à leur faire transmettre de la puissance ; ils doivent alors répondre à des exigences contradictoires, pour les fréquences élevées ils doivent présenter peu de capacités parasites, pour les fréquences basses la masse du matériau magnétique doit être importante et le nombre de tours élevé. En plus les matériaux magnétiques ne sont pas très linéaires. (Notons au passage que le savoir-faire lié à ces transformateurs est en train de s'évanouir.)

Avantage au transistor ici, semblerait-il. Je ne pense pas que les choses soient aussi évidentes : la présence d'un transformateur en sortie des amplificateurs à tubes n'a pas que des inconvénients : certaines expériences faites en ajoutant un transformateur en sortie d'amplificateurs à transistors, ont montré une amélioration subjective. A mon avis, c'est surtout dû aux abominables problèmes liés à un usage inconsidéré de la classe B ou de la classe AB.

### Impédance d'entrée

Ce qui a le plus surpris les premiers utilisateurs de transistors, habitués à faire fonctionner des tubes, c'est le courant d'entrée. En effet les tubes ont une impédance d'entrée très élevée (c'est presque un condensateur) et il serait tentant de voir là une explication de la supériorité des tubes sur les transistors. Cela pourrait être confirmé par la supériorité subjective des transistors à effet de champ sur les transistors bipolaires. Mais alors comment expliquer la supériorité subjective des tubes sur les transistors à effet de champ. Je suis assez réservé sur cette explication et je ne pense pas que les choses soient aussi simples. Par contre, je me méfie beaucoup de la non-linéarité de l'impédance d'entrée des transistors bipolaires, surtout dans des étages aussi critiques que les étages d'entrée. Il

faut toujours les attaquer à basse impédance.

### Impédance de sortie

L'impédance de sortie des tubes est plus élevée pour les tubes (surtout les pentodes) que pour les transistors (surtout les transistors bipolaires), cela conduit à utiliser des transformateurs, avec les inconvénients (et peut-être les avantages) que nous avons vus plus haut. A part cela je ne vois pas bien quelle conséquence cela peut avoir sur la qualité subjective.

Notons que les montages amplificateurs à tubes sans transformateur de sortie (OTL) s'ils ont leurs inconvénients, ne se sont pas imposés à tous par des qualités subjectives supérieures.

### Fonction de transfert

Les différents éléments actifs utilisables dans les applications audio en tubes comme en transistors (triodes, pentodes, transistors bipolaires ou transistors à effet de champ) ont des fonctions de transfert assez variées même si le transistor à effet de champ est voisin de la triode ou de la pentode en fonction de son point de polarisation. Il est difficile d'en tirer des conclusions, d'autant plus que ces éléments peuvent être utilisés dans des montages plus ou moins linéaires.

### Complémentarité

Les transistors existent sous deux polarités différentes alors que les tubes n'en connaissent qu'une. Des transistors réalisés simultanément peuvent aussi être très proches en caractéristiques. Cela devrait logiquement être un avantage pour les transistors. Toutefois les transistors complémentaires ne le sont pas tout à fait et les transistors multiples ne sont pas rigoureusement identiques. La simplification de conception des schémas qui en résulte aurait-elle des effets pervers ? Les concepteurs de sché-

mas à transistors se feraient-ils piéger alors que les concepteurs de schémas à tubes seraient contraints à une plus grande rigueur ? C'est bien possible mais il est également possible de faire preuve de rigueur dans l'élaboration de schémas à transistors.

La facilité de conception des circuits à transistors peut conduire très facilement à des schémas plus complexes, on n'est pas à quelques transistors près. Là aussi il faut redoubler de rigueur ; l'argument « moins il y a de composants actifs, mieux c'est », s'il n'est pas sans fondements dans le cas de conceptions approximatives, ne me convainc pas complètement.

### Contre-réaction

Encore une possibilité de tout expliquer à laquelle beaucoup ont cru ; en effet le gain supérieur et la simplicité d'emploi du transistor permettent un gain en boucle ouverte très important et des taux de contre-réaction très élevés. Beaucoup en ont abusé, croyant qu'il était possible de faire n'importe quoi et que la contre-réaction avait le pouvoir de tout sauver. Grâce à des gens comme Matti Ojala, de tels abus sont devenus rares ; on aurait plutôt tendance maintenant à sous-employer la contre-réaction comme si on n'avait pas mieux compris les problèmes liés à la contre-réaction. J'ai déjà analysé ces problèmes dans ces colonnes pour montrer les avantages et les limites de la contre-réaction. Malgré la fin des overdoses de contre-réaction, les amplificateurs à tubes n'ont pas été détrônés, cela ne devait pas tout expliquer.

### Stabilité des caractéristiques

Les caractéristiques des éléments actifs ne sont pas stables ; nous avons déjà vu que les caractéristiques des tubes évoluaient avec le temps et le vieillissement

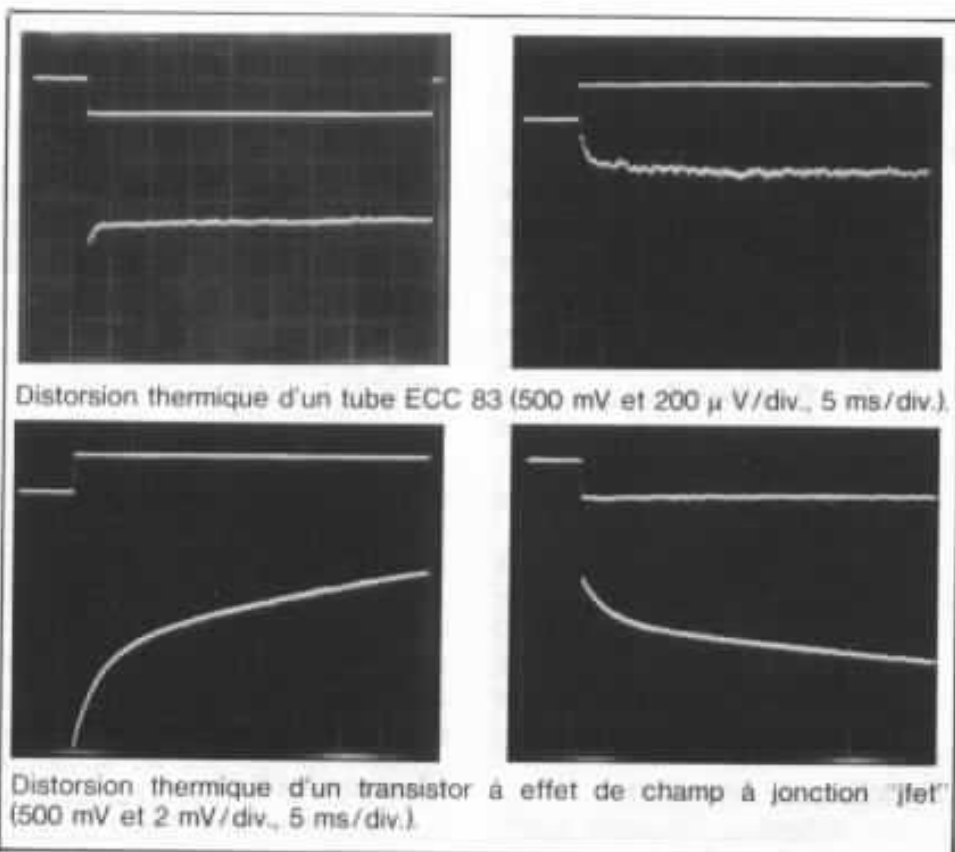


Fig. 3 : Mise en évidence de la distorsion thermique pour le transistor, le tube en est exempt (*L'Audiophile* n° 32 et 33).

(c'est un mauvais point pour le tube). Ces caractéristiques évoluent aussi pendant le chauffage du montage et il faut un certain temps pour obtenir un équilibre thermique. Les transistors sont encore plus sensibles aux phénomènes thermiques par principe ; c'est dû au nuage d'électrons dans le transistor qui interagit au sein d'un cristal dont la température modifie beaucoup les propriétés alors que dans le tube le nuage d'électrons est dans le vide et son comportement n'est que peu influencé par des variations thermiques.

Pour le transistor, c'est extrêmement grave puisque la modulation des signaux audio conduit à faire varier la puissance dissipée dans celui-ci ; ici la faible

taille du transistor joue dans le mauvais sens. Les caractéristiques électriques sont donc conduites à fluctuer à un rythme lié aux constantes de temps thermiques du transistor. Comme celles-ci correspondent au bas de la gamme audio, on comprend aisément que ces phénomènes sont redoutables dans les étages d'entrée où la contre-réaction ne peut rien faire contre eux, comme dans les étages de sortie où les déplacements des points de polarisation peuvent être catastrophiques.

Dans mes études sur la distorsion thermique (voir *L'Audiophile* n° 32 et 33), j'ai mis en évidence ce phénomène dans les transistors (les tubes semblent l'ignorer), les résultats obtenus sont troublants et il serait tentant

de voir dans ce phénomène une nouvelle raison qui expliquerait tout. C'est seulement un pas de plus dans la bonne direction.

## Conclusion

Cet examen du problème ne permet pas de conclure sur la supériorité réelle subjective des tubes sur les transistors, il ne permet pas de savoir si les tubes sont comme les violons de Crémone mais il montre qu'une réflexion sur ce sujet permet de faire progresser la conception des systèmes audio à transistors. Car malgré tout, quelle que soit l'ardeur de ses défenseurs, le tube me semble condamné à disparaître : fabriquer des tubes suppose des structures industrielles qui sont hors de portée des amateurs et que justifie de moins en moins un marché évanescant. Les dernières usines de tubes se ferment inexorablement les unes après les autres. Les tubes seront de plus en plus chers et réservés dans le domaine audio à des produits de luxe qui ne souffriront pas la médiocrité ; ce chant du cygne risque de renforcer bien des regrets. C'est pourquoi l'utilisation actuelle d'un amplificateur à tubes ne me choque pas et mon expérience subjective, bien que limitée, semble me montrer que c'est une solution tout à fait acceptable. En tant que technicien, je suis content de profiter de son existence pour améliorer ma conception d'amplificateurs à transistors et je considère les louanges que certains prodiguent aux amplificateurs à tubes comme un défi à relever. Nous verrons bientôt ce que peut donner ma démarche en écoutant l'amplificateur à transistors dont l'étude vous est rapportée sous forme de feuilleton dans *L'Audiophile*.

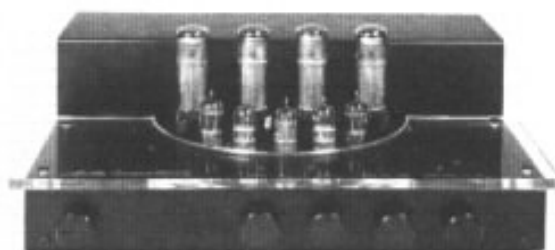
# Schémathèque 87

Jean Hiraga

*Le début des années 70, c'était l'époque où on commençait à maîtriser le transistor de manière suffisante pour que l'ensemble de la technologie converge vers une brillante réussite. Mais il suffit de se rappeler les réalisations de Mac Intosh qui lançait son dernier amplificateur à tubes MC-3500, d'Audio Research ou de Conrad-Johnson, pour ne citer que les plus célèbres, pour que les tubes redeviennent à la mode. Non pas en raison d'une esthétique beaucoup plus recherchée qu'autrefois, qu'il fallait mettre en valeur comme pour excuser des coûts de fabrication élevés mais très certainement parce que certaines de ces réalisations prestigieuses sonnaient admirablement bien. Tandis que les transistors au silicium, les circuits intégrés s'imposaient partout, les réalisations à tubes les plus sophistiquées devenaient le haut de gamme avec, certes, des prix souvent élevés, mais aussi avec des qualités sonores d'une supériorité indiscutable. Mais c'est peut-être aussi les performances de mesures de plus en plus poussées des électroniques transistorisées qui ont incité les concepteurs d'amplificateurs à tubes à se surpasser dans leurs réalisations successives. Un choix beaucoup plus rigoureux des composants passifs, basé même parfois sur des critères de qualité subjectives améliorait assez considérablement les résultats d'écoute, ceci sans même avoir recours à des schémas nouveaux ou complexes. Dans l'ensemble, on constate surtout une très nette amélioration de la qualité des transformateurs de sortie. C'est l'élargissement conséquent de la bande passante, la baisse du taux de distorsion qui rendait possible l'adoption de configurations de circuits beaucoup plus acrobatiques et l'obtention de résultats de mesure (et d'écoute) encore supérieurs. Ce n'est toutefois qu'assez récemment que les concepteurs d'amplificateurs à tubes ont osé passer de l'alimentation traditionnelle à l'alimentation stabilisée. Pour certains circuits, très sensibles aux variations d'alimentation, ces alimentations régulées allaient enfin permettre d'atteindre les performances escomptées. En 1960, on était loin de penser que, sur un préamplificateur à tubes, il aurait été possible d'atteindre un jour des taux de distorsion harmonique aussi faibles et un rapport signal/bruit aussi élevé. Mais ces évolutions n'ont pas empêché d'autres passionnés du tube de conserver des montages traditionnels et de n'apporter des améliorations qu'au niveau du transformateur de sortie ou des composants passifs. N'oublions pas qu'il y a aussi l'art et la manière d'utiliser un composant, un schéma et qu'à partir d'un même circuit de base, on peut aboutir à des résultats très différents, aux mesures comme à l'écoute.*

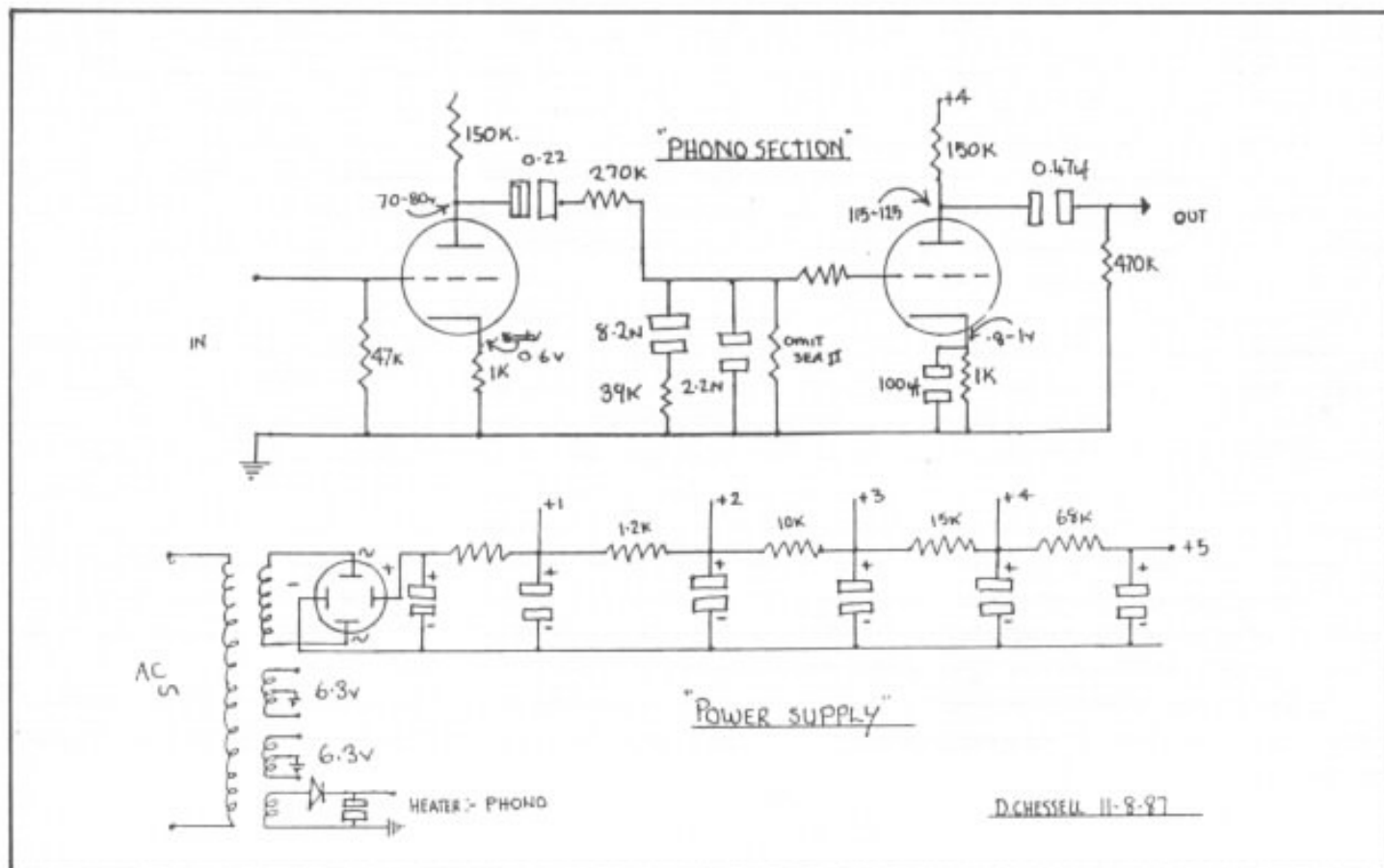
*Les différents schémas publiés ci-après feront comprendre qu'il y a vieilles recettes de cuisine, cuisine traditionnelle et nouvelle cuisine. Et peut-être aussi qu'un bon plat est difficile à apprécier sur papier.*

# Audio Innovations Series 500

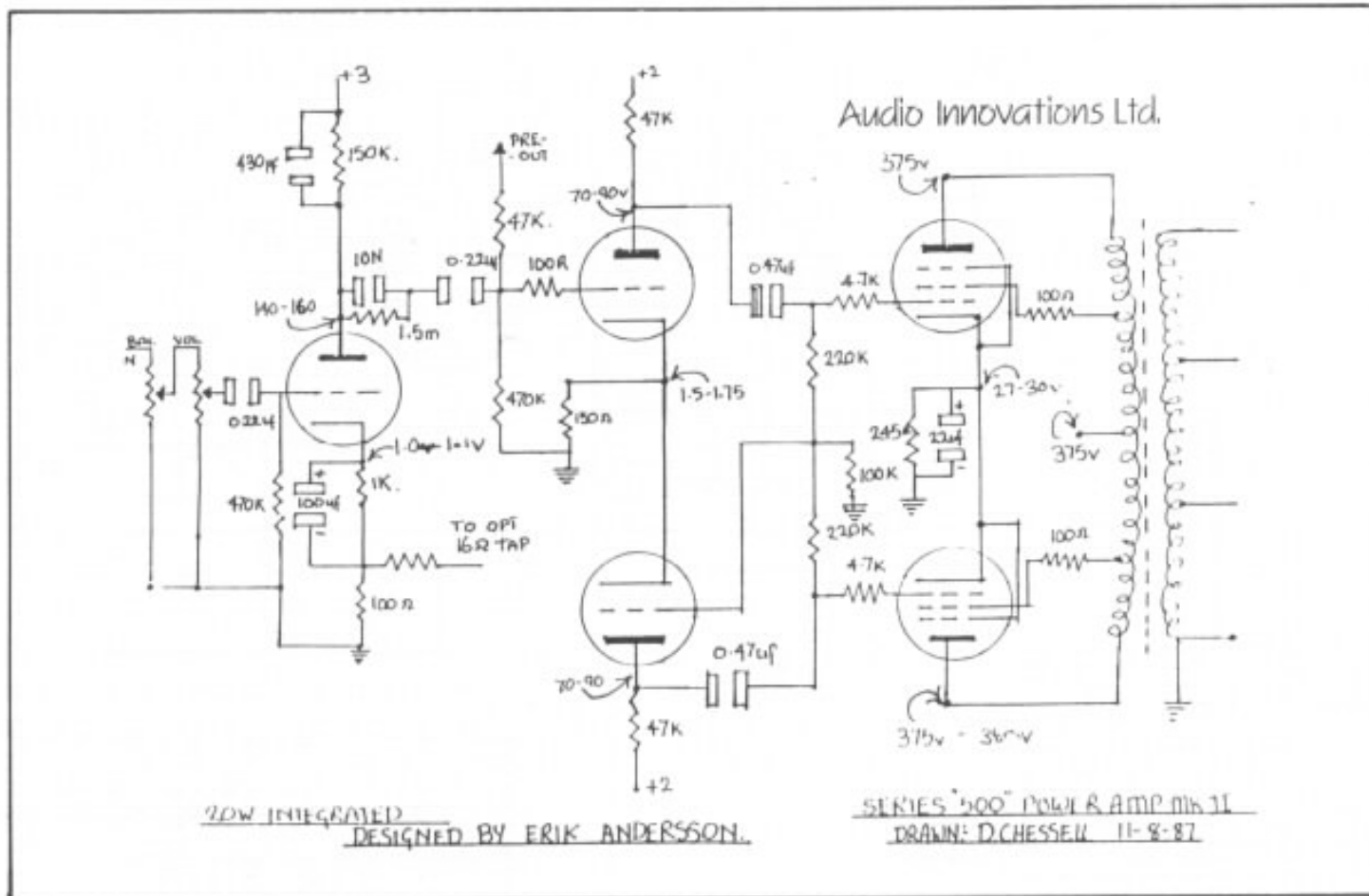


L'amplificateur Audio Innovations Series 500 n'est pas un amplificateur de puissance, contrairement à ce que son prix et son esthétique pourraient laisser supposer. C'est en réalité un amplificateur intégré à tubes pourvu d'entrées phono et auxiliaire, de commandes de balance, de volume et de sélection des entrées.

