

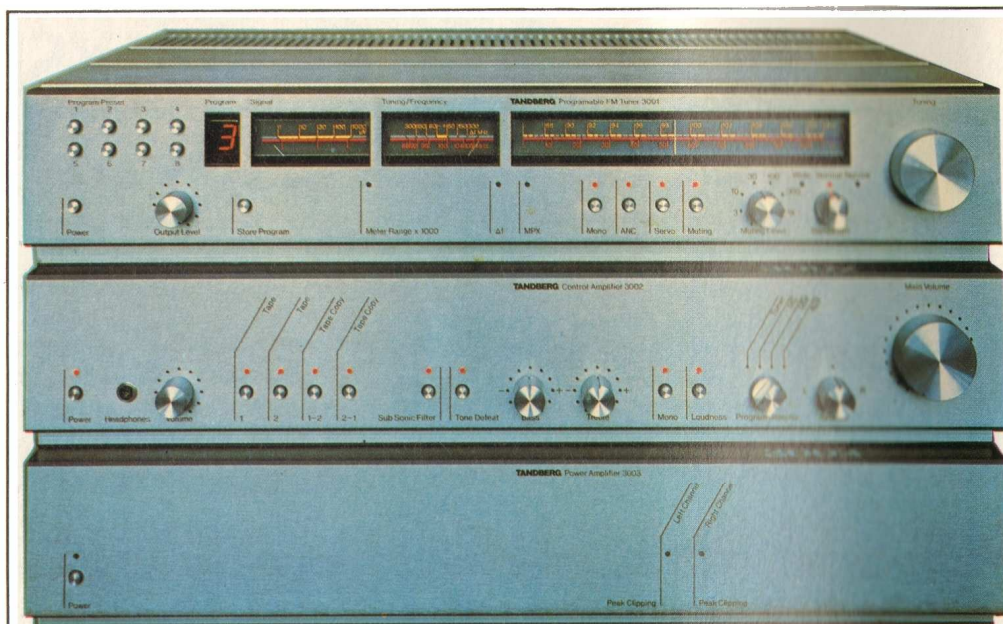
1980

NOTRE DECIBEL D'HONNEUR ALA CHAINE TANDBERG 3000

La série 3000 de Tandberg est composée du préamplificateur 3002, de l'amplificateur de puissance 3003 et du tuner 3001.

Nous avons décerné notre décibel d'honneur à cet ensemble pour l'intelligence de conception des circuits, les performances mesurables «incroyables», mais surtout l'écoute tout à fait remarquable quel que soit le type de transducteur utilisé.

Les ingénieurs de Tandberg se sont attachés à résoudre les véritables problèmes de traitement des signaux HF et BF sans se laisser influencer par certaines modes passagères qui n'apportent pas de véritable résultat correct aux mesures et à l'écoute.



Chaque élément de l'ensemble 3000 est de dimensions identiques : largeur au standard 19" pour une hauteur de 8,3 cm et une profondeur de 35 cm.

La ligne de ces appareils est réhaussée par des façades gris acier anodisées finement polies avec inscriptions sérigraphiées noires. Les coffrets sont en aluminium (et non en vulgaire tôle) de 2 mm d'épaisseur de couleur gris argent. Aucune déformation mécanique n'est à craindre de ces sobres coffrets dont l'assemblage est d'une précision totale.

Sur option, deux types différents de joues latérales peuvent être adoptées : soit des plinthes en altuglass fumé, soit deux poignées latérales de mise en place en rack 19".

Tuner 3001

Le tuner 3001 est un tuner FM à 8 stations programmables avec rappel digital du numéro de la station choisie, sélectivité commutable, seuil de muting ajustable et contrôle permanent de la dérive de fréquence.

Au cours d'une visite aux usines Tandberg en Norvège, à proximité d'Oslo, nous avons pu rencontrer les ingénieurs qui ont créé ce tuner. Le point de départ de leurs études était de réaliser des circuits de réception, non seulement sensibles mais surtout possédant une excellente sélectivité (séparation entre chaque station) avec un bruit de fond très faible et un temps de propagation de groupe constant pour ne pas modifier les timbres, conjointement à un faible taux de distorsion.