De puissance  $2 \times 20$  watts, il est équipé de 9 tubes, dont 4 EL34. Les étages phono utilisent les doubles triodes PCC88 aux filaments alimentés en courant continu. La section phono comporte deux étages dépourvus de contre-réaction, entre lesquels prend place une correction de gravure RIAA passive à éléments RC. Les entrées haut niveau attaquent directement l'entrée de la section amplificatrice. Noter que les sections préampli et ampli sont séparables grâce à la fonction de monitoring et à la sortie préampli. L'amplificateur est composé d'un étage d'entrée amplificateur de tension (1/2 ECC82) relié au déphaseur par un réseau série parallèle (RC parallèle + RC série) destiné à linéariser la courbe de réponse globale. Le déphaseur est de type paraphase modifié avec double triode ECC82. Le couplage du déphaseur avec les grilles des tubes de puissance EL34 est effectué par condensateurs. Des résistances de faible valeur, placées en série avec ceux-ci évitent les risques d'instabilité. Les tubes sont reliés au transformateur push-pull en mode ultra-linéaire, la tension d'alimentation de 375 V permettant d'obtenir une puissance de 20 watts par canal. Le redressement de la haute tension est suivi de 5 filtrages RC en Pi. Les enroulements 6,3 V de filaments sont munis d'un point milieu relié à la masse, de façon à réduire le bruit de fond. Les circuits d'alimentation ainsi que les transformateurs de sortie sont placés sous un capot de blindage. Simple, compact et performant, ce montage présenté sous une esthétique attrayante, a été mis au point par l'ingénieur Erik Andersson.

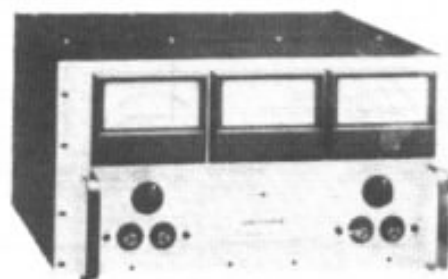






# Audio Research

## D 79C



Audio Research est sans aucun doute la firme qui participa le plus activement à la renaissance de l'amplificateur à tubes, au moment même où celui-ci était prêt à disparaître définitivement du marché international. En visant un très haut niveau de perfection technique, Audio Research transfigurait les amplificateurs et les préamplificateurs à tubes avec des schémas ultra-sophistiqués conduisant à une grande réussite sur tous les plans : résultats de mesure, résultats d'écoute, image de marque et succès commercial. Le préamplificateur SP-3, lancé en 1971, obtenait un succès sans précédent avec des qualités sonores exceptionnelles et des chiffres de distorsion qui frôlaient le non-mesurable. La complication très sérieuse des circuits Audio Research a toujours été basée non pas sur « l'envie de faire compliqué » mais toujours dans le but de faire mieux sur tous les plans, ceci avec le maximum de preuves à l'appui. Il ne faut pas croire que chez Audio Research, les circuits, simples au départ, sont devenus de plus en plus compliqués d'année en année. Ils l'ont en fait toujours été, ne serait-ce qu'en prenant connaissance avec le Dual 100, un ancêtre du Dual 75, qui était proposé non pas sous la marque Audio Research mais sous la marque Electronic Industry. Sur ce Dual 100, on atteignait déjà, dix ans avant le Dual 75, un niveau de complexité des circuits encore supérieur : alimentation sur châssis séparé, alimentations régulées avec quatre tubes 6550, condensateurs de filtrage non polarisés, etc., etc. A force d'essayer tous les circuits possibles et imaginables, on finit par retenir les meilleurs d'entre eux tout en cherchant à les améliorer encore d'année en année. Avec des circuits de base pourtant parfois très différents, on retrouve toujours la

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

signature Audio Research sur telle ou telle partie de circuit, qu'il s'agisse d'une sortie cathodyne, d'un couplage direct ou d'une section de l'alimentation régulée.

Le D 79 C réunit, pour une puissance de seulement  $2 \times 75$  watts, une quantité incroyable de perfectionnements d'un bout à l'autre de son circuit. Afin de parfaire son système à secondaire symétrique, à boucles de contre-réaction symétriques et à étages symétriques, le D 79 C reprend des idées appliquées sur le Dual 75 et sur d'autres versions Audio Research. L'inverseur Paraphase modifié et compensé du Dual 75 fait place à un circuit encore plus symétrique mais encore plus compliqué. Le signal d'entrée attaque simultanément une des entrées du premier étage symétrique ainsi qu'un second tube (double triode) monté en couplage direct avec sortie cathodyne déphasée reliée en alternatif à la seconde entrée symétrique du premier étage. Il devient alors possible, sur le premier étage, d'appliquer une boucle de contre-réaction symétrique sur les cathodes du premier étage. Le second et le troisième étage, amplificateur de tension et driver sont de type à couplage transversal. On y retrouve des parties déjà vues sur le Dual 75, avec des idées qui rappellent les circuits Marshall et Van Scoyoc. Cette section qui a plus l'aspect d'un oscillateur que d'un amplificateur symétrique comporte un étage driver de type SRPP modifié, avec système d'équilibrage des signaux d'attaque. L'étage de puissance est de type à cathodes croisées à charge symétrique du secondaire du transformateur de sortie, un circuit de base chez Audio Research que l'on avait déjà rencontré chez Quad, Bogen et même en 1938 chez Princeps en France (ce montage était appelé Correcton).

Les tubes de puissance, travaillant en classe AB, sont les classiques tétrodes de puissance à faisceaux dirigés 6550, avec écrans reliés directement à une alimentation stabilisée. L'alimentation est d'une très grande complexité, comme le montre le schéma. Une complexité qui n'est d'ailleurs que peu de chose par rapport à celle des versions plus récentes, plus puissantes et hybrides des D-250 et M-300.

## Beard P-35



Le Beard P-35 connaît à travers le monde un succès mérité, ceci malgré une puissance modeste. Il travaille en pure classe A avec un triple push-pull de EL84 montées en mode ultra-linéaire. C'est une solution luxueuse, mais onéreuse, compte tenu du faible rendement et de la forte consommation en courant et en tubes de puissance. Les étages de puissance sont polarisés de façon automatique, non pas avec des résistances de cathodes mais avec des régulateurs de courant 5 V (1 pour chaque tube) filtrés par des condensateurs de forte valeur. Le déphaseur driver est de type cathodyne modifié. Cet étage est relié en couplage RC à l'étage d'entrée (demi double triode EC81), lequel est un étage amplificateur de tension classique, avec découplage partiel de sa résistance de cathode. L'entrée de l'amplificateur attaque la grille du premier tube en passant à travers un filtre passe-bas RC de façon à limiter la bande passante au-delà de 20 kHz. Plusieurs petites corrections de phase sont mises en place dans le but de lisser la courbe de réponse au-dessus de 10 kHz. Le filtre passe-haut placé en entrée évite l'admission de fréquences trop élevées sur le transformateur de sortie. On pourra ainsi appliquer la contre-réaction générale sans qu'il se pose de problèmes d'instabilité. Un condensateur de très faible valeur (2,2 pF seulement) relie les plaques des deux premiers tubes. Il améliore la symétrie du déphasage aux fréquences élevées. Un autre condensateur de 47 pF est placé sur la charge de cathode du déphaseur. Sur le déphaseur cathodyne et bien que des charges égales soient réparties sur la plaque et la cathode, la réponse en haute fréquence est un peu plus étendue sur la cathode que sur l'anode. Le condensateur de 47 pF a donc pour but d'égaliser la courbe de réponse des sorties du déphaseur. Les grilles d'attaque des EL84 sont reliées au déphaseur en passant par des résistances série de 10 k $\Omega$ , de façon à éviter les risques d'oscillation. C'est en somme un circuit classique, avec pour originalité principale le système de polarisation des tubes de puissance par régulateurs de tension.

Sur le secondaire du transformateur d'alimentation, les enroulements de haute tension sont indépendants pour chaque voie. Les redressements par ponts de diodes peuvent être reliés soit sur 200 V,

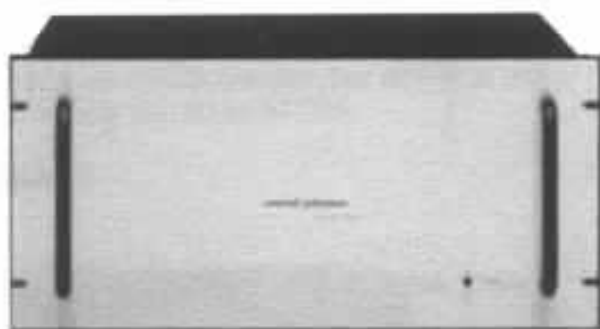
**Page non  
disponible**

soit sur 270 V, ce qui procure une tension redressée de 345 V ou de 170 V. On obtient ainsi soit le travail à pleine puissance soit à demi-puissance. En régime normal, la tension cathode-plaque est de l'ordre de 330 V, soit le maximum pouvant être admis sur la EL84. Le courant de repos, réparti sur les six tubes n'est toutefois pas trop élevé, ce qui conduit à une dissipation plaque moyenne par tube de l'ordre de 9 watts, laissant une marge de 3 watts jusqu'à la dissipation maximale. Les ponts redresseurs sont précédés de résistances de 3,3  $\Omega$  de façon à réduire l'amplitude des pics de commutation. Le redressement, sur chaque voie est suivi d'un filtrage par des condensateurs de valeur totale 680  $\mu$ F, soit plus de 1 300  $\mu$ F au total. Une valeur aussi élevée des condensateurs de filtrage ne se rencontre que très rarement sur les amplificateurs à tubes. On obtient ainsi une très bonne stabilité de l'alimentation, sans problèmes de « pompage » sur les fortes modulations.

Remarquons enfin que contrairement aux habitudes, les deux premiers étages ne sont pas couplés en direct. On pourra ainsi remplacer ces tubes sans risque de dérèglement des polarisations.

Contrairement au préamplificateur CA-506, le P-35 Beard n'est pas une conception hybride.

## Conrad Johnson modèle Premier Four



On remarque de nettes évolutions de ce circuit par rapport à la célèbre version de base MV 75. Les points communs entre le Premier Four et le MV 75 restent cependant le déphaseur Schmitt et l'étage de puissance de type ultra-linéaire. Le MV 75 était constitué d'une demi-triode 5751 en couplage RC avec un déphaseur de Schmitt, la double triode 6CG7.

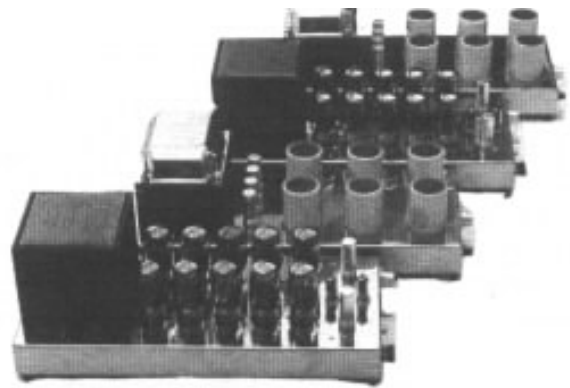
Sur le Premier Four, les trois premiers étages sont en couplage direct. L'étage d'entrée est un amplificateur de tension à gain moyen couplé en direct à une seconde demi-triode montée en étage cathodyne à sortie basse impédance. La première double triode 5751 est suivie, toujours en couplage direct d'une autre double triode 6CG7 montée en déphaseur de Schmitt. Le couplage direct avec l'étage précédent permet d'augmenter notablement la valeur de la résistance commune des cathodes. Il s'en suit une meilleure symétrie des tensions déphasées de sortie. Pour parfaire la symétrie des tensions déphasées, une des charges de plaque est ajustable par réseau résistif parallèle.

Le déphaseur est relié à l'étage de puissance par l'intermédiaire de 4 condensateurs de couplage de haute qualité, au polypropylène. Les tubes de puissance, des 6550 sont montés en push-pull parallèle dans une configuration ultra-linéaire. La polarisation des grilles est ajustable sur chacun des tubes. Le réglage optimal de polarisation de chaque tube est obtenu à l'aide de tensions de référence (diodes zéner) appliquées sur des amplificateurs différentiels (circuits intégrés). On obtient ainsi une indication visuelle (diodes LED) de réglage optimal. La haute tension est reliée au point milieu du primaire par l'intermédiaire d'un fusible. La rupture de ce fusible entraîne l'allumage d'une diode LED. Le transformateur de sortie est bien entendu une version surdimensionnée de haute qualité. Le secondaire de celui-ci est équipé de sorties 4, 8 et 16  $\Omega$ . La prise 16  $\Omega$  est reliée à la boucle de contre-réaction générale. Un condensateur de faible valeur, relié entre la cathode du premier tube et l'étage de puissance, au niveau des écrans, améliore la stabilité et la réponse sur signaux carrés.

Le Premier Four fait appel à une alimentation sophistiquée. Le transformateur d'alimentation comprend 7 enroulements. Le chauffage des premiers étages est redressé afin de réduire le niveau de ronflement. Un enroulement isolé est consacré à l'alimentation symétrique et régulée des circuits intégrés annexes d'affichage et de contrôle des polarisations. Les tensions de polarisation grille des étages de puissance sont régulées, de même que les tensions d'alimentation des étages d'entrée. La ligne principale de haute tension, redressée par un pont de diodes, comporte deux selfs de filtrage indépendantes pour chaque canal. Bien que relativement simple, ce circuit est très bien étudié et de grande fiabilité.

**Page non  
disponible**

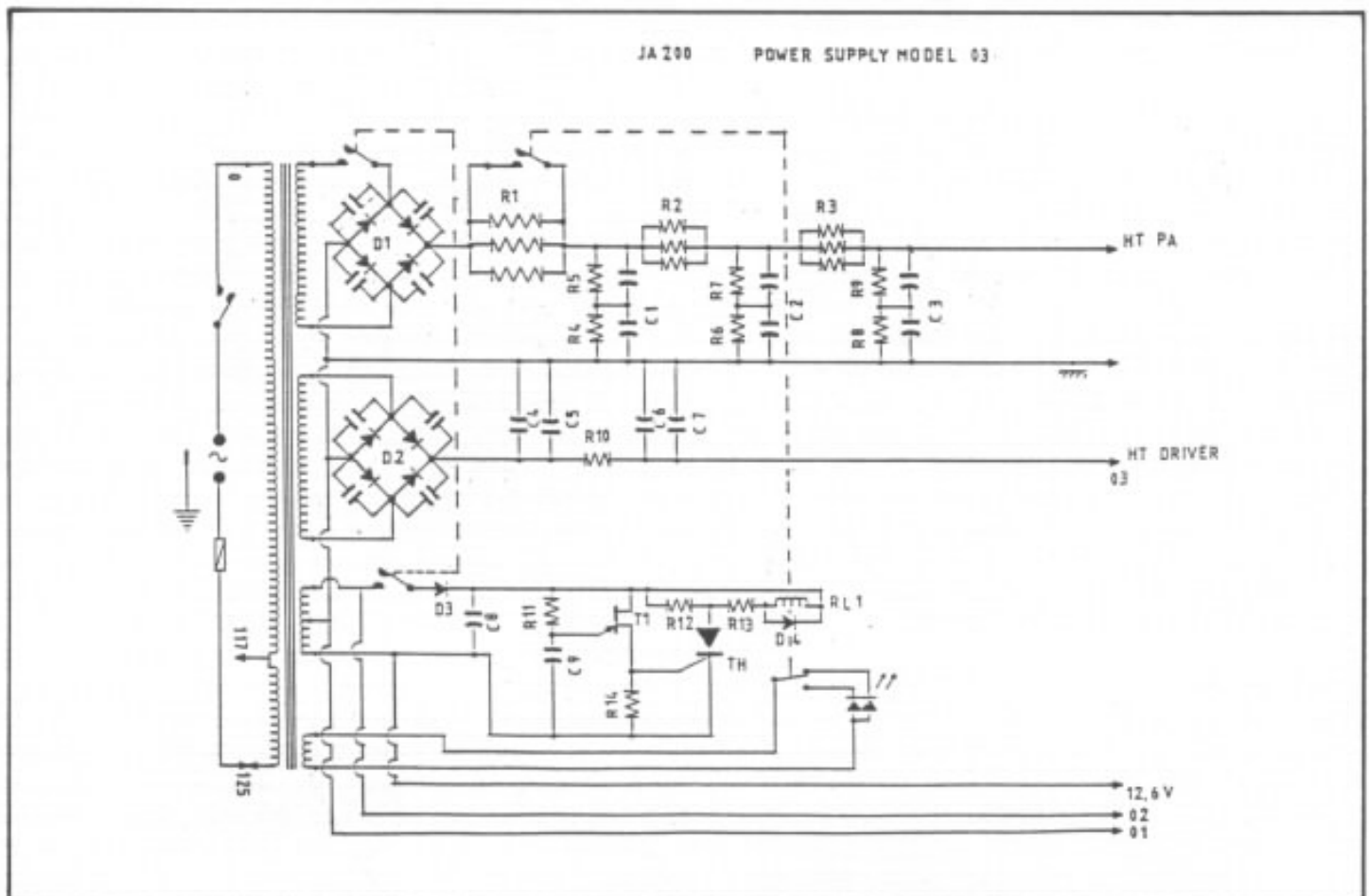
# Jadis JA-200



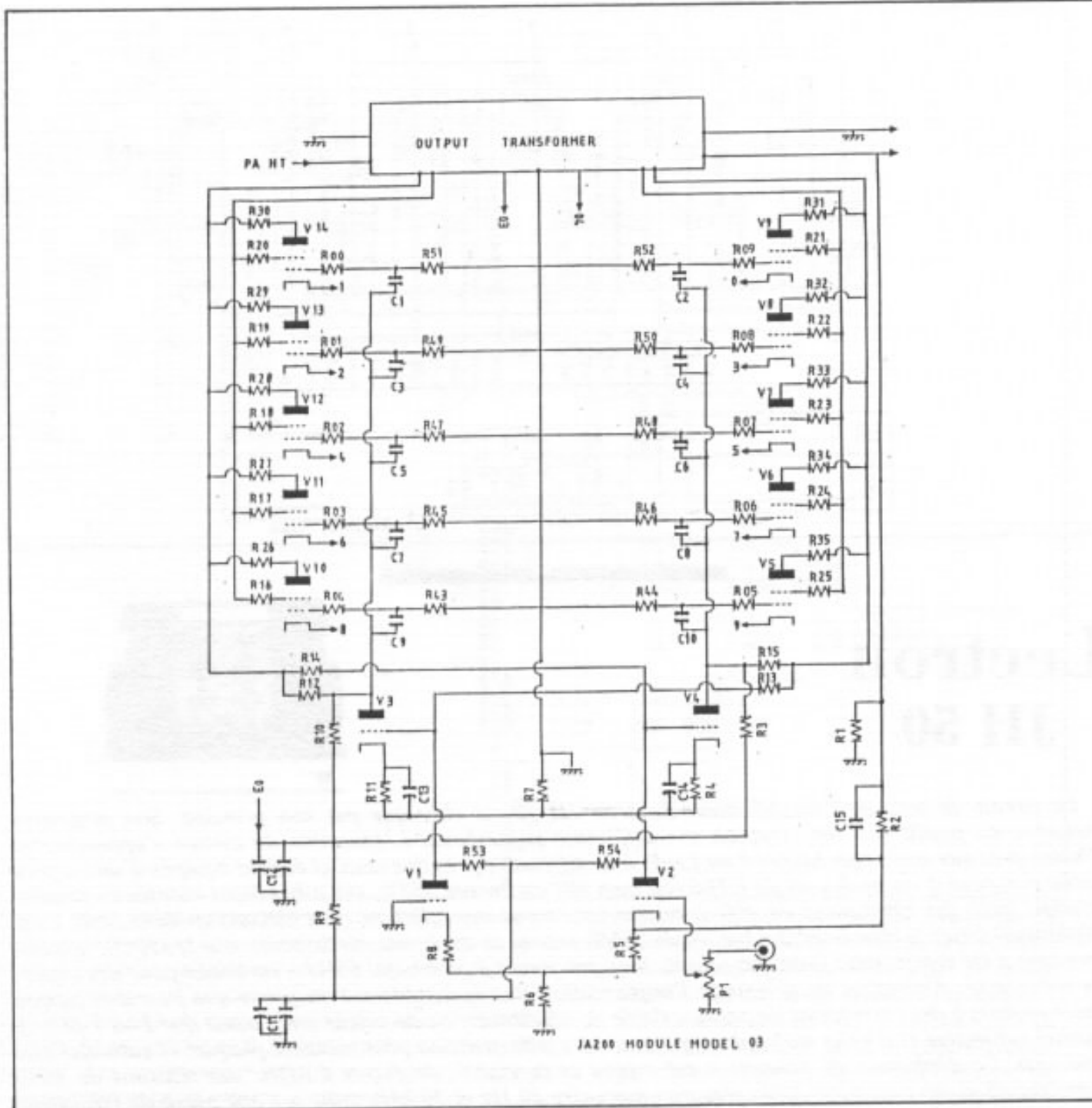
Ce sont deux passionnés de la musique et de l'électro-acoustique, Jean-Paul Caffi et André Calmettes qui sont à l'origine des créations Jadis. Exportés dans le monde entier, ces amplificateurs sont le symbole de la qualité française sans compromis. Jadis construit depuis cinq années déjà trois amplificateurs, deux préamplificateurs et un pré-préamplificateur. D'autres nouveautés vont sans doute apparaître prochainement. Le JA-200 est le plus puissant des amplificateurs Jadis. De puissance 160 watts, il n'utilise pas moins de dix tubes KT88 Gold Lion. Il est vraiment très rare de rencontrer parmi les amplificateurs à tubes commercialisés actuellement des versions équipées de transformateurs de sortie aussi imposants, ceci même en tenant compte de la puissance disponible.

L'originalité des circuits Jadis repose principalement sur l'étage de sortie dont la charge est répartie sur les plaques, les écrans et les cathodes.

Bien que possédant des étages de sortie différents, le circuit Jadis s'apparente d'assez près à un montage qui a connu un grand succès des années durant : le montage Loyez « Grand Amateur », publié en 1957 et 1960 dans la Revue du Son. On y retrouve en effet le déphaseur de Schmitt modifié par Loyez, à double triode avec une des grilles reliée à la masse, les trois résistances des cathodes, le retour de la boucle de contre-réaction sur une des cathodes, le second étage driver symétrique et les réseaux de rétroaction directs et croisés plaque à plaque (premier et dernier étage, second et dernier étage). L'étage de puissance comporte des charges réparties à partir de différentes idées basées sur Mac Intosh (charges réparties sur les plaques et les cathodes), sur Hafler/Keroes (montage ultra-linéaire), le tout avec sans doute d'autres idées fortes, ingénieuses telles que celles proposées par Crowhurst ou Marshall. L'important est de reconnaître

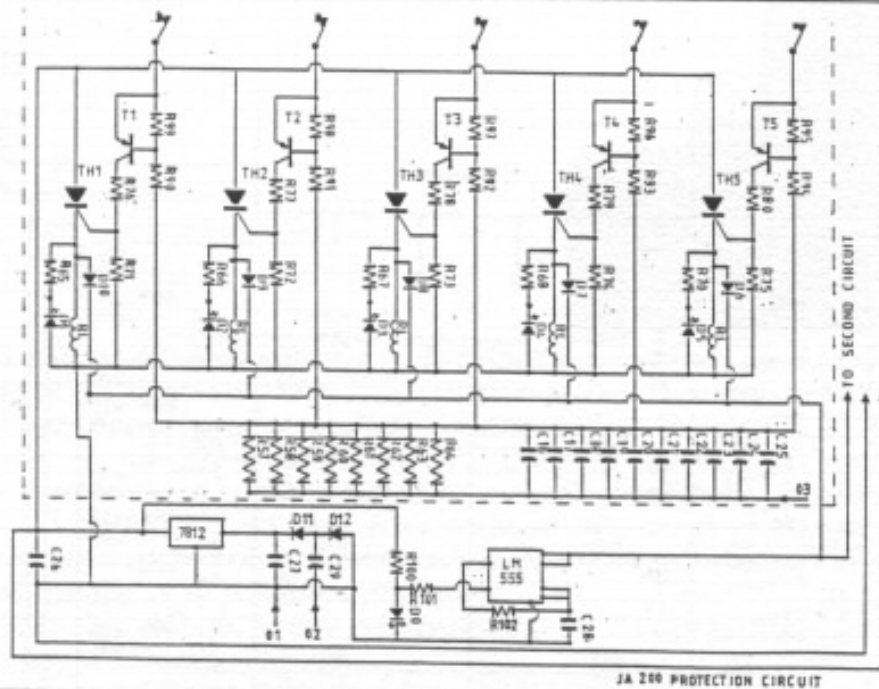




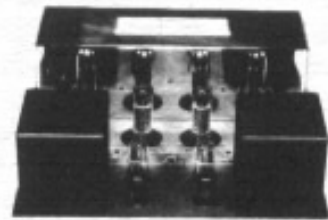


qu'il s'agit d'un étage de sortie très sophistiqué, dont le taux de distorsion résultant est extrêmement faible. Sur le JA-200, les étages de puissance travaillent en pure classe A. Plusieurs précautions sont prises pour améliorer la marge de stabilité. Des résistances de très faible valeur (1,5  $\Omega$ ) sont montées en série dans les circuits de plaque, le couplage serré des enroulements des transformateurs de sortie participe aux performances de rendement, de stabilité et de linéarité de la bande passante. L'important transformateur d'alimentation comporte deux enroulements haute tension, un pour les étages de puissance, un second servant à alimenter les étages d'entrée et driver. Vu l'importance de la puissance délivrée, le JA-200 a un circuit de protection et de temporisation très fiable. Les dix KT88 sont polarisées de façon automatique ceci à l'aide de neuf résistances découplées par dix condensateurs. Le secondaire du transformateur de sortie est équipé de prises 4, 8 et 16  $\Omega$ .

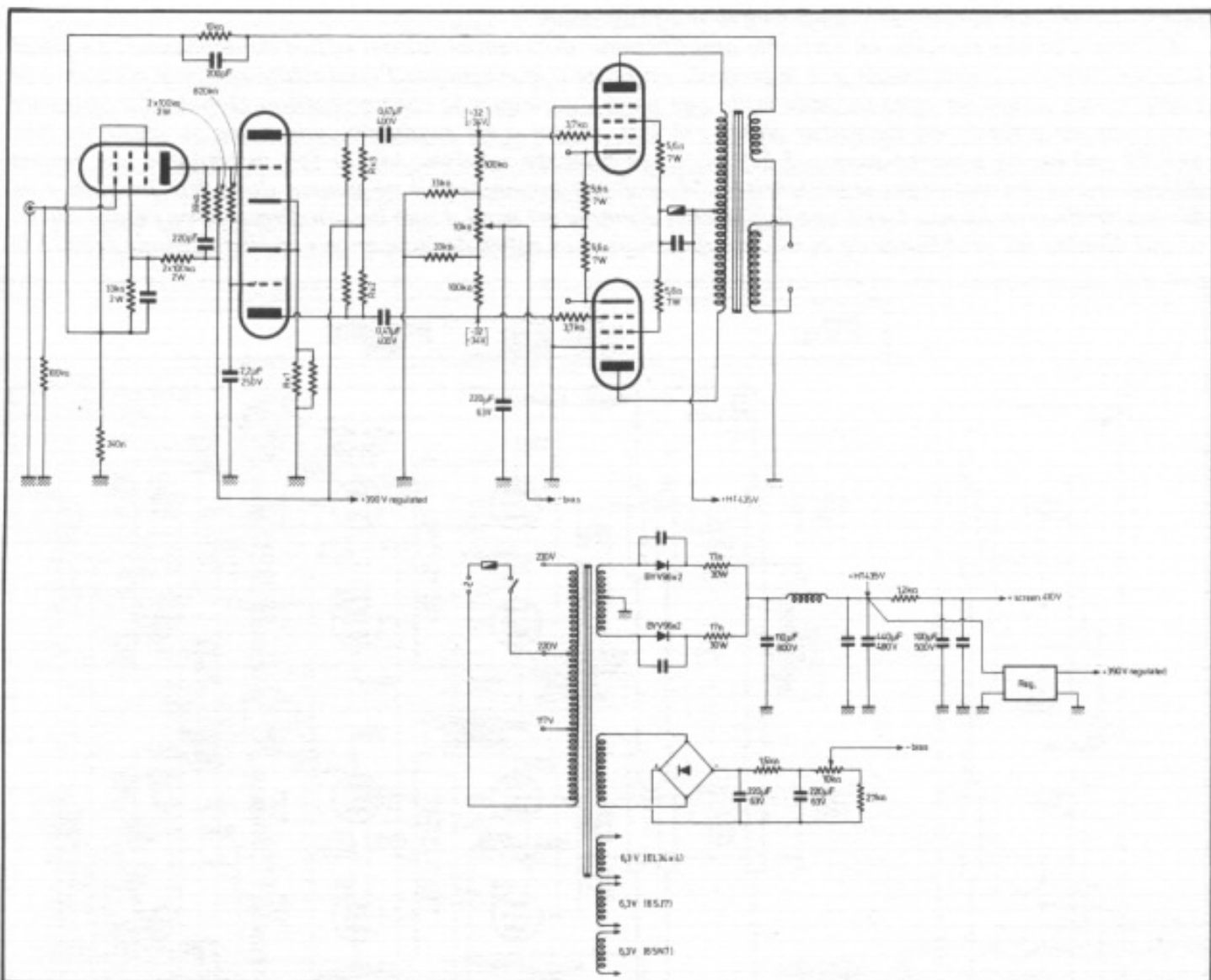
Il ne fallait surtout pas omettre de parler du principal, c'est-à-dire d'une conception qui a été essentiellement basée en vue de la plus haute fidélité sonore qu'il soit possible d'atteindre. D'où l'utilisation de composants actifs et passifs particulièrement sélectionnés. Quant à sa superbe esthétique elle n'a pas manqué d'influencer d'autres concurrents.



# Lectron JH 50

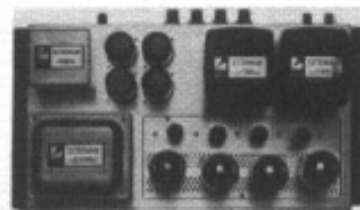


Le circuit de base de l'amplificateur Lectron JH 50 est classique par son principe. Son originalité concernerait plutôt son optimisation sur différents paramètres. L'ensemble du circuit s'apparenterait d'assez près aux montages Mullard ou Leak, à la différence près que ceux-ci étaient équipés d'un étage de sortie composé d'un push-pull de KT66 (ou bien 807 ou encore 5581), ces tubes étant montés en pseudo-triodes, avec des résistances de 100  $\Omega$  reliant les écrans aux plaques. Ces circuits avaient pour étage déphaseur-driver le tube octal double triode 6SN7, monté en déphaseur de Schmitt. Sur le JH 50, le même montage a été repris, mais pour des raisons bien précises. Le tube octal 6SN7 a été choisi pour des raisons de robustesse, d'aération au niveau de l'implantation (indispensable si l'on pense que l'on doit parfois avoir recours à des corrections de phase à l'aide de condensateurs de valeur aussi basse que 2 ou 3 pF), de qualité subjective et d'effet microphonique moindre (construction plus robuste, plaques et cathodes plus épaisses). Le déphaseur de Schmitt a été « revu et corrigé », de façon à offrir des tensions de sortie symétriques et parfaitement déphasées non pas entre 20 Hz et 20 kHz mais sur une plage de fréquences beaucoup plus étendue, soit 3 Hz-100 kHz. Sur le circuit Leak/Mullard, les charges étaient de valeur inégale (57 k $\Omega$  et 68 k $\Omega$ ), ceci étant dû à une valeur de résistance commune de cathode trop basse (11 k $\Omega$ ). Sur le JH 50, le couplage direct, le travail sous des tensions plus élevées a permis d'affiner ces réglages et surtout d'ajuster ces valeurs de façon à obtenir un spectre de distorsion favorable et un très faible taux de distorsion harmonique total. Le tube pentode d'entrée, le 6J7 (ou le EF36) du circuit Leak/Mullard est remplacé sur le JH 50 par le 6SJ7, choisi en priorité pour ses qualités subjectives. La tension écran qui est d'habitude de 70 à 80 V passe ici à 120 volts environ, ce qui procure une diminution sensible de la distorsion par effet d'élargissement des caractéristiques de plaque. Ces deux étages sont reliés à une alimentation stabilisée 390 V ultra-rapide, à très faible bruit résiduel qui est chargée en sortie par un condensateur de 100  $\mu$ F. C'est cette alimentation qui permet aux tubes de travailler dans des conditions idéales. L'étage de puissance n'est pas de type push-pull ultra-linéaire. Les écrans sont reliés directement à une alimentation très stable. Les tensions d'écran ont été rehaussées par rapport aux valeurs courantes. Il en résulte des caractéristiques  $I_p/U_p$  beaucoup plus linéaires. L'étage de puissance travaille en classe A jusqu'à 15 watts environ et passe en classe AB « enrichie » pour les puissances supérieures. Le transformateur de sortie conditionne les performance globales. Construction spéciale JH 50 d'origine



*Partridge, c'est grâce à ses performances très poussées qu'il peut permettre quelques petites acrobaties du montage au niveau de ses constantes de temps et de sa bande passante. Des petites corrections de phase, entre 20 et 100 kHz, adaptées à chaque JH 50 ne figurent pas sur le schéma. Ajoutons que le JH 50 utilise un transformateur d'alimentation surdimensionné. Le redressement de la haute tension est soigné : élimination des pics de commutation provenant des diodes de redressement, self en tête, condensateurs de filtrage de forte valeur et à faible résistance série. Tous les tubes sont montés sur une contre-platine suspendue. Les composants passifs ont bien entendu fait l'objet d'une sélection rigoureuse. Malgré un taux de contre-réaction moyen, l'optimisation de ses circuits assure à bas niveau l'obtention d'une bande passante comprise entre quelques hertz et plus de 100 kHz.*

## Luxman MQ-360

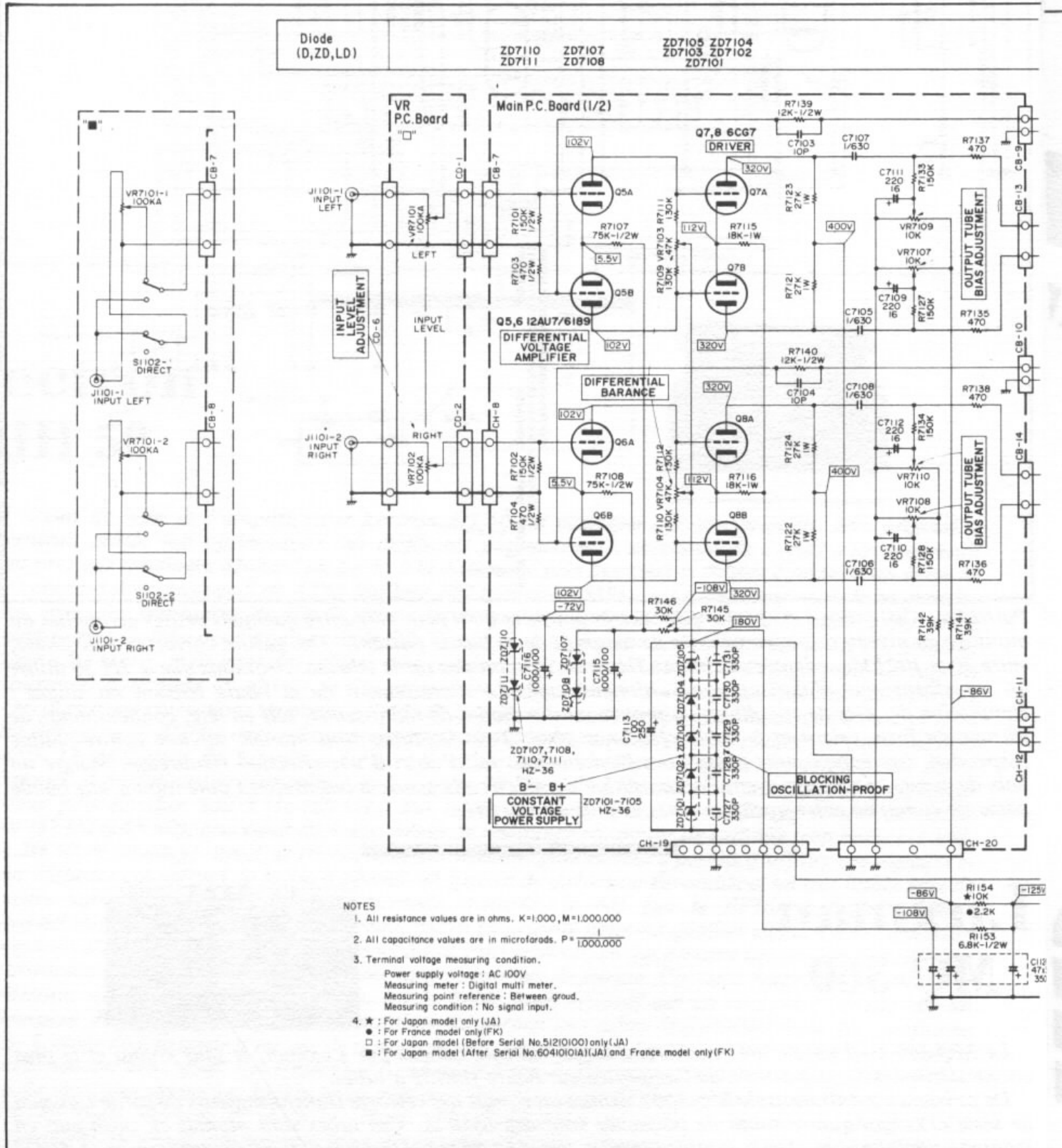


*Le MQ-360 est l'un des très nombreux amplificateurs conçus par Luxman, le plus connu et le plus ancien des spécialistes japonais de l'amplificateur haute-fidélité à tubes.*

*De puissance 2 x 40 watts, le MQ-360 Luxman est équipé des célèbres transformateurs de sortie Luxman de série OY. Les quatre tubes de puissance sont des 6550 A. Ces tubes sont montés en push-pull en montage ultra-linéaire. Deux doubles triodes, les ECC82/12AU7 (étage d'entrée déphaseur) et 6CG7*

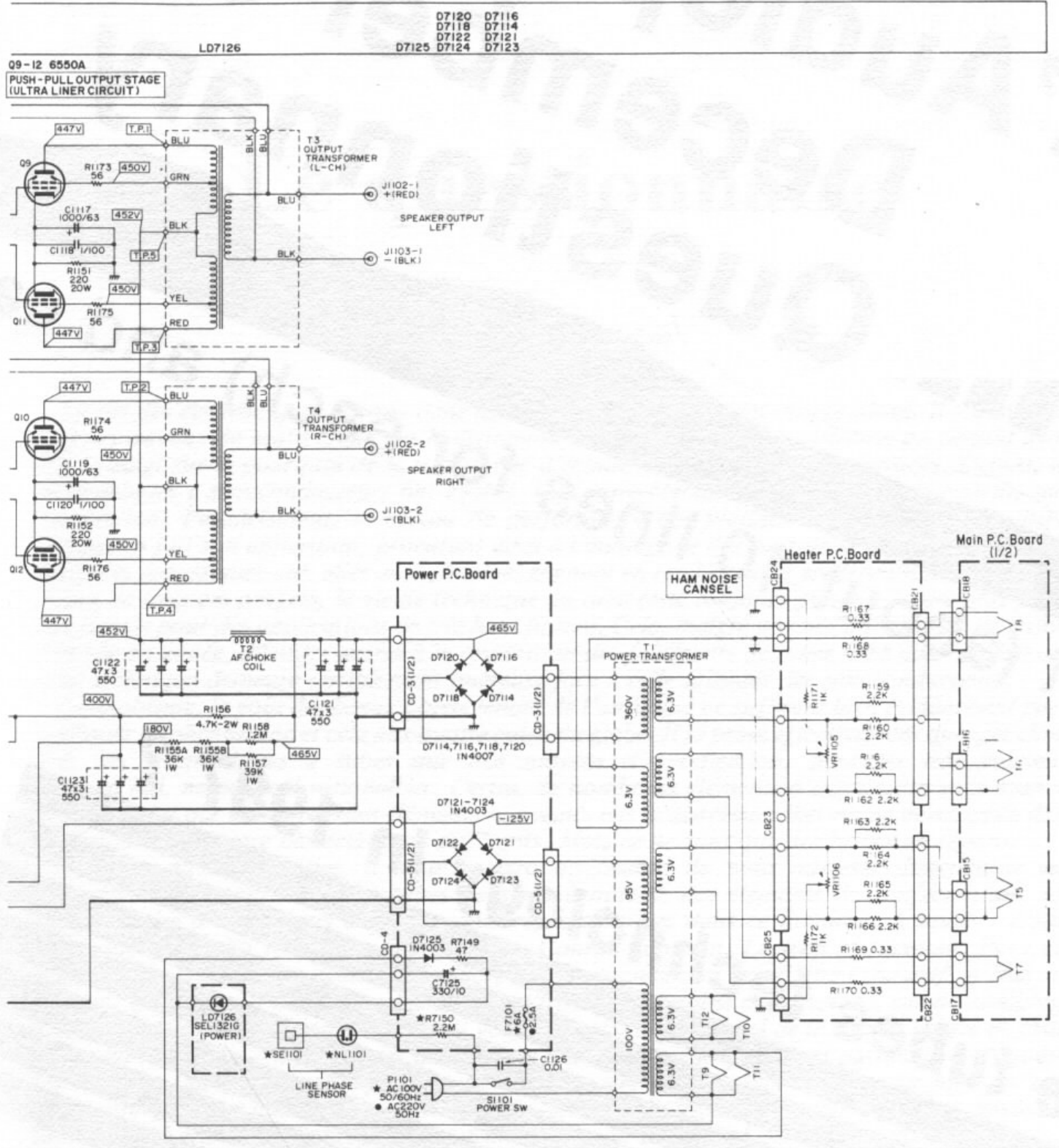
(étage driver) complètent un circuit simple mais ingénieux.