Après plusieurs essais de circuits expérimentaux le principe digital a été adopté pour la mise en mémoire des 8 stations préréglées en plus du système d'accord principal manuel avec décodeur à composants discrets et 3 filtres de sélectivité.

Le circuit d'entrée est de type à 8 cages. Des diodes à capacité variable dont la tension continue est contrôlée sont utilisées comme éléments d'accord. Dans les étages radiofréquences et mélangeurs, des transistors MOS FET double porte à faible bruit de fond sont adoptés. Pour éliminer tout problème de tracking dû à un niveau de signal trop élevé à l'antenne, l'oscillateur est totalement isolée par deux étages «buffers». Ils optimisent les performances en matière de rapport signal/bruit.

Le circuit de préréglage des 8 stations consiste en un système basé sur la synthèse de tension conjuguée avec un circuit à boucle asservie pour obtenir le meilleur rapport signal/bruit possible avec une stabilité en fréquence remarquable.

La tension continue exacte pour les diodes varicap est obtenue de manière digitale sous forme d'impulsion générée et intégrée.

Le système de mémoire globale comporte les étages suivants : la présélection avec encodage pour 8 stations ; la mémoire électronique ; le circuit de contrôle ; le microprocesseur à 12 bits et les circuits logiques additionnels.

L'unité de programmation travaille de la manière suivante : dès que le tuner 3001 est mis sous tension il commute

Préampli Tandberg 3002

SECTION PHONO AIMANT MOBILE

Sensibilité

2 mV pour 140 mV en sortie

Impédance de charge

47, 33, 100 k Ω , 20, 120, 350 pF

Seuil de saturation

pour un niveau de sortie 20,5 V

(tension maximale avant écrêtage

suivant la fréquence,

tenir compte de la correction RIAA)

40 mV à 50 Hz

295 mV à 1000 Hz

2150 mV à 15000 Hz

Ecart de gain inter-canaux

0 dB

Rapport signal sur bruit non pondéré à 1 kHz

Pour un signal d'entrée de 2 mV

10 mV

295 mV

69 dB linéaire

82 dB linéaire

100 dB linéaire

Distorsion par harmoniques pour 1 V en sortie étage RIAA seul

à 50 Hz pour 1 V en sortie

0,04 %

0,018 %

à 1 kHz pour 1 V en sortie

0,09 %

0,027 %

à 15 kHz pour 1 V en sortie

0,095 %

0,029 %

SECTION AUXILIAIRE

Distorsion par harmoniques pour 1 V en sortie

à 20 Hz pour 1 V en sortie

0,005 %

non

à 1 kHz pour 1 V en sortie

0,0052 %

non

à 20 kHz pour 1 V en sortie

0,007 %

non

mesurable

DISTORSION PAR INTERMODULATION

60/10 000 Hz

non

non

mesurable

mesurable

Amplificateur Tandberg 3003

N° 0211

PUISSANCE

Les deux canaux en service

sur charge de 8 ohms

à la limite de l'écrêtage à 1000 Hz

tension d'alimentation nominale : 220 V

150 W

150 W

DISTORSIONS

Par harmoniques

130 W à 40 Hz

0,008 %

0,0065 %

130 W à 1 kHz

0,009 %

0,0068 %

130 W à 20 kHz

0,035 %

0,0235 %

70 W à 40 Hz

0,0043 %

0,004 %

70 W à 1 kHz

0,0050 %

0,004 %

70 W à 20 kHz

0,0175 %

0,0165 %

1 W à 40 Hz

0,0057 %

0,0052 %

1 W à 1 kHz

0,0060 %

0,0055 %

1 W à 20 kHz

0,0130 %

0,01 %

Par intermodulation

Pour une combinaison de fréquences

dans un rapport de 4 à 1

(60 Hz/6666 Hz)

130 W

0,0125 %

0,012 %

70 W

0,0059 %

0,0058 %

1 W

non

non

mesurable

mesurable

RAPPORT SIGNAL SUR BRUIT

Non pondéré à la puissance nominale

95 dB

95 dB

DIAPHONIE ENTRE VOIES

Pour une tension d'entrée de 1 V

A 1 kHz

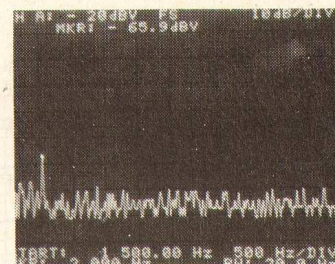
48,5 dB

A 10 kHz

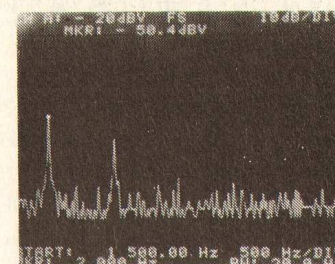
52 dB

A 40 Hz

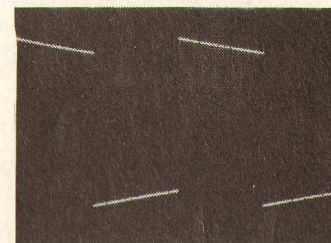
48 dB



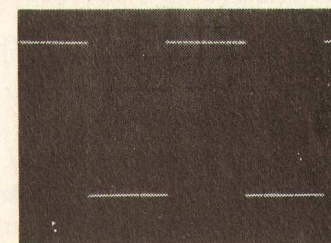
Spectre de distorsion 8 Ω /5 W



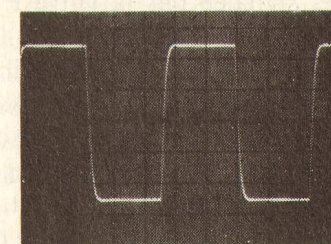
Spectre de distorsion sur charge complexe.



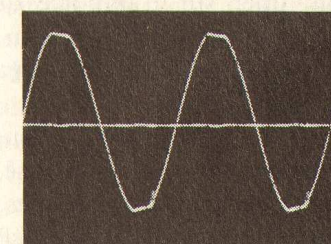
Signal carré 40 Hz



Signal carré 1 000 Hz

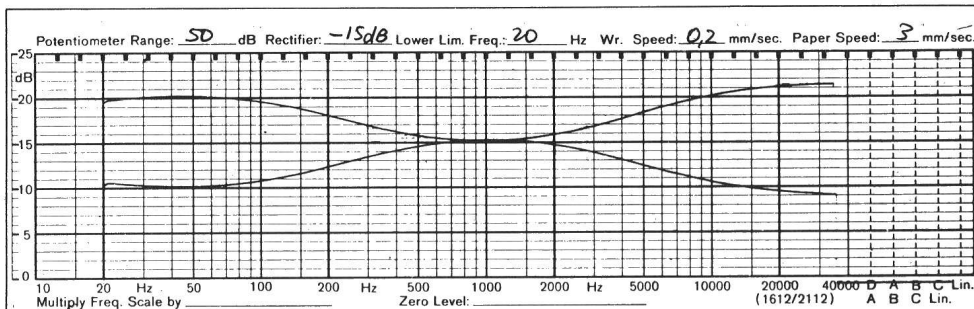


Signal carré 20 kHz



Ecrêtage à 40 Hz

TANDBERG 3000 (décibel d'honneur)



Action des correcteurs de tonalité.