L'étage d'entrée travaille en véritable amplificateur différentiel faisant office de déphaseur. Le signal attaque l'une des grilles tandis que la seconde est reliée à la masse par l'intermédiaire d'une résistance de faible valeur. C'est sur cette seconde grille que vient s'appliquer la contre-réaction globale. La résistance commune de cathode est de valeur élevée (75 kΩ), ce qui a été rendu possible grâce au choix du tube ECC82 qui est ici polarisé sous -5,5 V. L'étage d'entrée est donc tout à fait assimilable aux entrées différentielles des montages transistorisés. Malgré son apparence, il ne pourra donc être assimilé à un déphaseur de type Loyez. Cet étage différentiel d'entrée est suivi d'une liaison directe avec l'étage driver, ce qui élimine les problèmes de constante de temps. Les tubes de puissance ont leur cathode reliée à la



masse par l'intermédiaire de résistances de faible valeur (220 Ω/20 W), facilitant la mesure du courant de repos.

L'étage d'entrée déphaseur est alimenté par une tension de 180 V qui est régulée par un réseau série de diodes zéner. L'alimentation est soignée : transformateur à 9 enroulements, trimmers de réglage anti ronflement, self de filtrage, filtrage soigné par cellules RC. Sur l'amplificateur, plusieurs réglages fins (trimmers) permettent d'optimiser les performances globales en tenant compte des dispersions éventuelles des tubes d'entrée ou de puissance. La sensibilité d'entrée est de 1,1 V (pour 40 watts en sortie). Le courant de repos des étages de puissance est de 75 mA, la consommation moyenne étant de 300 VA. Assez compact (43 × 18 × 25 cm), il pèse cependant près de 20 kg.



1/24  
7x3  
150

**Page non  
disponible**

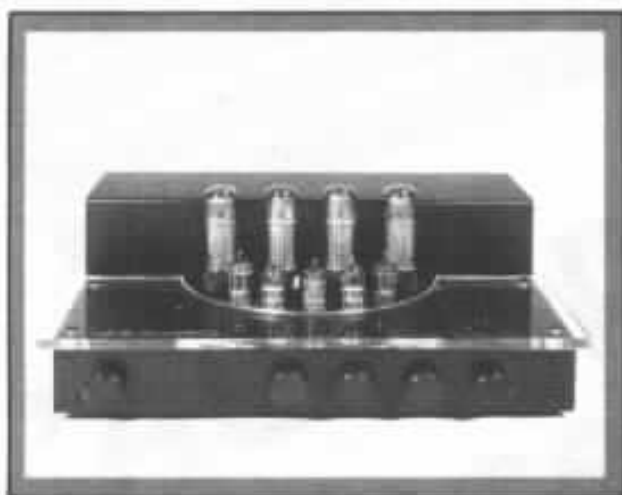
# Le questionnaire

Gérard Chrétien

*Le cas des électroniques à tubes dans le domaine de l'audio tient du paradoxe. Il y a dix ans, avec les travaux de Matti Ojala sur la distorsion d'intermodulation transitoire, on pensait avoir mis le doigt sur le pourquoi de la supériorité d'écoute des tubes sur les transistors. Depuis, les électroniques à semiconducteurs ont évolué. La contre-réaction est utilisée à bon escient, sans exagération. Parallèlement, le niveau de performance des platines s'est amélioré, le disque compact a fait son apparition, procurant ainsi à l'audiophile des sources de grande qualité. Les enceintes acoustiques ont, elles aussi, évolué, gagnant en rendement et en définition. Et, au beau milieu de tous ces progrès, la vieille technique du tube reste toujours présente, voire plus prisée que jamais pour des applications de très haut niveau. Cela, malgré un coût qui ne cesse de croître d'année en année, dû entre autres à la disparition des fabricants de tubes mais aussi au fait que cette technique demeure terriblement onéreuse face à celle utilisant des semiconducteurs.*

*Le snobisme, le goût des beaux objets tenant de l'antiquité ne suffisent bien évidemment pas à expliquer ce phénomène et cela aux quatre coins du globe. Il se passe effectivement quelque chose avec les électroniques à tubes que nos moyens d'investigation, pourtant très puissants aujourd'hui, ne peuvent rationaliser. Certes, de nombreux éléments d'explication sont avancés par les uns et par les autres, des éléments nouveaux tels la distorsion thermique développée dans ces colonnes, apporte des éclairages différents. Mais ce ne sont que des bribes de réponse...*

*Pour ce numéro spécial, il nous a paru intéressant de nous adresser directement aux concepteurs d'amplificateurs à tubes de sorte à obtenir des éléments de confrontation. Un questionnaire a été soumis à sept sociétés représentatives dans ce domaine, à savoir : Audio Innovations, Audio Research, Beard, Jadis, Conrad Johnson, Lectron et Luxman. Pour des raisons bien évidentes de délais et de place, ce questionnaire est loin d'être exhaustif. A chacune des huit questions, il était demandé de répondre en une dizaine de lignes. Si, sur de nombreux points, les éléments de réponse sont très voisins — classe A, qualité de la triode, critère de choix des composants... — il faut noter que chacun a une approche qui lui est particulière. Peut-être est-ce dû au fait que la technique du tube nécessite une connaissance et un savoir-faire qui sont tout autre que ceux que l'on rencontre dans le domaine du transistor et qui, de ce fait, laisse une latitude plus grande au concepteur pour imprimer son originalité à ses réalisations.*



# Audio Innovations

*Peter Qvortrup*

## **1. Pourquoi utilisez-vous la technologie à tubes en 87 ?**

Nous utilisons toujours des tubes dans nos amplificateurs parce qu'en dépit de tous les progrès technologiques, le tube reste le composant le plus linéaire jamais conçu pour des applications audio.

## **2. Votre position sur le choix du type pour l'étage de puissance : triode, tétrode, pentode...**

Pour l'étage de sortie, nous préférons la triode de puissance. De tous les types de tubes c'est le plus linéaire, dynamique et fidèle composant disponible. Pour des montages de prix abordable, les tubes triodes se révèlent trop chers, c'est pourquoi nous avons recours aux tubes pentodes.

## **3. Classe A, AB, B ? Qu'en pensez-vous ?**

La classe A devrait être le seul principe de fonctionnement utilisé en audio de qualité, elle est de loin plus linéaire que les classes AB et B ; elle présente un meilleur facteur d'amortissement et est plus dynamique. Elle revient également généralement moins cher à appliquer à des circuits à lampes grâce aux caractéristiques naturelles des tubes.

## **4. Avantages et inconvénients du transformateur de sortie.**

Un transformateur bien conçu n'a que des avantages hormis son coût, c'est un adaptateur d'impédances et il ne devrait pas faire autre chose que cela. Un transformateur de sortie vraiment très bien conçu diminue la nécessité d'un recours à une contre-réaction négative dans un circuit pentode et la rend inutile dans une configuration triode. De nombreux efforts ont été fournis dans nos recherches pour perfectionner les transformateurs de sortie, que ce soit au niveau des performances techniques ou du prix de revient.

## **5. Influence de l'alimentation : est-elle à votre sens plus ou moins critique que pour une électronique à semi-conducteur ?**

Avec le fonctionnement en classe A, l'alimentation travaille sous une charge constante et est par conséquent plus simple à concevoir et moins chère à réaliser, ceci étant vrai pour les amplificateurs de puissance. Dans le cas des préamplificateurs à tubes, des efforts considérables sont développés pour rendre l'alimentation aussi basse en impédance, peu bruyante et bien stabilisée que possible. L'alimentation d'un préamplificateur est aussi critique, qu'il soit à tubes ou à transistors.



**6. Pourquoi, à votre avis, les électroniques à tubes sont-elles toujours appréciées sur le plan de l'écoute malgré des performances de mesure souvent moins bonnes ?**

Qui a dit que les montages à tubes étaient plus mauvais aux mesures que ceux à transistors ? Les amplificateurs de puissance à triodes bien conçus certainement pas et il y a une raison logique à cela ; quand les méthodes de mesure ont été développées dans les années 20 à 30, elles l'ont été sur des amplificateurs à triodes ; il n'y avait rien d'autre à l'époque. Le fait que les techniques de mesure aient été mises au point sur des triodes avant l'introduction du concept de la contre-réaction négative et bien avant les transistors, signifie que celles-ci décrivaient parfaitement le comportement des amplificateurs à triodes. Il est donc possible, dans un sens, de concevoir et de fabriquer de tels amplificateurs, dans lesquels le signal de sortie ressemble trait pour trait au signal d'entrée, à l'aide d'un circuit sans contre-réaction. Depuis lors, les triodes sont restées les meilleures en comportement sur charges réelles. Elles ont ce que l'on appelle couramment une « puissance constante », ce qui signifie qu'elles gardent une réponse puissance-fréquence virtuellement plate indépendamment des variations de la charge. C'est pourquoi les amplificateurs à triodes sonnent mieux !

**7. Votre avis sur le très bon rapport puissance subjective/puissance mesurée généralement attribué aux amplificateurs à tubes.**

La puissance subjective est déterminée par la seule capacité dynamique. Si l'amplificateur transcrit fidèlement les contrastes dynamiques entre les instruments et les harmoniques en rapport, il paraîtra plus puissant que s'il ne le fait pas. Les amplificateurs à transistors font généralement preuve de faibles écarts de dynamique, principalement à cause d'un recours excessif à la contre-réaction, d'une complexité globale des circuits et aussi à cause du fait que le transistor n'est pas très linéaire.

**8. Vos critères de choix des composants.**

Nous préférons écouter un grand nombre de composants passifs différents dans chaque circuit ; des différences considérables sont audibles, particulièrement entre divers types de condensateurs, mais même les résistances ont un son bien à elles. Des tests d'écoute étendus ont confirmé que les condensateurs à diélectrique en papier huilé produisent un son bien meilleur et plus propre que n'importe quel autre à diélectrique plastique. Spécialement lorsque fonctionnant sous des hautes tensions continues, les caractéristiques de transfert des capacités à papier huilé sont largement supérieures à celles des capacités plastiques.

Les résistances peuvent être classées en deux catégories : film métal et bobinées. Pour le traitement du signal, le film métal est préférable, à moins que le produit soit assez cher pour pouvoir utiliser des résistances à film tantale ou sur substrat. Toutefois, nous avons opté pour des modèles bobinés non inductifs, pour des raisons de coût, bien que ce ne soit pas toujours le plus économique.



# Audio Research

*Rich Larson*

## **1. Pourquoi utilisez-vous la technologie à tubes en 87 ?**

Simplement parce que le tube continue à donner les meilleurs résultats subjectifs en matière de reproduction sonore de haut niveau. Il se trouve également que nous avons 30 ans d'expérience effective dans le domaine du tube. Les audiophiles se sont mis à apprécier les qualités musicales dont le tube est capable, et en conséquence il existe encore une demande significative pour des schémas classiques à tubes. Avec les progrès de la technologie, malgré tout, nous avons acquis la conviction que la détermination des paramètres du circuit autour du composant actif est souvent plus importante que le choix du composant lui-même. Actuellement, notre large utilisation de circuits hybrides tube-Fet montre bien ce qu'un mariage approprié de ces deux technologies peut apporter si les composants mis en œuvre le sont dans les meilleures conditions.

## **2. Votre position sur le choix du type pour l'étage de puissance : triode, tétrode, pentode...**

Notre choix s'est porté sur le tube 6550, tétrode de puissance à faisceau dirigé (appelée parfois pentode à faisceau dirigé) parce que lorsqu'il est utilisé dans notre circuit breveté à cathodes partiellement couplées, il fait preuve de certaines qualités comparables à celles d'un tube triode tout en délivrant plus de gain et de puissance de sortie.

## **3. Classe A, AB, B ? Qu'en pensez-vous ?**

La classe A représente le choix évident pour les étages bas niveaux et drivers à cause d'une distorsion très réduite. La classe B, quant à elle, présente trop de distorsion de croisement pour des applications de très haute fidélité. Nous préférons utiliser une classe AB « enrichie » pour les étages de sortie. Le courant de repos est réglé assez haut, de telle sorte que la majorité des signaux musicaux soient traités en classe A, tandis que les crêtes de niveau le soient avec l'efficacité supérieure de la classe AB. Nos transformateurs à faibles pertes et couplés avec les cathodes minimisent les transitoires de commutation. Les circuits de puissance en classe A sont généralement plus onéreux et pas nécessairement meilleurs. Une architecture en classe A mal conçue risque d'être meilleure à la mesure mais de sonner moins bien qu'un amplificateur bien étudié en classe AB. Les avantages qui pourraient résulter de la classe A seraient la conséquence d'une excellente section d'alimentation mise en œuvre pour pallier aux défauts des étages de sortie.

#### **4. Avantages et inconvénients du transformateur de sortie.**

Le transformateur de sortie est seulement un composant destiné à adapter des impédances pour permettre aux tubes de puissance de fonctionner avec une charge d'impédance optimale dans le but de réduire la distorsion et d'obtenir la puissance maximale quelle que soit l'impédance du haut-parleur connecté. Lorsque des transformateurs de bonne qualité du type couplage partiel des cathodes sont utilisés, il en résulte une minimisation de tout déséquilibre entre les tubes de sortie. Ce « couplage intime » entre les deux parties positive et négative du push-pull permet d'aller très loin dans la résolution musicale, particulièrement en ce qui concerne la différenciation de détails à bas niveau dans l'ensemble de la reproduction sonore. Les limitations de bande passante habituellement constatées sur les transformateurs ne sont plus de mise aujourd'hui. De plus, ceux-ci procurent également une protection aux haut-parleurs contre le courant continu ou contre des impulsions à très basse fréquence pouvant être dues à des défauts du système. Les inconvénients des transformateurs sont le coût, la taille, le poids et une petite perte de puissance.

#### **5. Influence de l'alimentation : est-elle à votre sens plus ou moins critique que pour une électronique à semi-conducteur ?**

En général, une simple alimentation à haute tension pour un étage de sortie à tubes est moins délicate à réaliser qu'une alimentation symétrique pour circuits à semi-conducteurs. Les pertes par résistance et induction ne sont pas aussi significatives et le stockage d'énergie est plus important (proportionnel au carré de la tension) pour une taille physique donnée des capacités de filtrage. Il est fait appel à de plus petites valeurs de capacités de découplage à film, et les pertes du redresseur sont plus basses. Le transformateur de sortie diminue effectivement l'impédance de l'alimentation « vue » par la charge du haut-parleur. La dérive en courant continu et certains problèmes dus à des fréquences infrasoniques sont éliminés par le transformateur.

#### **6. Pourquoi, à votre avis, les électroniques à tubes sont-elles toujours appréciées sur le plan de l'écoute malgré des performances de mesure souvent moins bonnes ?**

L'important est ici d'interpréter correctement et de rapprocher les performances mesurées des performances musicales, et de se rappeler que de nombreuses qualités importantes ayant trait à la dynamique ne sont pas mises en évidence lors du passage au banc de mesures. Les bons amplificateurs à tubes sont extrêmement musicaux parce qu'ils réalisent la synthèse de qualités audibles et d'autres mesurables, notamment dans le médium à niveau d'écoute moyen et bas, là où se situe la plus grande proportion du message musical. Par exemple, un taux de distorsion plus élevé à 20 kHz n'a pas grande signification pour l'écoute de la musique. Le problème n'est pas tellement que les résultats de mesures soient « moins bons », mais que la méthode employée pour ces mesures soit inadéquate parce qu'elle ne correspond pas à ce qui se passe lorsque l'on écoute de la musique. Une plus grande recherche et un nouveau point de vue sont nécessaires dans ce domaine.

#### **7. Votre avis sur le très bon rapport puissance subjective/puissance mesurée généralement attribué aux amplificateurs à tubes.**

La puissance subjective est fortement influencée par la forme du signal lors de l'écrêtage, la capacité dynamique à bas niveau, la capacité en courant en régime dynamique dans des charges complexes, et la stabilité de l'alimentation. Comme les amplificateurs à tubes sont conçus pour fournir une grande énergie en régime musical plutôt que pour délivrer des watts au banc de test, ils ont plutôt tendance à produire un son plus enveloppé que leurs pauvres concurrents qui annoncent la même puissance lors de tests statiques.

#### **8. Vos critères de choix des composants.**

Les composants passifs sont choisis pour procurer le moins possible de dégradation sonore dans une application donnée. L'ultime référence est, bien sûr, la musique "live" ou une reproduction fidèle de celle-ci. Cela nécessite une constante ré-évaluation du « système de référence » afin de minimiser ses limitations en cas d'évaluation d'un

une reproduction fidèle de celle-ci. Cela nécessite une constante ré-évaluation du « système de référence » afin de minimiser ses limitations en cas d'évaluation d'un composant. Si vous savez parfaitement quelles sont les limitations de ce système, vous pouvez toujours obtenir des résultats comparatifs valables, aussi longtemps que le système permettra une résolution suffisamment fine des détails. Quoi qu'il en soit, les composants doivent être évalués au sein du circuit définitif et les résultats varient selon différents paramètres de ce circuit. C'est une fausse allégation de prétendre, par exemple, que les capacités au téflon où les tubes sont toujours meilleurs quel que soit le circuit.



## Beard

*Bill Beard*

### **1. Pourquoi utilisez-vous la technologie à tubes en 87 ?**

Beard Audio continue à utiliser la technologie à tubes pour un certain nombre de raisons, toutes en rapport avec l'idée d'une haute qualité sonore. Les tubes offrent à la fois un gain élevé et une distorsion basse avec de grandes capacités à traiter le signal. Par conséquent, un simple circuit à liaisons directes fonctionne bien avec des tubes et le résultat se caractérise par une grande transparence du signal et une fidélité totale. La dynamique musicale est transmise sans compression ou confusion. Les étages à haute impédance autorisent l'emploi de condensateurs film de faible valeur de la meilleure qualité.

### **2. Votre position sur le choix du type pour l'étage de puissance : triode, tétrode, pentode...**

Le choix des tubes de sortie dépend de facteurs économiques comme la puissance de sortie requise pour un budget donné, et de facteurs sonores, par exemple comment obtenir l'équilibre tonal le plus pur. Avec des schémas simples, la triode donne les meilleurs résultats, la pentode les moins plaisants.

Quoi qu'il en soit, un étage de sortie moderne inclura une contre-réaction négative locale qui transforme les caractéristiques du tube et peut donner de très bons résultats

avec des tubes pentode ou tétrode. A vrai dire, les performances de l'étage de sortie ultra-linéaire Beard sont assimilables à de pures triodes montées dans une configuration assez simple.

### **3. Classe A, AB, B ? Qu'en pensez-vous ?**

La classe A est idéale tant que les conditions de sortie restent stables, en évitant notamment les écarts thermiques et en améliorant les performances effectives de l'alimentation. La classe AB est plus pratique et permet d'obtenir une plus grande puissance de sortie et de prolonger la vie des tubes par un échauffement moindre. Si la part « A » de la classe AB est suffisamment importante, disons 10 % de la puissance disponible, alors dans la plupart des cas, il est difficile de distinguer la classe A de la classe AB. La classe B se passe de commentaires étant donné que les tubes de sortie ne sont pas polarisés sur le point zéro du signal et ont à souffrir sérieusement de la distorsion de croisement.

### **4. Avantages et inconvénients du transformateur de sortie.**

Un transformateur de sortie permet à n'importe quelle charge d'être correctement adaptée à l'étage de sortie à tubes. Il protège la charge contre tout passage de courant continu et permet d'équiper l'amplificateur d'une sortie symétrique évitant le recours à une masse commune. Il peut également comporter des enroulements secondaires destinés à appliquer aux tubes de sortie une contre-réaction négative locale et ainsi réussir à obtenir le maximum de puissance des tubes mis en œuvre.

Les inconvénients d'un transformateur incluent la nécessité d'enroulements aux imbrications multiples et sophistiquées pour accéder à des performances top niveau dans les fréquences aiguës, un coût élevé, quelques petites pertes de puissance et de fidélité et une limitation globale de la bande passante à grande puissance.

### **5. Influence de l'alimentation : est-elle à votre sens plus ou moins critique que pour une électronique à semi-conducteur ?**

L'alimentation a une influence critique sur les performances d'un circuit à tubes. Comparé à un schéma standard à semi-conducteurs, un modèle à tubes a de mauvaises performances en réjection de mode commun et en conséquence, l'alimentation « s'entend ». Les alimentations à tubes doivent être conçues avec autant de rigueur que les sections audio.

### **6. Pourquoi, à votre avis, les électroniques à tubes sont-elles toujours appréciées sur le plan de l'écoute malgré des performances de mesure souvent moins bonnes ?**

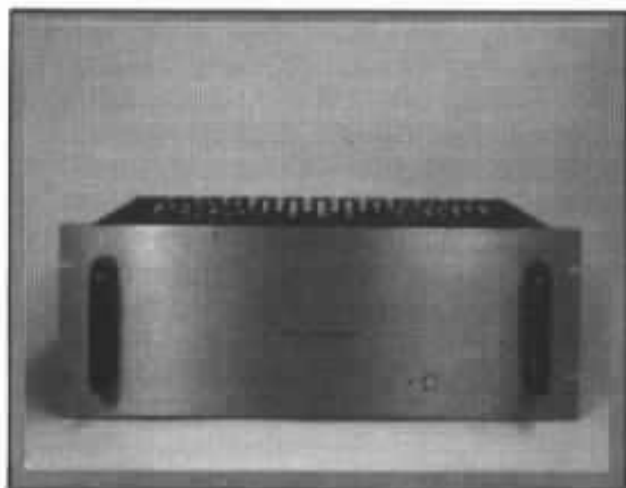
Du fait que les résultats de tests en laboratoire et les comptes rendus d'écoute ne sont pas du tout corrélés, il est tout à fait possible qu'un amplificateur doté de faibles performances soit toutefois très musical, par exemple un modèle à tubes.