Tuner Tandberg 3001

N° 00159

RAPPORTS SIGNAL SUR BRUIT MONO

Niveau Ant.	1 μ V	10 μ V	100 μ V	1 mV
A	32 dB	50 dB	65 dB	80 dB

STEREO (voie gauche seule)

Niveau Ant.	1 μ V	10 μ V	100 μ V	1 mV
A	36 dB	54 dB	70 dB	

RAPPORT SIGNAL SUR BRUIT ABSOLU

65 dBf 0,5 mV

Mono

93 dB

Stereo

80 dB

(données du constructeur avec cage de Faraday)

DISTORSION HARMONIQUE

MONO

A 1 kHz 65 dBf

0,05 %

STEREO

A 1 kHz 65 dBf

0,05 %

SEPARATION DES CANAUX STEREO

A 100 Hz

50 dB

A 1 kHz

60 dB

A 10 kHz

50 dB

SUPPRESSION PORTEUSE 10 kHz

95 dB

automatiquement en recherche manuelle, signalée par la lettre F inscrite sur l'afficheur digital.

Pour programmer une station il suffit de s'accorder manuellement sur la station désirée, d'appuyer sur l'un des 8 boutons de présélection et d'engager le bouton «stone programm». La lettre P clignote révélant que la fréquence de la station se mémorise de manière digitale. On peut ensuite accorder manuellement le tuner sur n'importe quelle autre station ou rappeler la station présélectionnée dont le numéro apparaît sur l'afficheur digital.

Le circuit de sélectivité de fréquence intermédiaire peut être commuté sur trois largeurs de bande différentes.

Sur la position large un filtre classique à six pôles intervient. Dans la position normale c'est un filtre à 20 pôles à

phase linéaire qui détermine la largeur de bande. Sur la position étroite, le filtre à 20 pôles est suivi par 2 filtres céramiques soit au total une sélectivité qui peut s'élever à 125 dB à ± 300 kHz.

Le limiteur consiste en 7 étages d'amplification différentielle. Il procure ainsi une parfaite suppression de l'AM et une bonne réjection des interférences et assure un niveau de sortie constant sur toute la largeur de la gamme dynamique du signal d'entrée.

Le décodeur stéréophonique est réalisé à partir d'éléments discrets. On pourrait s'en étonner vue l'éventail de circuits intégrés actuellement disponibles qui peuvent remplir cette fonction. Les ingénieurs de Tandberg ont une réponse : tous les circuits intégrés de décodage sont limités dans la transcription intégrale du signal FM transmis.

Ainsi n'ont-ils voulu aucun compromis sur ce point et ont-ils réalisé un décodeur à circuits discrets qui peut afficher un taux de distorsion par harmoniques de 0,008 % pour 100 % de modulation et 150 mV de signal d'entrée, en stéréo, un rapport signal/bruit dans les mêmes conditions de 99 dB ! La séparation peut monter à 80 dB à 1 kHz. Mais ce décodeur a aussi été conçu pour n'avoir aucun phénomène de battement ou d'effets d'intermodulation au cours des opérations de démodulation du signal FM.

Autre particularité de ce décodeur, le circuit de suppression automatique du bruit de fond ANC pour une amélioration du rapport signal/bruit en stéréo par réduction de la séparation des canaux quand le niveau du signal reçu à l'antenne décroît (50 dB de signal/bruit obtenu avec seulement 7 μ V à l'antenne et une séparation réduite seulement de 10 dB).

D'autre part la réponse en phase est plus précise grâce à un filtre multiplex du 7ème ordre.

Le 3001 est un tuner sans compromis même au niveau de ces indicateurs d'accord. En effet, le galvanomètre indicateur de puissance du champ émis a une gamme de lecture très large puisqu'elle s'étend de 0,3 μ V/75 ohms à 1 000 μ V/75 ohms sur la gamme 1 et commute automatiquement sur la gamme 2 de 0,3 mV à 1 000 mV. Une diode LED révèle l'échelle utilisée.

Le galvanomètre d'accord précis à zéro central a une double fonction. En réglage manuel il révèle la précision de l'accord, en présélection la fréquence de la station.

Le circuit de muting silence interstation commute 3 circuits différents quel que soit le seuil ajustable d'intervention.

Le premier circuit réagit à proximité de la fréquence centrale pour supprimer les pops extrêmes graves.

A ± 70 kHz d'excursion de bande le deuxième circuit muting supprime le signal. En dehors du passe bande, le troisième circuit élimine tous les bruits.

Enfin un circuit de contrôle automatique de fréquence bloque le réglage sur la station, mais n'a aucune action dès que le processus de réglage automati-

que est déclenché et dès que l'on touche au bouton d'accord manuel. Le niveau de sortie est aussi ajustable de 0 à 1,5 V pour niveler toutes différences par rapport à d'autres sources.

La construction est très rigoureuse avec un blindage systématique contre les rayonnements et une rigueur exemplaire dans l'alignement des composants.

Préamplificateur 3002

Le préampli 3002 a bénéficié du même soin que le tuner pour avoir une grande souplesse d'emploi en fonction des sources à traiter. Ainsi on trouve toutes les possibilités de traitement de deux sources phono magnétique l'une à bobine mobile, et l'autre à aimant mobile, deux sources haut niveau tuner et auxiliaire, deux magnétophones avec possibilité de copie de l'un vers l'autre dans les deux sens, et naturellement les corrections grave aigu séparées pour les deux canaux, conjugués avec un circuit de mise en ou hors service pour comparaison instantanée. En dehors de ces possibilités désormais classiques signaux : une prise casque reliée à un amplificateur indépendant de 330 mW de sortie sur une charge 470 ohms avec réglage de niveau indépendant, un correcteur physiologique très efficace, un filtre pour couper toutes fréquences infrasonores, et un contrôle de volume sonore très précis pour un équilibre parfait entre les deux canaux et un minimum de bruit de fond.

La technologie de ce préamplificateur mérite que l'on s'y attarde. En effet on ne compte pas moins de 24 étages d'amplification, 4 alimentations stabilisées, toutes protégées contre les court-circuits. De nouveau les ingénieurs de Tandberg ont rejeté l'utilisation de circuits intégrés parce qu'ils ne répondaient pas au standard de spécifications désirées. Aussi dans le 3002, 116 transistors spécialement sélectionnés sont employés comme éléments actifs. Ces transistors de la dernière génération ont des caractéristiques de très faibles bruits de fond, même avec une source de haute impédance. La capacité dynamique de ces amplis est très large avant saturation. Toutes les résistances dans les étages d'entrée sont

de type de très faible tolérance, et faible bruit de fond. Pour assurer un minimum de distorsion jusqu'à l'écrêtage, les étages d'amplification doivent délivrer un courant suffisant, ceci est la raison de l'emploi d'étages de sortie push pull qui garantissent aussi une faible impédance en sortie ainsi qu'une excellente séparation des canaux, même dans les fréquences élevées. A toutes les entrées, des étages buffers séparés évitent et éliminent tous les bruits de commutation d'une source à l'autre. Naturellement, tous les étages sont de type à courant continu symétrique.

Le préampli pour cellule à aimant mobile bénéficie d'un étage buffer et d'une égalisation passive pour les hautes fréquences. L'étage buffer avec un gain de 18 dB isole la cellule du circuit d'égalisation et procure un rapport signal sur bruit maximum. Le point fort de cet étage est son niveau admissible très élevé 2,5 V RMS à 20 kHz !

La courbe d'égalisation est maintenue selon le standard RIAA à $\pm 0,2$ dB cela grâce à des résistances et capacités dans la boucle de contre réaction de tolérance 1 %, la vitesse de montée de cet étage dépasse les 300 V/ μ s. L'étage bobine mobile est optimisé.

La résistance de charge est ajustable par l'intermédiaire d'un sélecteur placé à côté des entrées Cinch à 33, 47, 100 k Ω ainsi que la capacité 22, 120, 350 pF. Ainsi en fonction des caractéristiques fournies par le constructeur de la cellule on peut être sûr d'une réponse en fréquence dans l'aigu parfaitement linéaire.

L'étage bobine mobile est prévu pour des cellules dont l'impédance interne va de 30 à 100 Ω . Cependant des cellules de plus faibles impédance peuvent être utilisées sans aucun problème. L'ampli pour cellule à bobine mobile consiste en 11 transistors par canal, tous sélectionnés pour un minimum de bruits de fond et une vitesse de montée très élevée.