### **7. Votre avis sur le très bon rapport puissance subjective/puissance mesurée généralement attribué aux amplificateurs à tubes.**

La puissance de sortie subjective ou puissance sonore apparente est un domaine complexe et est à rapprocher des performances en surcharge. Les semiconducteurs ont tendance à écrêter brusquement avec une perte nette de fidélité. Les amplificateurs à tubes et transformateur écrètent en douceur, de façon moins évidente et peuvent fonctionner de manière plus intensive sans que l'on réalise complètement que l'on a dépassé la surcharge.

### **8. Vos critères de choix des composants.**

Les composants passifs sont choisis pour leur clarté et leur faible coloration et en même temps pour leurs bonnes performances techniques. De grandes variations dans la qualité sonore existent entre des composants nominalement similaires, condensateurs film et résistances par exemple. Les potentiomètres de volume sont aussi importants de part les qualités de la piste imprimée et du substrat utilisé.



# Conrad Johnson

*Lewis Johnson*

## **1. Pourquoi utilisez-vous la technologie à tubes en 87 ?**

Les tubes à vide ont deux avantages importants par rapport aux transistors lorsqu'ils sont utilisés dans des circuits audio analogiques. Premièrement, la distorsion produite par un tube (ainsi qu'un transistor FET) est à prédominance d'harmonique 2 (en termes musicaux, la même note une octave au-dessus), là où les transistors bipolaires génèrent des quantités significatives d'harmoniques d'ordre impair et tout à fait non musicales. Deuxièmement, un amplificateur simple étage à tube produit proportionnellement moins de distorsion qu'un autre à transistor, permettant d'obtenir une faible distorsion tout à fait acceptable avec une contre-réaction bien moindre que celle qui serait requise dans un montage similaire à transistors.

## **2. Votre position sur le choix du type pour l'étage de puissance : triode, tétrode, pentode...**

Nous pensons que des pentodes montées dans un étage de sortie à configuration ultra-linéaire (avec une contre-réaction écran-grille limitée) offre la meilleure combinaison possible entre puissance de sortie élevée, faible distorsion et basse impédance de sortie sur tout le spectre audio.

## **3. Classe A, AB, B ? Qu'en pensez-vous ?**

La classe AB offre une excellente qualité sonore et une grande puissance de sortie. Un amplificateur en classe AB bien conçu est réellement la réunion de deux amplificateurs en un. C'est un amplificateur classe A de basse puissance capable de passer les crêtes de haute puissance en commutant en classe B. Il faudrait bien se rendre compte que la plupart des amplificateurs classe A ne fonctionnent réellement dans ce mode que si l'impédance des haut-parleurs est relativement élevée (généralement 8 ohms). Des charges réactives provoquent le fonctionnement de ces amplificateurs en classe B, tout en perdant le bénéfice de la grande puissance de sortie de la classe AB.

## **4. Avantages et inconvénients du transformateur de sortie.**

Un transformateur de sortie est essentiel pour réduire l'impédance des tubes de puissance dans le but de réaliser le meilleur transfert possible de la puissance et de contrôler de manière adéquate les haut-parleurs (facteur d'amortissement). Les structures de type OTL (sans transformateur de sortie) emploient forcément une contre-

réaction négative excessive pour fonctionner correctement, et présentent toujours un facteur d'amortissement trop bas pour travailler dans de bonnes conditions avec n'importe quel type de charge. Finalement, la petite limitation en bande passante d'un transformateur de sortie est beaucoup moins nuisible à la reproduction musicale que les distorsions causées par les condensateurs chimiques mis en œuvre dans la plupart des schémas OTL.

**5. Influence de l'alimentation : est-elle à votre sens plus ou moins critique que pour une électronique à semi-conducteur ?**

L'alimentation est un trajet de signal en parallèle avec les circuits audio et en conséquence, est exactement aussi importante que ces circuits, que ce soit dans une structure à tubes ou à semi-conducteurs. La conception d'une alimentation est compliquée, dans le cas du tube, par de plus hautes tensions, mais son influence est la même.

**6. Pourquoi, à votre avis, les électroniques à tubes sont-elles toujours appréciées sur le plan de l'écoute malgré des performances de mesure souvent moins bonnes ?**

Les performances mesurées sont invariablement basées sur les propriétés statiques (à l'équilibre) d'un circuit. Cependant, la musique est intéressante pour ses caractéristiques transitoires (en déséquilibre). Dans de nombreux cas, les qualités propres d'un circuit qui résultent en d'excellentes propriétés statiques sont la cause de performances déplorables en régime transitoire. En bref, les mesures n'ont aucun rapport avec la réalité de la reproduction musicale et une recherche bornée aux seules performances mesurables mènera presque certainement à une musicalité inférieure.

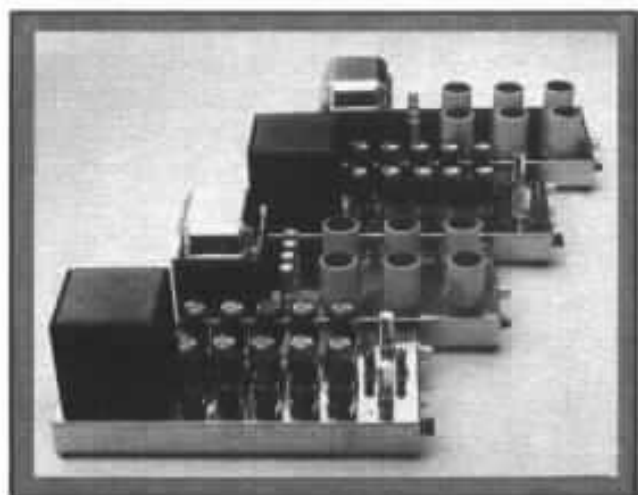
**7. Votre avis sur le très bon rapport puissance subjective/puissance mesurée généralement attribué aux amplificateurs à tubes.**

Les amplificateurs à tubes écrêtent en douceur avec une certaine compression des pointes de dynamique, mais peu d'autres signes audibles de limitation de la puissance. De nombreux schémas à transistors ont tendance à « s'écrouler » lorsque surchargés, ils se caractérisent par un son rauque et déplaisant. Tandis que les amplificateurs à tubes supportent, pour cette raison, d'être surchargés alors qu'un amplificateur à transistors doit être utilisé strictement à l'intérieur des limites de sa puissance estimée.

**8. Vos critères de choix des composants.**

Les composants passifs, résistances et capacités, ont été sélectionnés par type et par marque dans le même esprit que pour le choix des tubes, en évaluant les performances sonores à travers des écoutes exhaustives des différentes alternatives installées une par une dans nos circuits. Dans le cas des condensateurs, cela nous a conduit à concevoir nos propres composants au polystyrène et au polypropylène estampillés CJD.

---



# Jadis

*Jean-Paul Caffi - André Calmettes*

## **1. Pourquoi utilisez-vous la technologie à tubes en 87 ?**

Comme chacun sait, les tubes sont meilleurs au niveau des transitoires. Le tube a besoin d'une énergie très importante pour permettre l'arrachement des électrons. Lorsqu'une énergie minimale lui est demandée, il dissipe sous forme de chaleur son surplus d'énergie. Lors d'une demande maximale d'énergie, son temps de réponse est instantané. Il est à remarquer que le tube est alimenté sous une tension de l'ordre de 500 V et nous avons en sortie HP une tension crête à crête de l'ordre de 70 V, soit un rapport de 20 dB. En revanche, le transistor doit être alimenté sous une tension de l'ordre de 80 V (dans le meilleur des cas, 120 V), pour une sortie HP crête à crête de 70 V, soit un rapport 1,2 dB (4,4 dB).

Pour maintes raisons, en 1987, la technologie à tubes est donc loin d'être dépassée. Les années passent et le tube reste linéaire...

## **2. Votre position sur le choix du type pour l'étage de puissance : triode, tétrode, pentode...**

Une des principales raisons du non-choix de la triode est la difficulté d'approvisionnement. Il est très difficile d'obtenir une puissance convenable pour driver un système bas rendement.

A notre avis, la qualité de la pentode est subjective, inférieure aux triodes et aux tétrodes. Mais pour la EL 34 (ou la 6CA7A), on a la possibilité de ne pas utiliser la grille supprimeuse.

La tétrode nous permet d'avoir un gain légèrement inférieur à la pentode et supérieur à la triode. La qualité d'écoute de la tétrode équivaut à celle de la triode. La KT88 et la EL34 correspondent donc à l'idéal des audiophiles.

## **3. Classe A, AB, B ? Qu'en pensez-vous ?**

La classe A est la seule classe qui permet d'amplifier le signal en entrée en une seule fois (pas de problème de recouvrement). De plus, c'est la seule classe qui puisse optimiser tous les avantages du tube. Cf. § 1.

## **4. Avantages et inconvénients du transformateur de sortie.**

*Avantages :*

- a. En cas de court-circuit en sortie, aucun danger pour l'amplificateur.



- b. Facilité d'adaptation d'impédance des tubes aux HP.
- c. Puissance égale quelle que soit l'impédance de charge au secondaire.
- d. Courant efficace plus élevé au secondaire du transformateur de sortie.
- e. Les HP sont protégés. Aucune possibilité pour que l'alimentation passe dans les HP en cas de claquage de l'étage final.

*Inconvénients :*

- a. Difficulté à fabriquer d'excellents transformateurs de sortie.
- b. Prix de revient élevé (un bon transformateur de sortie revient plus cher que les composants nécessaires à la fabrication d'un amplificateur à transistor).

**5. Influence de l'alimentation : est-elle à votre sens plus ou moins critique que pour une électronique à semi-conducteur ?**

Les performances de l'alimentation d'un amplificateur à tubes doivent atteindre et même dépasser celles d'un amplificateur à transistors. Il est nécessaire d'avoir d'une alimentation surdimensionnée et double (étage préamplificateur de tension et étage de puissance), dans le but d'obtenir une séparation du driver de l'étage de puissance pour éviter le phénomène d'entraînement. Les résultats sont aussi meilleurs au niveau transitoire. Il est important d'avoir une alimentation par bloc mono pour une parfaite séparation des canaux.

**6. Pourquoi, à votre avis, les électroniques à tubes sont-elles toujours appréciées sur le plan de l'écoute malgré des performances de mesure souvent moins bonnes ?**

Cf. § 1. De plus, contrairement aux transistors, le bruit de fond du tube ne module pas le signal.

Les mesures sont absolument indispensables, mais lors de comparaisons d'amplificateurs, l'oreille est le seul juge...

**7. Votre avis sur le très bon rapport puissance subjective/puissance mesurée généralement attribué aux amplificateurs à tubes.**

L'écrêtage du tube est beaucoup plus progressif et moins audible qu'avec un transistor où il est beaucoup plus brusque et plus rapide. Le tube peut restituer une demande instantanée d'énergie car son temps de réponse est immédiat d'où cette impression de puissance ressentie avec les amplificateurs à tubes.

**8. Vos critères de choix des composants.**

Le premier critère de choix des composants est la qualité de fabrication. Le composant est ensuite testé, comparé et écouté, le son du composant étant le principal critère de choix.



# Lectron

*Jean Hiraga*

## **1. Pourquoi utilisez-vous la technologie à tubes en 87 ?**

Le tube surclasse le transistor à jonction ou à effet de champ sur de nombreux paramètres, notamment sur ceux de la linéarité des fonctions de transfert. Pour la même sensibilité d'entrée, la même puissance de sortie, un montage à tubes travaille sous des tensions d'alimentation de 10 à 20 fois supérieures à celles d'un montage transistorisé. C'est ce travail, sous des tensions relativement hautes et sous une tension d'alimentation élevée qui est à l'avantage du tube sur le plan de la restitution de la dynamique tout en rendant celui-ci moins sensible aux instabilités de l'alimentation. C'est en optimisant un montage à tubes jusque dans les plus petits détails, souvent insignifiants en apparence, que l'on peut révéler les capacités très étonnantes du tubes dans le domaine de l'amplification basse fréquence de très haute qualité. Ces possibilités peuvent s'étendre plus loin encore vers la perfection sonore, ceci grâce à des montages hybrides bien conçus. On s'imagine ce qu'il aurait été possible d'obtenir à partir des tubes si ceux-ci avaient pu être non seulement perfectionnés au cours des vingt dernières années mais réinventés selon les vœux des audiophiles les plus difficiles...

## **2. Votre position sur le choix du type pour l'étage de puissance : triode, tétrode, pentode...**

On se trouve ici face à un problème évident. Un esprit puriste choisirait de toute évidence le plus linéaire, le meilleur sur le plan de la définition, c'est-à-dire le tube triode à chauffage direct. Pour une réalisation commerciale réalisée en petite ou en moyenne série, on se trouve malheureusement contraint d'abandonner le tube triode et parfois même le travail en classe A et de rechercher le meilleur compromis à partir de tube tétrodes ou pentodes montés en classe AB. L'avantage principal étant un meilleur rendement et l'obtention d'une puissance modulée beaucoup plus compatible avec les enceintes courantes. C'est un argument commercial non négligeable.

## **3. Classe A, AB, B ? Qu'en pensez-vous ?**

La classe A est la voie royale de l'amplification basse fréquence de haute qualité. A partir de tubes triodes, la classe A ne permet d'obtenir que de faibles puissances. En passant aux tubes tétrodes ou pentodes, la classe A ne représente que peu d'intérêt par rapport à la classe AB, le gain en qualité sonore étant trop faible par rapport à la perte de puissance qui en résulterait.

La majorité des constructeurs ont compris qu'il était préférable d'adopter la classe AB avec courant de repos suffisamment élevé afin qu'il soit possible d'obtenir un travail en classe A jusqu'à 15 ou 20 watts et un passage progressif en classe AB pour les

puissances supérieures. On associe ainsi les avantages de la puissance élevée à ceux de la qualité d'écoute à bas niveau.

#### **4. Avantages et inconvénients du transformateur de sortie.**

Qualités et défauts confondus, le transformateur de sortie offre plus d'avantages que d'inconvénients, à condition qu'il réponde à plusieurs normes de qualité et d'adaptation d'impédance. Nombreux sont les amplificateurs transistorisés sur lesquels le taux de distorsion augmente très sensiblement sur charge réelle par rapport aux performances officielles obtenues sur charge résistive pure. Ce n'est pas le cas des bons amplificateurs à tubes sur lesquels le transformateur de sortie sert, en plus de sa fonction d'adaptateur optimal d'impédance, à limiter les effets de rétroaction des haut-parleurs sur les différents circuits de l'amplificateur. Le transformateur de sortie élimine le problème de dérive en courant continu des montages à couplage direct. Il doit toutefois être capable de reproduire à faible comme à forte puissance des fréquences aussi basses que 5 ou 10 Hz. Seuls les transformateurs de haute qualité y parviennent, avec pour désavantages un poids et un prix élevés.

#### **5. Influence de l'alimentation : est-elle à votre sens plus ou moins critique que pour une électronique à semi-conducteur ?**

Pour des sensibilités d'entrée et des puissances de sortie identiques, un amplificateur à tube travaille sous des tensions dix ou vingt fois plus élevées que celles d'un amplificateur à transistors qui, lui, devra par contre travailler sous des courants plus élevés. Ces considérations font comprendre que les alimentations des amplificateurs transistorisés doivent être beaucoup plus stables et d'impédance interne beaucoup plus basse que sur les appareils à tubes. Cependant, c'est en stabilisant de façon aussi parfaite que possible les tensions d'alimentation et les polarisations d'un amplificateur à tubes que l'on pourra atteindre des performances subjectives (et mesurées) plus poussées. On remarquera cependant sur les montages à tubes comme à transistors, que pour des performances mesurées identiques, les différents types de composants passifs et actifs utilisés sur l'alimentation influent très sensiblement sur la qualité subjective. Il faudra donc en tenir compte. Il ne faut pas oublier le transformateur d'alimentation dont la qualité et le surdimensionnement ont une influence directe sur la mesure et l'écoute.

#### **6. Pourquoi, à votre avis, les électroniques à tubes sont-elles toujours appréciées sur le plan de l'écoute malgré des performances de mesure souvent moins bonnes ?**

Les tubes conçus pour les applications audio sont en général des composants actifs plus linéaires que les transistors. S'ils sont comparés individuellement et non pas au sein d'un circuit plus ou moins complexe destiné à éliminer telle ou telle forme de distorsion, le tube et surtout le tube triode produit un son beaucoup plus pur et plus « naturel » que son petit frère le transistor. Un montage à tubes dépourvu de toute forme de contre-réaction peut produire un taux de distorsion de 1 à 2 %. La même performance serait très difficile à obtenir dans les mêmes conditions sur un amplificateur transistorisé. Grâce aux boucles de contre-réaction multiples et aux artifices anti-distorsion, l'amplificateur transistorisé peut atteindre des taux de distorsion pratiquement non mesurables. Cependant, sur charge réelle, il est rare d'obtenir des chiffres de distorsion harmonique et d'intermodulation aussi bons que sur charge pure. Les tubes offrent d'autre part un spectre de distorsion par harmonique plus stable en fonction de la fréquence et de la charge que les transistors. Ceci pourrait expliquer pourquoi, malgré un taux de distorsion harmonique beaucoup plus faible, l'amplificateur transistorisé tend à produire un taux de distorsion subjectif plus important.

#### **7. Votre avis sur le très bon rapport puissance subjective/puissance mesurée généralement attribué aux amplificateurs à tubes.**

Le travail en tension, sous haute impédance, sous tension d'alimentation élevée pour les tubes et en courant, sous basse impédance et sous faible tension d'alimentation, défavorise le transistor sur le plan de la réalisation pratique. Pour ces derniers, des

courants de plusieurs ampères doivent parfois passer par des pistes de circuit imprimé de 2 ou 3 mm de large, dont l'épaisseur n'est que de quelques dizaines de microns. Le montage à tube, travaillant sous des tensions plus élevées et sous des courants beaucoup plus faibles est, de ce fait, beaucoup moins sensible aux problèmes de résistance et d'inductance parasite série. Pour sortir un signal de 20 V sur 8 ohms, soit 50 W, le tube travaille sous des tensions plaque 20 fois supérieures, soit 400 V en moyenne. En comparaison, le transistor travaille sous des tensions seulement trois ou quatre fois supérieures, d'où la nécessité d'avoir recours à des alimentations beaucoup plus stables.

Une autre explication de la capacité dynamique des amplificateurs à tubes pourrait être le fait que ceux-ci peuvent délivrer une puissance pratiquement constante sur une charge dont l'impédance entre 20 Hz et 20 kHz peut varier entre quelques ohms et plusieurs dizaines d'ohms. Il faudrait à cela ajouter sans doute l'effet d'une résistance interne plus faible, à un facteur d'amortissement plus faible qui tend à moins « tenir » le haut-parleur qui, sur les réalisations courantes, est le plus souvent déjà suramorti.

#### **8. Vos critères de choix des composants.**

L'influence des composants passifs sur le son est évidente, ceci bien que les différences mesurées soient le plus souvent imperceptibles. Le même type de composant, le condensateur par exemple, ne donne pas forcément le meilleur résultat dans toutes ses applications possibles. Ses performances subjectives sont liées non seulement à sa structure, mais aussi à son application dans un montage donné. Il est malheureusement rare de trouver aujourd'hui une bonne corrélation entre certains types de mesures sur les composants passifs et les résultats d'écoute.



# Luxman

*Ken Akiyama*

#### **1. Pourquoi utilisez-vous la technologie à tubes en 87 ?**

A cause de leur excellente qualité sonore, spécialement sur la musique de chambre, le jazz, la musique vocale, etc. Un amplificateur à tubes bien conçu donne un son très doux

et vivant. Nous développons encore de nouveaux circuits et même des tubes pour parvenir à la meilleure qualité sonore.

**2. Votre position sur le choix du type pour l'étage de puissance : triode, tétrode, pentode...**

Le tube triode est celui qui donne le meilleur son. Même s'il nous faut utiliser un autre type de tube pour obtenir plus de puissance, nous le faisons à chaque fois dans une configuration de type triode. Il est probable que la basse impédance caractéristique d'un tube triode puisse rendre le son plus doux et musical.

**3. Classe A, AB, B ? Qu'en pensez-vous ?**

La pure classe A est la meilleure (à l'exception des amplificateurs soit-disant classe A). Pour un amplificateur de grande puissance, la classe AB peut être acceptée.

**4. Avantages et inconvénients du transformateur de sortie.**

*Avantages :*

Facilite la conception de circuits simples (la simplicité est la meilleure garantie d'une bonne qualité sonore).

*Inconvénients :*

Il est très difficile de concevoir un bon transformateur de sortie. C'est pourquoi nous les concevons et fabriquons nous-mêmes. (Luxman est également un constructeur de transformateurs renommé).