Les circuits de réglage de tonalité sont prévus pour une action de ± 10 dB à 50 Hz et 12 kHz avec les points charnières d'intervention à 340 Hz et 3 kHz.

Le filtre subsonic est de type butterworth, pour un maximum d'efficacité avec un minimum de rotation de phase

dans la bande audio. L'atténuation est de 12 dB par octave. Il élimine toute fréquence inférieure à 15 Hz.

Un circuit de muting temporise pendant quelques secondes la modulation vers l'ampli de puissance, le temps que l'alimentation continue se stabilise. Cette alimentation est à base d'un transformateur double C de 30 VA, qui procure les tensions de ± 30 V pour les circuits à grande dynamique et ± 14 V pour les circuits traitant les signaux de faibles niveaux. Les deux tensions sont stabilisées et peuvent travailler correctement malgré une variation du secteur de 190 à 230 V.

Pour toutes les entrées, des filtres passe bas sont prévus pour prévenir la détection de tout signal radio-fréquence.

Amplificateur 3003

Cet amplificateur reprend exactement les mêmes lignes que le préamplificateur avec une intégration très harmonieuse des radiateurs de puissance qui prennent la totalité des surfaces de part et d'autre du logement réservé à l'alimentation. C'est un ampli extrêmement puissant capable de fournir 2 x 150 W par canal dans une charge de 8 Ω avec une vitesse de montée très élevée de 70 V par μ /s.

A l'entrée figure un amplificateur différentiel à courant constant avec charge de type à courant miroir. Il attaque l'étage prédriver qui transporte une tension continue élevée pour un maximum de rendement et une moins grande élévation de température des transistors de puissance. Avec cette solution la saturation des étages d'entrée est reculée.

La configuration des étages de sortie est de type push pull à émetteur suiveur, avec circuit de protection aux nombres de 6. Les transistors de puissance sont de provenance Motorola bien connus pour leurs très hautes performances et leur bonne musicalité. Avec deux paires de transistors complémentaires par canal travaillant en push pull parallèle classe AB, la puissance dissipée peut monter à 1000 W. Le taux de contre réaction est faible pour réduire tout risque de distorsion par intermodulation transitoire.

Le haut rendement de cet étage a permis d'obtenir une température qui ne s'élève pas à plus de 60 degrés au dessus des radiateurs, avec une température ambiante de 20 degrés.

L'alimentation est fournie par un transformateur de type toroïdal suivi de deux capacités de 15000 μ F afin de fournir en courant et en tension les étages de puissance.

Les circuits de protection couvrent :

- l'absence de charge, des impédances inférieures à 2 ohms et les courts circuits aux bornes de liaison des haut-parleurs par un circuit comprenant en permanence le débit en courant et en tension ;

- contre une élévation anormale de la température au delà de 70 degrés ;

- contre toute apparition de courant continu aux bornes des haut-parleurs ;

- contre les transitoirs à la mise sous tension ;

- contre les risques d'oscillation avec une charge réactive ;

- l'alimentation en cas de non fonctionnement des précédentes protections par fusible à action rapide.

Les risques de surcharges sont révélés par l'allumage de deux diodes LED.

L'amplificateur 3002 a été réalisé en tenant compte des impératifs d'un fonctionnement en condition extrême, et sur des charges complexes représentées par certains haut-parleurs modernes. Rien d'étonnant à cela que sa musicalité soit si convaincante.

Mesures

Aux mesures la série 3000 procure des résultats d'un tel niveau qu'il faut presque recycler tout notre appareillage de mesures pourtant sophistiqué.

Pour le préamplificateur 3002 on retiendra les fantastiques performances en rapport signal sur bruit de l'entrée phono sans pour cela sacrifier le niveau de saturation.

L'écart entre les deux canaux est nul. Cela démontre la parfaite sélection des composants ainsi que la rigueur de câblage des circuits. Les entrées haut niveau donnent des résultats pratiquement impossibles à mesurer (le distorsiomètre Sound Technology 1701 A descend à 0,002 %).