**5. Influence de l'alimentation : est-elle à votre sens plus ou moins critique que pour une électronique à semi-conducteur ?**

Le schéma de l'alimentation est l'une des parties les plus importantes dans la conception d'un bon amplificateur à lampes ou à transistors. Il n'y a pas de différence entre les deux sur ce point.

**6. Pourquoi, à votre avis, les électroniques à tubes sont-elles toujours appréciées sur le plan de l'écoute malgré des performances de mesure souvent moins bonnes ?**

La musicalité est le seul argument.

**7. Votre avis sur le très bon rapport puissance subjective/puissance mesurée généralement attribué aux amplificateurs à tubes.**

Un amplificateur à tubes de basse puissance de sortie peut produire un son subjectivement plus musclé qu'un amplificateur transistorisé de mêmes caractéristiques électriques. Un écrêtage en douceur et une large gamme dynamique en sont peut-être la raison.

**8. Vos critères de choix des composants.**

Nous choisissons les composants passifs ainsi que les actifs à travers des écoutes. D'une manière générale, dans le cas des résistances, nous avons sélectionné celles à liaisons et capuchons en cuivre pour se protéger de tout champ magnétique qui détériorerait le son et dans le cas des condensateurs, nous avons opté pour des modèles spécialement destinés à un usage audio, etc.

---

**Page non  
disponible**

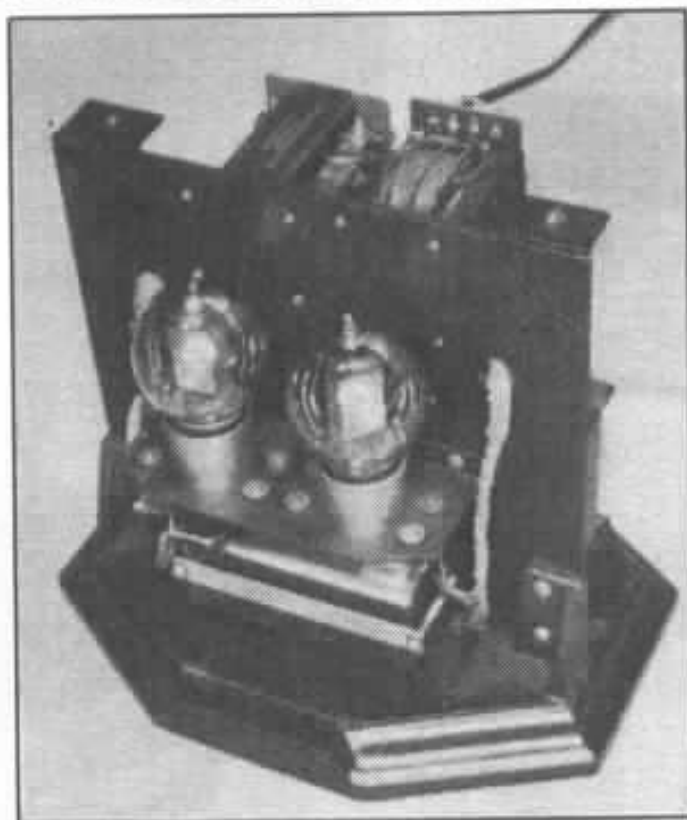
# ...pour un musée imaginaire

*«Ils» ont pour certains près d'un demi siècle... «Ils» appartiennent déjà au musée.*

*Le propre des belles choses, dit-on, est néanmoins de ne pas vieillir. D'ailleurs qui pourrait taxer de démodé un Mac Intosh 225 ou un Quad II ?*

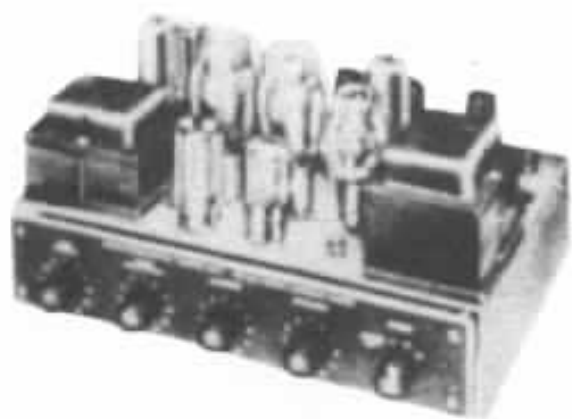
*Nous avons pu, malgré quelques difficultés, réunir un certain nombre de ces amplis en chair et en os dans le cadre de l'exposition «Permanence du Tube Expo 87». Nous tenons à remercier ici les collectionneurs qui nous les ont confié pour 3 jours.*

*Ne fallait-il pas aussi (grâce aux archives de la Revue du Son entre autre) réunir en un musée imaginaire ces objets à qui, outre une nostalgique révérence, un coup de chapeau devait être donné. Ces objets (ces appareils) qui ont guidé et guident encore dans leurs recherches (et leur quête de la vérité de reproduction sonore) les concepteurs contemporains.*



**WESTERN ELECTRIC**

*WE 25 B - 0,8 W (1925)*



**H.H. SCOTT**  
*Dynaural 210 B - Puissance 20 W (1954)*

**QUAD II**  
*Ampli 15 W (1954)*



**QUAD**  
*Préampli Acoustical (1954)*

**MAC INTOSH**  
*MC 75 - Ampli mono 75 W*







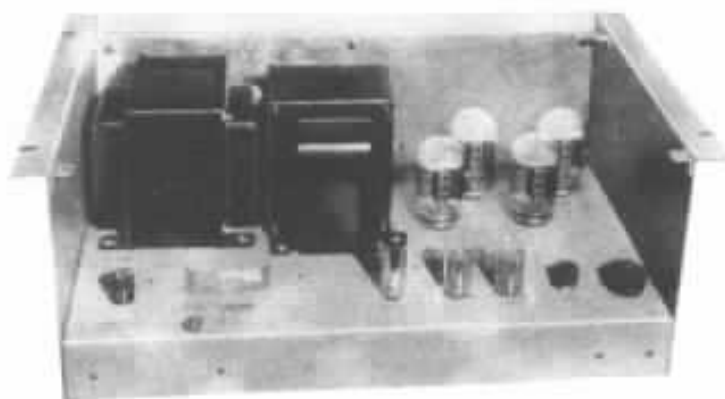
**HARMAN KARDON**  
*Ampli AWARD A300 - 2x12 W (1963)*

**FILSON**  
*V10M - Ampli-préampli 10 W (1962)*



**GROMMES**  
*Préampli professionnel et ampli G101 - 100 W (1965)*

**MAC INTOSH**  
*MA 230 - Ampli-préampli 2x30 W (1964)*





**CONCERTO ET SYMPHONIE**  
*8 W en mono (1955)*

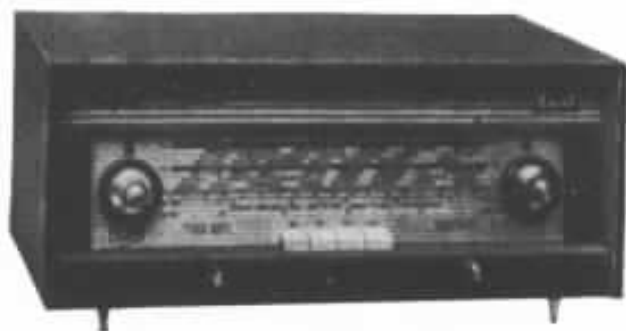


**LEAK**  
*TL10 avec préampli (1956)*

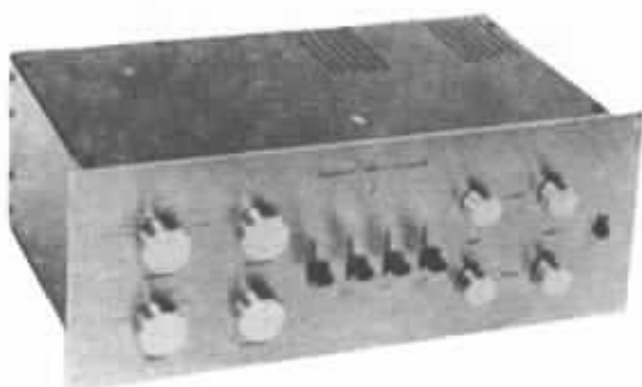
**RCA**  
*Préampli et ampli New Orthophonic (1957)*



**ESART**  
*Tuner AM-FM A.F.C. (1963)*



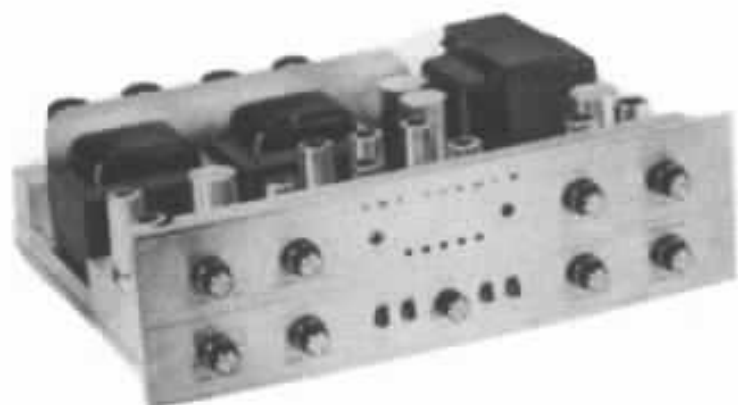
**HITONE**  
*H 300 - Ampli-préampli intégré 2 x 30 W (1964)*



**MARANTZ**  
*Préampli 7C (1964)*



**DYNACO**  
*MK III - Ampli mono 60 W (1966)*



### **FISHER**

*X 1000 - Ampli-préampli 2 × 50 W (1965)*



### **CONCERTONE**

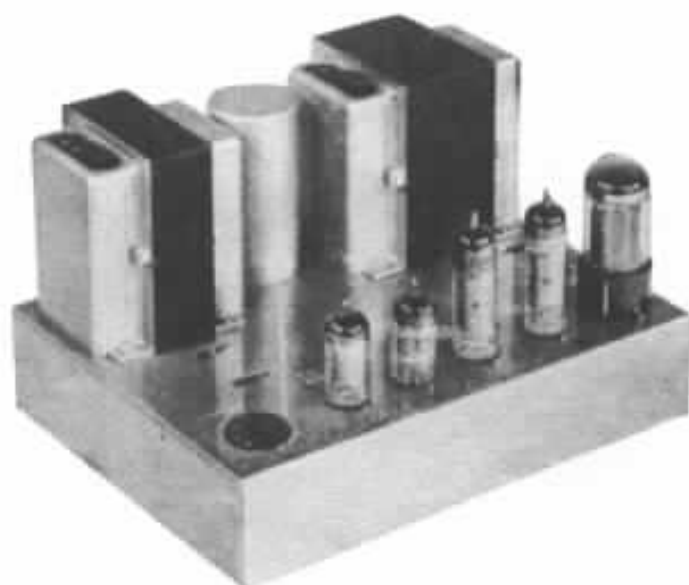
*220 - Ampli-préampli 2 × 12 W (1965)*



### **MARANTZ**

*8B - 2 × 35 W (1963)*

**LEAK**  
*TL 12 - Mono 35 W (1964)*





**RADFORD**  
*Préampli SC 22 (1965)*

**JASON**  
*A 2-25 - 2x25 W (1965)*



**SCOTT**  
*299 B - 299 C - 2x25 W (1963)*

**AUDIO RESEARCH**  
*SP3 - Préampli (1970)*



# Infos tube

## Beard : une conception très anglaise

Beard Audio a été créé par Bill Beard d'une façon plutôt inhabituelle dans l'industrie haute-fidélité britannique actuelle. Architecte de profession et amateur de Hi-Fi durant ses loisirs, il n'était pas satisfait de la plupart des amplificateurs commercialisés c'est pourquoi il en fabriqua un pour son usage personnel. Le résultat final fut si heureux qu'un ami commerçant lui suggéra de mettre en vente son amplificateur. Ainsi, Bill commença une longue marche bientôt devenue familière de commerçant en commerçant, qui se révélèrent réellement très intéres-

sés. Il fit ensuite ses premiers pas sur la route semée d'embûches qui mène à l'état de fabricant de Hi-Fi et créa Beard Audio.

A l'origine il dirigeait la compagnie de son domicile, mais Bill ne tarda pas à l'agrandir et il y a quelques années s'installa dans de plus vastes locaux. Ce déménagement s'avéra être une erreur d'appréciation, car le marché de la Hi-Fi traversait alors une rude période. A la même époque, la situation de la Livre causait à Bill d'énormes problèmes pour l'exportation. Il ne capitula pas mais tout projet semblait réellement vain.

Puis, le bail des locaux vint à expiration et Bill s'installa à nouveau chez lui où il continua de faire fonctionner son entreprise. « Depuis quelques temps est apparu un nouvel engouement pour les amplificateurs à tubes et dès lors j'ai trouvé que la vie redevenait plus facile. Ayant débuté avec une affaire qui fonctionnait à 90 % à l'exportation, je réussis à atteindre une part de 30 % sur le marché national contre 70 % à l'exportation, et j'étais convaincu que ces chiffres seraient bientôt de 40 contre 60 ».

Ce retournement de situation dans ses affaires obligea Bill à

**Page non  
disponible**

rechercher de nouveaux locaux et il les trouva à proximité de chez lui. L'ironie de cette histoire complexe est que Bill aurait pu assumer dans ces conditions la charge de la première société, telle est la loi de la vie dans le monde de la Hi-Fi.

Bill commercialisait ses nouveaux modèles après qu'un soin et une attention considérables aient été portés à leur réalisation.

«Un nouveau produit souffre toujours de maladies de jeunesse mais je crois qu'il faut vivre avec et revoir le produit jusqu'à ce que le besoin d'un nouveau modèle se fasse sentir. L'amplificateur de puissance par exemple, a été à l'origine conçu pour le marché américain qui nous avait demandé une plus grande puissance. C'est ainsi qu'il a été développé à partir du P 50 original mais sans conserver aucune ressemblance avec ce modèle puisque de nombreuses modifications ont dues y être apportées.» Explique-t-il.

Ceci est une indication sur la façon de voir de Bill qui cherche

toujours le moyen d'améliorer ses amplificateurs, le critère majeur étant la qualité sonore.

Bill croit que «cette technologie tient toujours la première place devant les composants discrets, ceci étant dû au fait que les tubes sont intensivement utilisés dans les domaines militaire et professionnel.»

Ce que Bill recherche lorsqu'il teste les tubes c'est premièrement de s'assurer qu'ils correspondent bien aux spécifications données pour ce modèle. Et, deuxièmement, de se rendre compte de leur sonorité, car les mêmes modèles issus de fabricants différents ont tous une sonorité particulière.

Il n'est pas aisé d'évaluer un tube pour un amplificateur puisque tous les autres composants du circuit peuvent altérer ou affecter le son. Ce qui signifie que plus que tout, la conception du circuit doit être reconsidérée. Dans un premier temps, Bill vérifie le nouveau tube dans le circuit existant. Puis, s'il désire pousser plus loin ses recherches,

il essaie de changer les condensateurs et les résistances afin de tirer le maximum du tube.

Bill a mis des mois à admettre qu'il n'était pas un homme d'affaires ni un gestionnaire, mais un passionné. «Je devrais vraiment être enfermé dans une petite pièce et être autorisé à écouter des tubes et à dessiner des circuits.»

Cet enthousiasme grandissant de Bill pour le tube est dû au fait qu'il trouve l'écoute nettement supérieure. Pour lui, avec les amplificateurs à composants discrets, on a tendance à seulement être assis face à la musique. Avec les tubes, dit-il, la musique vous enveloppe et vous interpelle, donnant à l'auditeur une impression de profondeur et de sensualité.

Des alternatives aux tubes et aux composants discrets ont été développées mais Bill Beard n'a pas encore trouvé la formule susceptible de détrôner le tube ; mais il ne prétend pas que le tube sera toujours la solution.

## Histoire d'une passion bien gérée

Il est peu de sociétés de la taille de Conrad Johnson Design qui aient su se hisser au premier rang des meilleures productions mondiales en audio. Il en est encore moins qui parviennent à s'y tenir contre vents et marées. Une place de leader n'est pas le fruit du hasard. Elle est le résultat de la combinaison harmonieuse de nombreux facteurs : des produits fiables et de qualité, une diversification de la production, une politique commerciale réaliste et des investissements importants. Tout cela animé par une idée directrice ou « philosophie » de la marque.

### Un peu d'histoire

A l'origine Bill Conrad et Lew Johnson sont deux diplômés d'économie politique dont un point commun est leur passion pour la musique et la haute-fidélité. En tant que musiciens amateurs, ils se sont fait une opinion exacte de ce que doit être la reproduction musicale. Ils ont en leur possession des électroniques à tubes : Dynaco pour l'un et Marantz pour l'autre. A l'époque, ils ont essayé des électroniques à transistors mais sont invariablement revenus au bon vieux tube. Cependant, le matériel en leur possession leur paraît souffrir de défauts tout en faisant

preuve de qualités certaines. De cette constatation à l'idée finale, il n'y avait qu'un pas : ils allaient construire leur propre électronique, à commencer par un préamplificateur. Comme par ailleurs, leurs carrières d'économistes ne les enchantaient guère, leur projet prit corps avec d'autant plus de facilité. La firme Conrad-Johnson Design Inc. fut fondée en juin 1977. En 1978, ils louent un immeuble à Fairfax (Washington D.C.) qu'ils occupent encore aujourd'hui. L'équipe de départ composée de trois personnes — Conrad, Johnson et un technicien nommé Bill Thalman — s'est agrandie pour



atteindre près d'une trentaine de salariés actuellement.

Le premier produit à voir le jour au terme de 18 mois de gestation est le préamplificateur PV-1. Celui-ci est d'abord vendu par correspondance. Puis le distributeur de Conrad-Johnson au Canada l'expose sur son stand au CES de Las Vegas en 1978. La presse spécialisée dans le haut de gamme s'en fait au même moment un écho favorable et Conrad-Johnson sort de l'ombre. En 1980, l'entreprise est bénéficiaire. En 1981, l'amplificateur de puissance Premier 1 est lancé. La firme CJD est définitivement placée sur les rails de la réussite. La presse underground consacre le Premier 1 comme le meilleur amplificateur de son temps. Il en sera vendu 250, soit un nombre considérable eu égard au prix de cet appareil.

Et puis les nouveautés, toutes à tubes, s'enchaînent. Le préamplificateur Premier 3 est mis sur le marché. Durant tout ce temps, Conrad et Johnson ont conservé leur place à la banque fédérale et travaillent le soir et le week-end dans leur compagnie. Finalement, ils quittent la banque en 1983, en ayant amassé un capital qu'ils vont réinvestir au sein de CJD. Cette précaution et leur connaissance approfondie des réalités économiques est une des clés de leur succès. L'industrie de la très haute fidélité est en effet sujette à bien des risques. La demande qui, déjà est faible dans ce domaine, subit des hauts et des bas au rythme des modes et il faut une grande souplesse de gestion pour y faire face.

## Des produits très diversifiés

A la ligne de préamplificateurs et d'amplificateurs à lampes bien connue dont les fameux MV-50 et PV-5, est venue s'ajouter une gamme d'électroniques à transistors Mosfet sous le vocable Motif. Le fleuron de cette

gamme est le couple préamplificateur double mono MC-7 et amplificateur MS-200. La ligne complète se compose de trois préamplificateurs et de trois amplificateurs.

S'y ajoute une gamme d'enceintes acoustiques baptisée Synthesis et dont le créneau est le milieu de gamme, peu encombré sur le marché américain. Les produits généralement importés dans ce secteur sont d'origine anglaise et leur rapport qualité/prix est fortement défavorable une fois traversé l'Atlantique. C'est aussi la raison pour laquelle les enceintes Synthesis sont uniquement destinées au marché intérieur américain et ce, d'autant plus qu'elles sont équipées de haut-parleurs Dynaudio et Focal.

Enfin, CJD s'est porté acquéreur de la société Sonographe, fabricant de tables de lecture de précision. On trouve sous cette marque la platine SG-3 à entraînement courroie, moteur synchrone 24 pôles et lourde contre-platine suspendue ainsi qu'un lecteur CD organisé autour d'une base Philips, le SD-1. Les circuits audio sont équipés

de transistors Fet et l'accent a été mis sur la chasse aux vibrations parasites.

## Une ligne directrice

Quel que soit le produit, il est un principe avec lequel CJD ne saurait transiger : les électroniques Conrad-Johnson s'adressent d'abord et avant tout à ceux qui désirent retrouver chez eux le frisson de la musique vivante. Toutes les recherches sont tendues vers un seul objectif : l'obtention de la meilleure qualité musicale. Et s'il faut pour cela étudier de nouveaux composants, qu'à cela ne tienne. Ainsi, CJD fait fabriquer des condensateurs au polypropylène ou au polystyrène selon ses propres spécifications. Leur prix paraît réhibitore à n'importe quel autre fabricant mais Bill Conrad et Lew Johnson n'en ont cure. Ce que l'acquéreur d'une électronique CJD doit acheter, c'est de la musique avec la garantie de posséder un appareil fiable et qui ne subira pas les revers de la mode. Cette approche très puriste et pourtant commercialement difficile nous paraît être à la base du succès de la philosophie Conrad-Johnson.



M. Lewis Johnson à gauche, Bill Conrad au fond à droite et Dave Fokos, concepteur des enceintes Synthesis, en grande conversation.

# Taiwan, les cercles d'initiation

« Nul n'est prophète en son pays ». Ce vieil adage prend tout son sens dans le cas de Jadis lorsque l'on sait que 99 % du chiffre d'affaires de cette société est réalisé à l'exportation, dont un tiers à Taïwan. Taïwan, grande île au large des côtes de la Chine, terre de miracles économiques et accessoirement paradis des audiophiles puisque là-bas, on affiche sa réussite à coups de systèmes d'écoute grandioses et délirants comme ici on le fait avec une belle voiture.

En France, il est peu de mélomanes assez fortunés pour consacrer une somme d'argent considérable à la réalisation d'un système sans compromis. Il y a bien quelques audiophiles passionnés qui n'hésitent pas, la fin justifiant les moyens, à empoigner le marteau et le fer à souder pour réaliser eux-mêmes le fruit de leurs fantasmes. Encore faut-il qu'ils fassent preuve durant de longs mois, voire des années, d'une volonté opiniâtre et sans bornes afin de déjouer les pièges qui se dressent sur le chemin qui les mène au Graal sonore. A Taïwan, point de cela. Lorsque le besoin d'un grand système se fait sentir, c'est un peu par goût, mais aussi beaucoup pour consacrer une réussite sociale, un signe extérieur de richesse en quelque sorte. Là-bas on achète un système clé-en-main comme par exemple un appartement. Mais pour cet appartement, imaginez que l'on fasse appel à un décorateur qui choisira les papiers, les meubles, le linge, la vaisselle et même ce qu'il y a lieu de mettre dans le congélateur. Eh bien, c'est un peu ce qui se passe sur un autre plan avec nos amateurs taïwanais. Et c'est cette manne que Jadis a eu l'intelligence de ramasser en faisant preuve d'un

remarquable dynamisme qui lui a valu en 1986 d'être classée première société exportatrice de la région Languedoc-Roussillon.

## Un club très sélect

Mais quelles sont les raisons du succès de Jadis à Taïwan ? Il en est une, simple et originale : la constitution d'un club. Des cercles d'audiophiles ont été formés à l'initiative de l'importateur, M. Stephen Chsu de la société Royce Management, dont le but est d'initier les nouveaux acquéreurs d'un système à l'art de la haute fidélité. Il faut savoir que ces personnes, pour fortunées qu'elles soient, en sont souvent à leur premier système à leur arrivée dans le cercle. Dans ce cas, la livraison d'un ensemble complet s'entend des sources jusqu'aux haut-parleurs mais comprend aussi le traitement acoustique de la salle d'écoute et la fourniture de quelques deux à trois mille disques et compacts.

L'initiation se déroule pendant les week-ends. Les membres du cercle se réunissent afin de faire découvrir au nouvel acquéreur ses appareils et le moyen de les exploiter au mieux. Chaque réunion a un thème, exemple :

- Réglage platine/bras/cellule.
- Initiation à la bonne utilisation du système (ampli, préampli et enceintes).
- Ecoutes critiques et initiation complète aux différentes musiques contemporaines et anciennes (classique, jazz, variétés...).

Ce cycle de réunions peut durer plus de six mois. A notre connaissance, il n'existe pas d'équivalent de ce type d'expérience, tout au moins en ce qui concerne la France et celle-ci mérite amplement d'être signalée.

## Le système de M. Chien

M. Chien Chern-Fei est l'un des 113 audiophiles bienheureux répertoriés par l'importateur M. Chsu. Son système est déjà considérable et pourtant il en existe de plus gros encore. Les sources sont une platine Thorens Référence sur laquelle sont montés trois bras, un Grado Signature, un EMT 929 et un SME 3012 équipés des cellules suivantes : Grado Signature 10 MR, Thorens MCH-1 et Ortofon MC 2000. Deux transformateurs, un Cotter et un Ortofon T 2000 réalisent l'adaptation MC/MM. On trouve également deux lecteurs CD, le Studer 727 et le Sony CDP-555 esd et son convertisseur séparé DAS-703 es ainsi qu'un magnétophone à bandes Studer A820. En lieu et place d'un préamplificateur, il est fait appel à une table de mixage Studer 962 qui attaque l'entrée d'un filtre actif à 4 voies Westlake SM-1X. Tous les amplificateurs sont bien entendu des Jadis : 2 JA 200, 1 JA 80 et 1 JA 30. Les enceintes sont des modèles professionnels Westlake SM-1F auxquelles ont été adjointes des pavillons Vitavox et 2 moteurs S3, 2 super-tweeters Coral H-100 et deux enceintes Hartley équipées de boomers de 60 cm de diamètre. Il est intéressant de noter que M. Chien a d'abord utilisé des électroniques Threshold à transistors avant de les changer pour les amplificateurs à lampes Jadis.

Bien que comparables par le recours à des moyens colossaux mis en œuvre pour tendre vers une certaine perfection sonore, les systèmes taïwanais et japonais sont assez différents dans l'esprit. Au Japon, réaliser un tel



*Vue partielle du système de M. Chien. Enceintes Westlake SM-1F : 2x38 cm Gauss + 2 moteurs JBL 375 (médium) et LE85 (aigu), pavillons Vitavox, tweeters Coral, enceintes Hartley au plafond, amplification Jadis, filtres actifs Westlake. A noter le traitement acoustique des murs et du plafond.*

système est l'aboutissement d'une quête longue et obstinée due à la volonté d'un perfectionniste. Il en va de même en France où quelques systèmes de ce type

sont patiemment mis au point par quelques audiophiles dont le but n'a rien à voir, comme à Taïwan, avec un souci de reconnaissance sociale alliée à un goût cer-

tain pour la musique.

Retenons tout de même l'excellence de ces systèmes et l'expérience unique des cercles d'audiophiles.

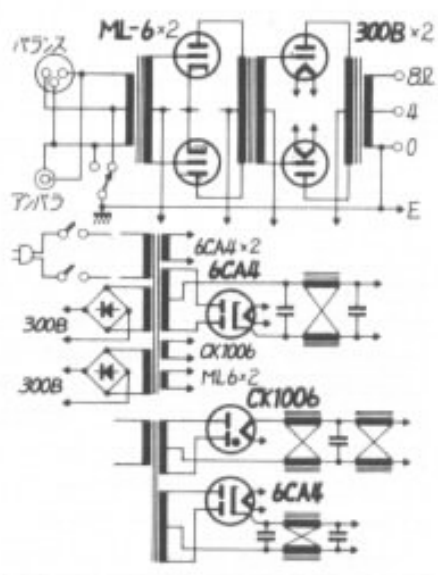
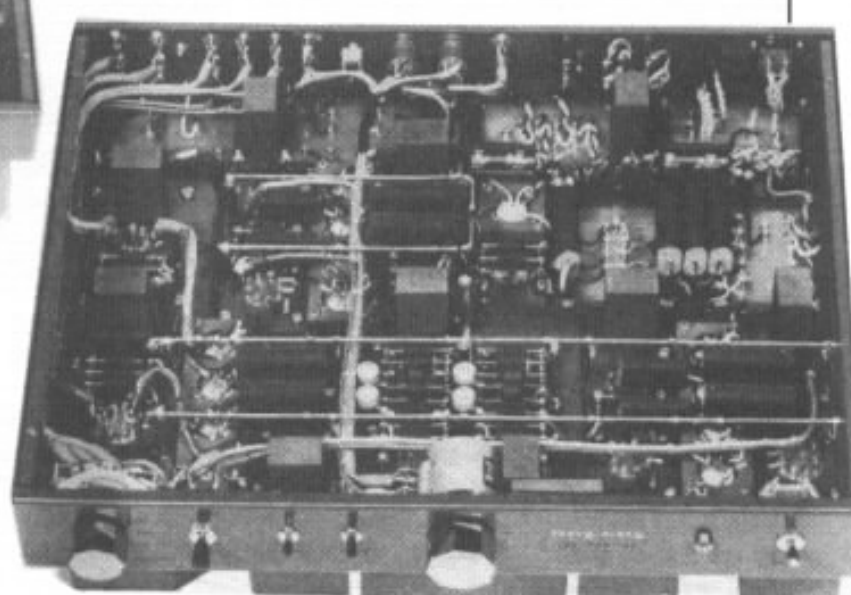
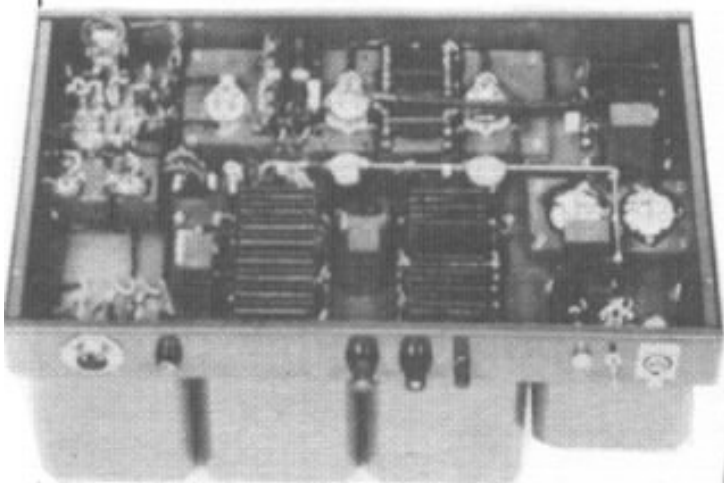
## 9 000 F le watt...

L'amplificateur Luxman MB-300 version monaurale à triode de puissance 300B apparaissait jusqu'ici comme l'un des plus chers au monde sur le plan du rapport yens par watt : 550 000 yens (au Japon), soit 22 000 F pour seulement 7 watts de puissance disponible. Ce qui revient environ à un coût de plus de 3 000 F par watt. C'est déjà beaucoup !

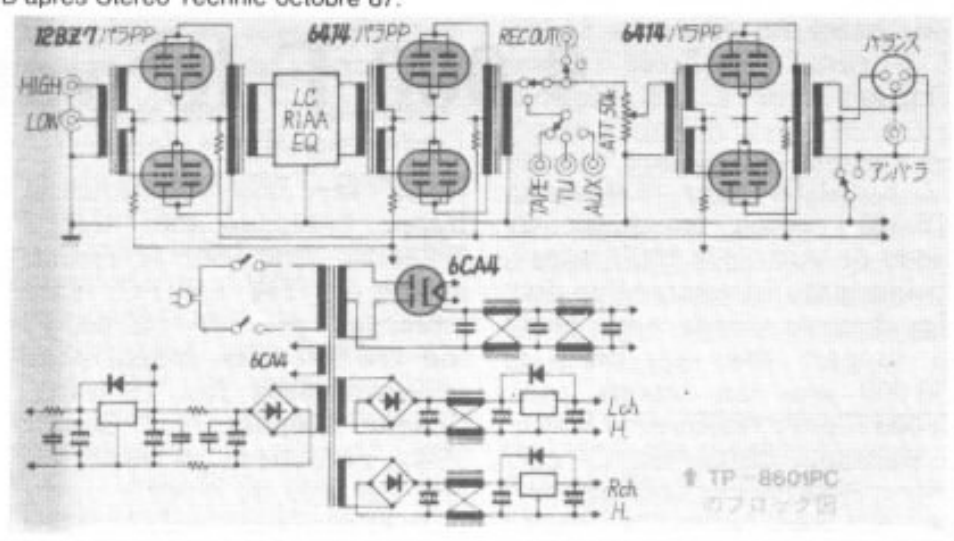
Pour une puissance disponible à peine supérieure, la petite

firme japonaise Audiotekné frappe beaucoup plus fort : 3 500 000 yens pour la version monaurale TM 8501PC. Ceci représente près de 140 000 F, soit 280 000 F en stéréo, pour seulement deux fois 15 watts. Chaque amplificateur pesant 35 kg, on obtient, en stéréo, un prix par kilo de 4 000 F et un prix par watt de plus de 9 000 F. De quoi tomber à la renverse. Selon Audiotekné, ce serait plutôt en écoutant cet amplificateur

qu'il y aurait de quoi tomber à la renverse. L'amplificateur de type push-pull avec triodes de puissance 300B Western Electric reprend le schéma de base des tous premiers montages push-pull : transformateur à entrée symétrique ou asymétrique, secondaire symétrique déphaseur attaquant deux triodes ML6. On trouve ensuite un nouveau transformateur driver push-pull attaquant les grilles des triodes 300B, lesquelles ont leurs plaques



D'après Stereo Technic octobre 87.



Amplificateur Audiotekné TM 8501 PC utilisant un push-pull de 300B et préamplificateur TP 8601 PC (colonne de droite). Coût de l'ensemble en stéréo... 400 000 F.

reliées à un transformateur de sortie push-pull. Dans le montage amplificateur, aucune résistance, aucun condensateur, aucune contre-réaction, uniquement des transformateurs de couplage et des tubes.

Le prix très inhabituel de cet amplificateur semblerait être, a priori, très surestimé. Il provient en fait de l'utilisation de transformateurs d'une qualité encore inconnue à ce jour que seule la tôle en Super Permalloy permet d'obtenir. On connaît déjà le prix de revient d'un petit transformateur pour cellule à bobine mobile utilisant des tôles de ce genre, en prenant pour exemple l'AT 1000 Audiotecnica. Sur chaque TM 8501 PC, il ne s'agit

plus de quelques dizaines de grammes mais de plus de 20 kg de Super Permalloy. Le résultat, en prix comme en qualité sonore, ce serait un peu comme si sur les haut-parleurs à ruban Apogée, on « s'amusait » à remplacer les aimants ferrite par des aimants osmium-bore (beaucoup plus puissants que les versions au samarium-cobalt). Et multiplier par 4 ou 5 la densité de flux (avec les conséquences subjectives que l'on s'imagine), le tout avec un prix sans doute 20 ou 30 fois supérieur. Jusqu'ici, la firme japonaise Kanno était la seule à proposer un transformateur de sortie à tôles ultra-fines en Permalloy (alliage à base de nickel et de fer) pour un prix avoisinant

les 10 000 F. On s'imagine les résultats qu'il doit être possible d'obtenir à partir de Super Permalloy (dont la perméabilité magnétique dépasse les  $10^6$  !) avec des dimensions de noyau aussi généreuses.

Cet amplificateur est précédé d'un préamplificateur suivant les mêmes idées, entièrement push-pull et symétrique (6 transformateurs de liaison par canal), avec correcteur RIAA passif à éléments LCR. Audiotekné va jusqu'à réaliser transformateurs d'alimentation et selfs de filtrage avec des tôles de même qualité, mais adaptées à cette utilisation. L'ensemble, en stéréo, vaut au Japon environ 400 000 F. Qui dit mieux ?

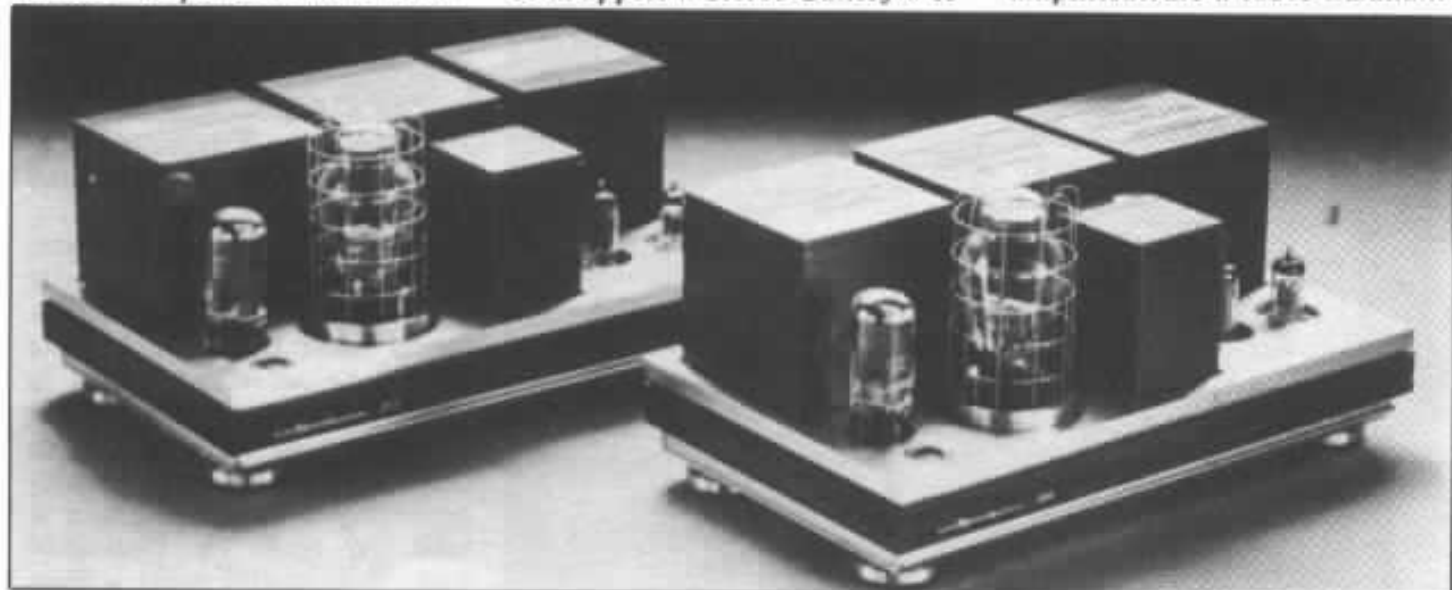
## WE 300B version Luxman

### Luxman MB 300

Cet amplificateur monotriode 300 B de Luxman existe au Japon depuis 1984. Il n'a encore jamais été exporté, ni aux USA, ni ailleurs. Construit pour satisfaire les demandes du marché local du haut de gamme, il n'est construit qu'en petite série. Son prix, au Japon est de l'ordre de 25 000 F la paire. Pour le réali-

ser, Luxman a dû passer une commande spéciale auprès de la Western Electric, ce qui permettra aux heureux clients de pouvoir obtenir plus tard des tubes de remplacement. Très grand spécialiste du transformateur de sortie, Luxman utilise ici une version de grand luxe pesant près de 12 kg. Le circuit est proche de celui appelé « Stereo Gallery » et

utilise les tubes 6AQ8, 12BH7 ainsi que la valve redresseuse 5U4GB. Les résistances surdimensionnées sont des versions Allen Bradley et les condensateurs de filtrage sont de type non polarisé à très faible fuite diélectrique. Il est fort regrettable que cet amplificateur ne soit pas exporté, de même que d'autres amplificateurs à tubes Luxman.



MB 300 Luxman.

# Fabrication d'excellence

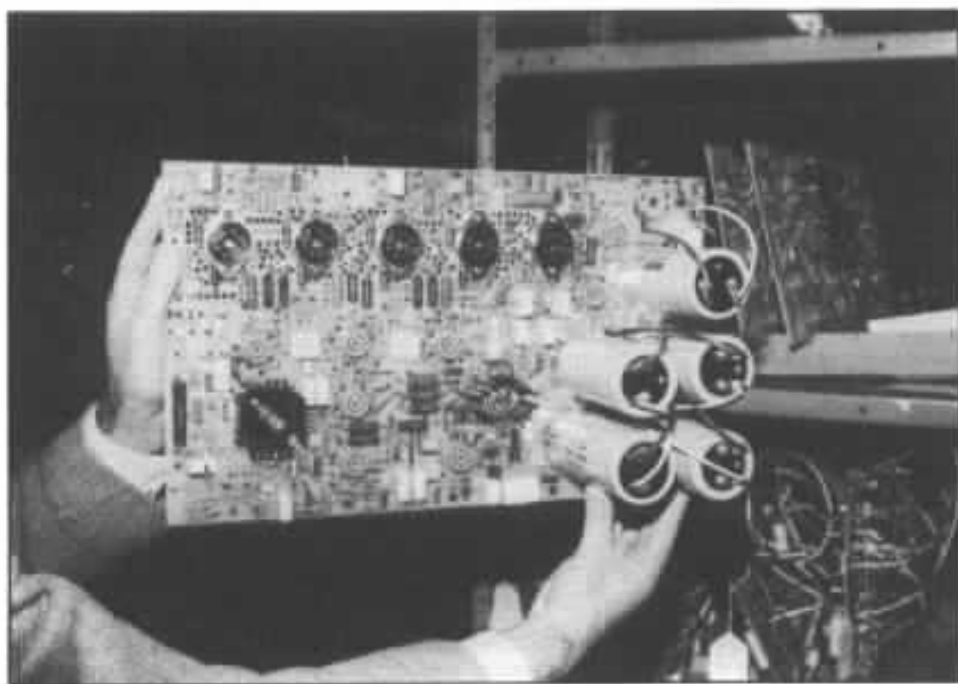
Il faut remonter près de dix ans avant la naissance de la firme Audio Research, fondée en 1970, pour comprendre le pourquoi d'un tel degré de perfection, de maturité dans la conception d'amplificateurs qui méritent pleinement l'appellation « High Definition ». Le terme haute définition, slogan de la firme Audio Research, avait déjà été appliqué près de dix ans auparavant par le célèbre William Z. Johnson sur des amplificateurs qui étaient à cette époque construits en petite série et vendus sous la marque Electronic Industries, une division de la People Incorporated, sise à Minneapolis, à quelques kilomètres de l'usine actuelle Audio Research. Au début des années 60, William Z. Johnson avait déjà conçu et même commercialisé un amplificateur qui était pratiquement à la hauteur du D 79 actuel. Il s'agissait du Dual 100. Comme le montre la publicité de l'époque, cet amplificateur de  $2 \times 75$  watts utilisait déjà des alimentations réglées très sophistiquées sur

châssis séparé. Pour les étages de puissance, Johnson consacrait même 4 tubes 6550 rien que pour la régulation de la haute tension des étages de puissance. Sur chaque étage se trouvaient des réglages individuels et des bornes-test assurant ainsi des performances indépendantes des tolérances propres à chaque tube.