On peut décerner un satisfecit à l'amplificateur dont les valeurs de distorsion deviennent tout à fait académiques arrivées à un niveau aussi bas. On retiendra son excellente stabilité même sur charge complexe, son dégradé harmonique et son absence de distorsion de croisement même à bas niveau.

Mais nous avons gardé pour la fin le fleuron de cette chaîne 3000 : le tuner.

En effet il a fallu faire appel aux derniers générateurs FM de chez Radio Meter pour relever quelques valeurs vraiment significatives. Les ingénieurs de Tandberg qui sont équipés d'une cage de Faraday extrêmement efficace, (les perturbations des mesures HF proviennent dans de grandes proportions des sources de rayonnement extérieur), nous ont fourni au cours de notre visite à l'usine et suite à des manipulations faites en notre présence des valeurs encore plus précises qui placent le 3001 en sensibilité et rapport signal sur bruit en tête des tuners actuels.

Le tuner Tandberg 3001, au niveau de la sensibilité conjointement avec le rapport signal sur bruit, donne des résultats légèrement supérieurs au MR 80 ou Sequerra, mais ils n'ont pas été mesurés dans les mêmes conditions. Dans tous les cas, le 3001 est certainement « la » référence et cela pour un bon moment... en l'état actuel des techniques HF.

Sans contestation possible la configuration des circuits mis en œuvre par les ingénieurs Tandberg, que ce soit pour le préamplificateur, l'amplificateur ou le tuner apporte une incontestable amélioration chiffrable et audible.

Ecoute

L'ensemble 3000 a été écouté avec des enceintes à faible rendement, mais de haute définition, et avec deux cellules différentes, l'une à bobine mobile et l'autre à aimant mobile.

Avec le tuner 3001, il a été possible de recevoir avec un simple doublet, un nombre d'émetteurs impressionnant avec une précision et une absence de souffle remarquable. L'accord est extrêmement précis, et tenu même sur des émetteurs lointains.

Le deuxième point exceptionnel de ce tuner est son incroyable séparation des canaux sur des émissions stéréophoniques. La dimension de l'image sonore est ainsi nettement élargie avec une focalisation accrue des divers instrumentistes. Par le recul très net du bruit de fond par rapport à d'autres tuners de performances très élevées, un nombre insoupçonné d'informations resurgit et apporte toute l'ambiance qui procure un réalisme sonore saisissant. Le système de mémorisation des stations fonctionne avec une grande précision, sans aucune dérive par rapport à la fréquence de l'émetteur.

Le 3001 procure aussi le grave le plus ferme que nous ayons pu entendre avec un tuner. La réponse transitoire est absolument parfaite sans traces de faux prolongement de la note, ni de brillance parasite dans l'aigu. Cela est particulièrement perceptible sur les voix des speakers de France Musique et France Culture qui passent sans métallisation ni sifflantes parasites.

Le préamplificateur 3002 et l'ampli 3003 procurent un équilibre tonal très satisfaisant mais surtout possèdent « une pêche » peu commune sans aucune trace de distorsion audible. On peut écouter cet ensemble à très fort niveau sans fatigue auditive ni impression de contraintes dans l'aigu.

La musicalité de cet ensemble est indéniable. On la reconnaît au lien qui existe entre chaque note qui procure une fluidité aux messages sonores et une richesse de timbres remarquables. Le recul du bruit de fond sur l'entrée phono fait pleinement apprécier la multitude d'informations qui existe en dessous du niveau du signal principal.

L'image stéréo est bonne sans élargissement excessif ni rétrécissement de la scène à fort niveau.

La série 3000 marque le dynamisme des services d'étude de Tandberg. Ils ont réussi un ensemble vraiment concurrentiel au niveau des performances et de la musicalité avec ce qui se fait de mieux et sans condensation de prix.

Tout audiophile perfectionniste se doit absolument d'écouter cet ensemble qui a tout à gagner d'une confrontation avec les meilleurs.