Vingt ans après la disparition presque totale des tubes dans les applications audio, Audio Research continue de persévérer dans cette voie en améliorant sans cesse les performances objectives et subjectives de ses amplificateurs. En poussant aussi loin le degré de perfection de ses amplificateurs, il aurait dû en résulter la mise au point de produits extraordinaires mais quasi-invendables car beaucoup trop onéreux. Mais on retombe ici sur le paradoxe des réalisations ultra-perfectionnées dont le succès commercial s'étend sur plusieurs décades. L'usine Audio Research, avec ces 200 mètres de façade, continue de s'agrandir. Il est très rare de trouver chez un

constructeur d'amplificateurs à tubes des laboratoires aussi bien équipés et surtout des auditoriums dans lesquels sont disponibles les meilleurs maillons anciens et actuels. Avec ses 10 000 m<sup>2</sup> consacrés uniquement à la conception et à la fabrication en petite et en moyenne série d'amplificateurs à tubes, Audio Research est la plus grande usine au monde. Chez Audio Research, pas de chaîne de montage traditionnelle mais des petites sections montant de A à Z un modèle donné. C'est en visitant différentes usines et ateliers dans lesquels sont construits les amplificateurs à tubes que l'on pourra constater avec quel soin les tubes sont testés, triés, appariés, pré-vieillis. C'est ce tri serré, ce passage au tamis à mailles serrées qui garantit le minimum de dispersions objectives comme subjectives ainsi qu'une grande fiabilité. Il est rare également de trouver des fabrications aussi soignées que celles d'Audio Research, de voir avec quel soin chaque soudure est faite, avec quel soin chaque circuit est nettoyé après l'opération de soudure, sans parler des heures interminables consacrées aux mesures de chaque appareil. C'est également grâce à l'utilisation de nombreux gabarits qu'il est obtenu sur les mêmes séries des câblages rigoureusement identiques.

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



**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**



**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

**Page non  
disponible**

# Retour sur la platine Verdier

Jean-Constant Verdier

*Relancer en toute petite série la platine Verdier tient du paradoxe alors que le disque compact ne cesse de s'imposer face au disque noir. Certains y verront un goût immodéré pour les vieilleries, une négation du progrès, d'autres un des derniers soubresauts de la lecture analogique laquelle, à l'image du tube, refuse de mourir... Peut-être. Toujours est-il que le « petit quelque chose » qui plaide encore en faveur de l'analogique, auprès d'une clientèle passionnée et exigeante, mérite bien que l'on pousse cette technique à ses limites. Ne serait-ce que pour avoir un point de repère pour la technique numérique qui, elle, n'a pas encore atteint sa pleine maturité, cette démarche serait déjà grandement justifiée...*

Nous remettons en fabrication une petite série de platines — ma platine —, appelons-la « platine Verdier » car, grâce aux bons soins de *L'Audiophile* la voilà ainsi consacrée ! Il est bien doux de voir son nom attaché à un objet révérend par un petit cercle d'amateurs. Non ! je n'échangerais pas un tel honneur contre celui — parfois sans grand lendemain — de désigner une rue, un square, une impasse... Ah ! Si c'est pour une très grande avenue — et très bien

située — alors, peut-être je préférerais...

Ces platines seront sensiblement différentes de celles construites au début de la décennie. Les explications qui suivent dans ce bref article ont pour but de vous tenir informés des raisons qui nous ont incités à apporter ces modifications.

## Le moteur

Le moteur est la seule partie de l'ensemble ayant fait l'objet

d'une mutation totale. Les premières platines étaient animées par un moteur à aimant permanent à 24 pôles alimenté par le secteur sans l'intervention de la moindre électronique. Cela présentait un immense avantage, la vitesse de rotation rigoureusement synchronisée sur la fréquence d'alimentation était parfaitement stable, si l'on ne tient pas compte des variations très petites et très lentes du secteur 50 Hz. En contrepartie, les précautions d'emploi étaient des



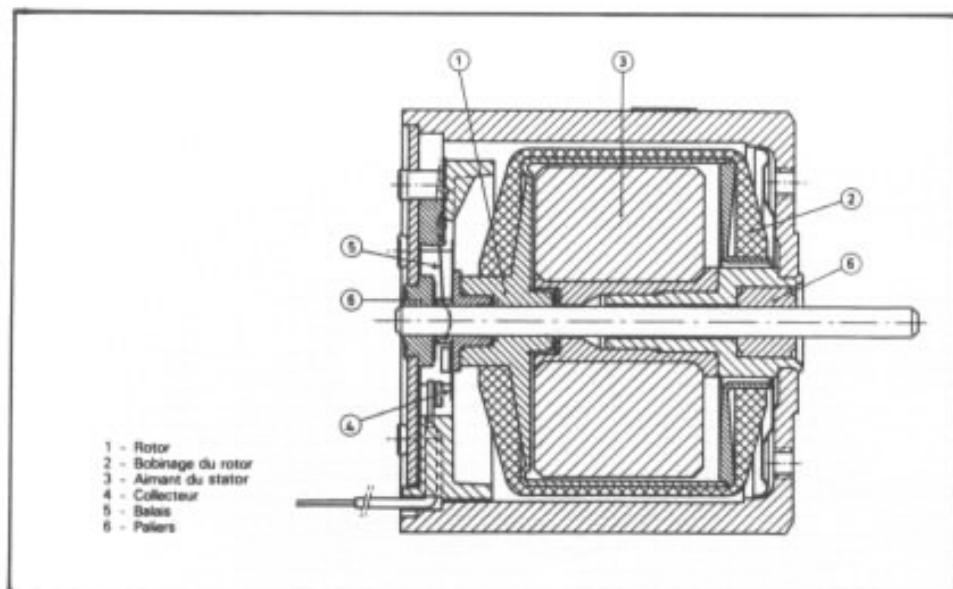


Fig. 1 : Vue en coupe montrant le principe du moteur à rotor sans fer retenu dans la dernière évolution de la platine.

plus contraignantes. Pour juguler les vibrations du moteur, un bloc de fonte d'un poids de 10 kg était nécessaire. L'ajustage de la vitesse de rotation ne pouvait être obtenue que par l'usinage à un diamètre précis de la poulie du moteur rendant par ailleurs toute variation volontaire impossible, de même le passage de 33 à 45 tours se faisait manuellement en changeant la position de la courroie dans les gorges de la poulie. A côté de ce manque de commodité cohabi-

tait un défaut plus insidieux qui, l'expérience aidant, a été démasqué. Il s'agit de l'entraînement par courroie plate et rectifié. Le défaut ne se situe pas dans le principe qui demeure excellent, mais dans l'impossibilité matérielle de réaliser une courroie de grande longueur permettant d'éloigner le moteur de l'ensemble de lecture. Ainsi le filtrage des inévitables bruits résiduels du moteur n'est pas aussi parfait qu'il serait souhaitable. En revanche un entraînement par fil

libère la contrainte de la longueur et autorise la disposition éloignée du moteur. Il faut toutefois préciser qu'une différence audible n'apparaît que lorsque le système complet est de très haut niveau de qualité et particulièrement soigné sur le paramètre du rapport signal/bruit.

Des différentes observations contenues dans ce préambule découle le double choix du moteur à courant continu et de l'entraînement par fil. Le moteur choisi ne brille pas par des dimensions imposantes, tout au contraire, il est minuscule : diamètre et hauteur font 40 mm. Les qualités tout à fait remarquables de ce moteur sont bien cachées sous ce modeste habillage. Il s'agit d'un moteur à rotor sans fer, la figure 1 nous en montre le principe.

Le rotor 1 comporte uniquement un bobinage supporté par une carcasse creuse en plastique moulé. Les spires du bobinage sont disposées obliquement et coupent en permanence le flux magnétique de l'entrefer entre la carcasse 2 et l'aimant 3, tous deux immobiles. Il en résulte un couple pratiquement constant sur un tour alors que le moteur

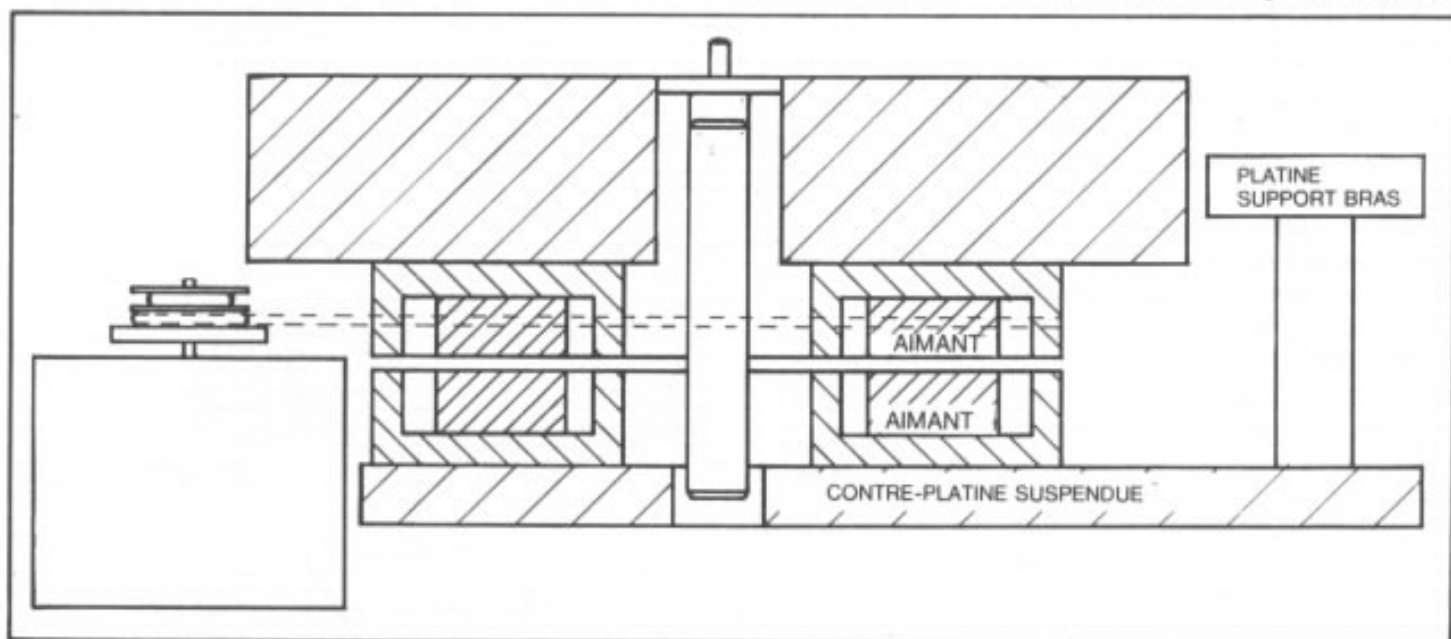


Fig. 2 : Principe de la répulsion magnétique utilisé pour la suspension du plateau. L'entraînement est effectué par fil sur la périphérie du plateau.

précédemment utilisé (aimant permanent à 24 pôles) progressait par impulsions successives 24 fois par tour. L'aimant du moteur est de type métallique 3 cela procure un couple étonnant en regard de la taille du moteur. Cet aimant cylindrique est maintenu par une broche sertie à la carcasse 7 et laisse libre passage à l'axe du moteur, soutenu à ses extrémités par des paliers 6 auto-lubrifiants en bronze fritté. La commutation est particulièrement soignée. Elle comporte un collecteur plat à secteurs et des balais métalliques à 3 brins. Le modèle retenu est spécialement équipé d'un collecteur et de balais plaqués or, assurant une bien meilleure régularité que les modèles standards du catalogue. En fonctionnement, ce moteur s'avère particulièrement silencieux et exempt de vibrations.

L'autre caractéristique importante de ce moteur résulte de son rendement important qui lui confère une vitesse de rotation directement proportionnelle à la tension d'alimentation. Il suffit de réaliser une alimentation stabilisée performante pour obtenir une régularité de vitesse au-delà de toute critique. On l'obtient avec un régulateur intégré de précision monté en boîtier métallique T03.

L'ensemble moteur/alimentation/régulateur est contenu dans un boîtier en tôle d'acier de 25/10<sup>e</sup> d'épaisseur dont l'intérieur est traité avec des matériaux absorbants et dont la base est constituée d'un empilement de tôles également en 25/10<sup>e</sup> pour obtenir stabilité et amortissement. Le tout repose sur une épaisseur de feutre collée sous le socle et procurant une bonne liaison avec le meuble recevant l'ensemble de la platine. Les commandes regroupées sur la façade du boîtier se limitent au minimum en incluant toutefois des ajustages fins de la vitesse séparés pour 33 et 45 tours.

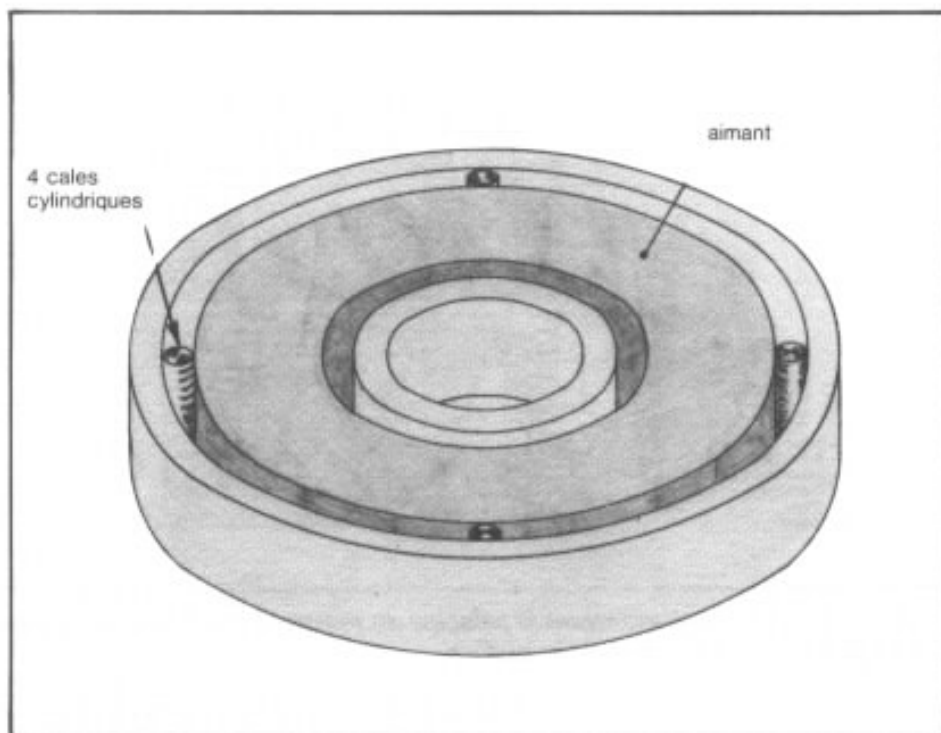


Fig. 3: Le circuit magnétique est composé de deux pièces en acier doux de dimensions identiques à l'intérieur desquelles sont positionnées les imposantes bagues de ferrite.

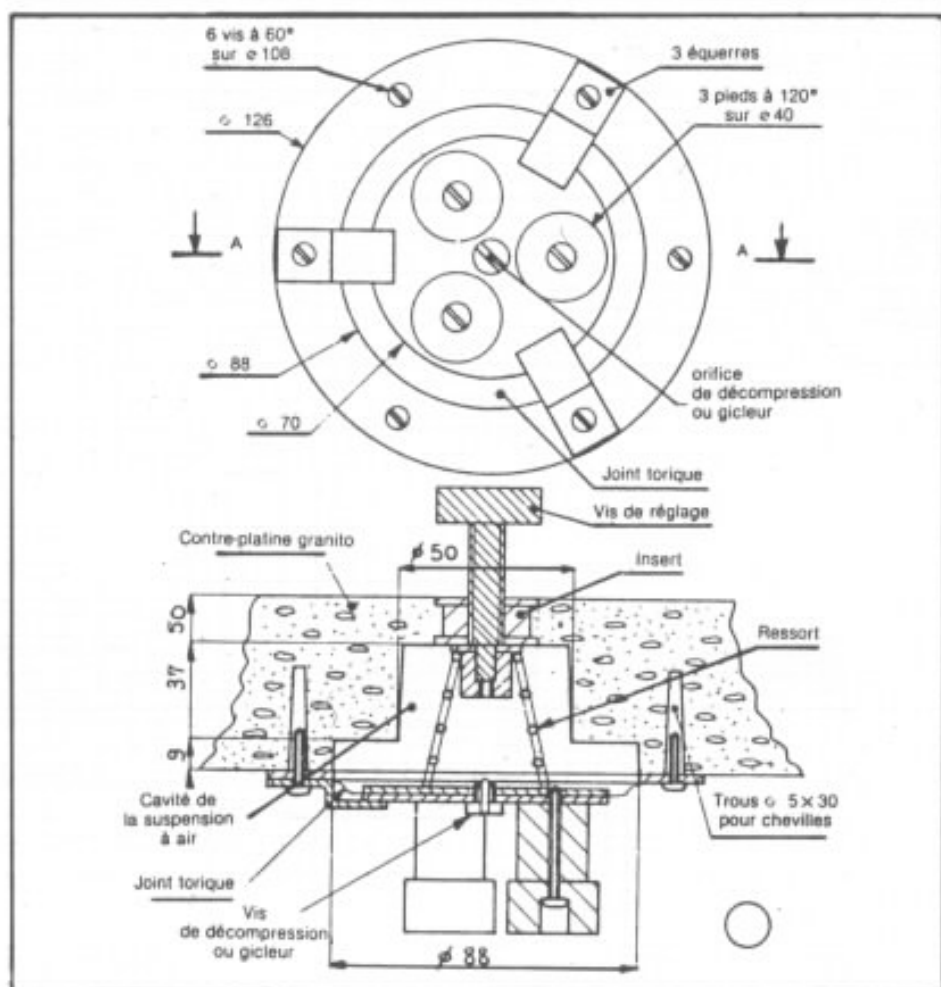


Fig. 4: Vue d'ensemble d'un des trois éléments de suspension.



*Fig. 5 : La platine Verdier version 87 avec son nouveau bloc moteur. L'entraînement par fil offre de nombreux avantages par rapport à la courroie. La courroie, de par son élasticité, est le siège de propagation de vibrations longitudinales provoquant un entraînement par à-coups (phénomène de traction-extension), en outre sa fabrication est extrêmement délicate pour offrir une fluctuation inférieure à 0,2 %. En outre, le glissement du fil sur la périphérie du plateau qui pourrait être considéré comme un défaut est en fait un point fort car il participe à « lisser » l'entraînement.*

## Le support de bras

Le premier support de bras se voulait universel. Le nouveau sera désormais spécialisé pour le montage du seul SME 3012.

Sa réalisation fait appel à un bloc massif de dural AU4G usiné aux cotes de l'embase du bras SME et c'est sous cette forme qu'il est présenté sur les photographies illustrant cet article. Toutefois il semble préférable de supprimer l'embase du bras SME qui manque de rigidité et de monter son axe vertical directement dans un simple alésage cylindrique aménagé dans la masse du support. Cette dernière solution sera surtout retenue dans le cadre d'un travail d'affinage sur le bras, comprenant un recâblage et divers dispositifs d'amortissement.

## La contre-platine et le plateau

Ces éléments essentiels ne reçoivent aucune modifications dans la forme ou le choix des matériaux utilisés. Il a semblé important de les préserver tels qu'ils furent au moment de leur première mise au point tant la qualité des résultats obtenus a été unanimement reconnue.

Le plateau en dural AU4G conserve les mêmes dimensions et est suspendu par une paire d'aimants montée dans des circuits magnétiques en fonte douce usinés. La contre-platine en grnito comporte trois amortisseurs à air éventuellement réglables en hauteur et en efficacité. Tous ces détails sont rappelés par les figures extraites des nos 14 et 15 de *L'Audiophile*.

## En guise de conclusion

Au début des années 80, la platine Verdier avait conquis plusieurs dizaines d'acheteurs. Est-il besoin de préciser qu'il s'agit là d'audiophiles heureux jouissant des prestations d'un matériel de toute première qualité et voyant leur investissement se réévaluer au fil des années. En effet, nous savons bien que la dernière platine de cette première série, conservée par la Maison de L'Audiophile et trônant en vitrine, bien que n'étant pas à vendre, a été l'objet de propositions d'achat à des prix souvent parfaitement déraisonnables mais situant bien le niveau de qualité du produit.

Aujourd'hui nous lançons une souscription pour la fabrication de dix nouvelles platines, espérons que ce flot de marchandises ne fera pas chuter les cours !...