

INA LABO 1414

L.E.M.A.

(Février / Avril 1994)

Version 2.0 Novembre 2006

Mesures physiques de convertisseurs audionumériques

Pierre-Antoine SIGNORET

Formation Supérieure aux Métiers du Son

Conservatoire National Supérieur de Musique de Paris

[*pa.signoret@free.fr*](mailto:pa.signoret@free.fr)

Remerciements

*Cette série de mesure a pu être faite grâce à la collaboration de tous au sein du **Laboratoire d'Electronique et de Maintenance Audio (L.E.M.A)** de l'**I.N.A.***

*La procédure de mesure a été mise au point par **Didier LECERT**, virtuose de l'Audio Précision, que je remercie vivement pour sa patience, son efficacité, sa bonne humeur et son investissement dans le projet.*

Note de 2006

Les mesures présentées dans ce document sont issues de la « campagne de mesure » originale de 1994. Malheureusement, une bonne partie des fichiers ont été perdus dans les méandres informatiques des serveurs de l'I. N.A.

Les fichiers perdus concernaient les équipements suivants :

- *Convertisseur A/N PRISM SOUND AD-1 avec et sans jitter*
- *Convertisseur A/N APOGEE AD-500*
- *Convertisseur N/A APOGEE DA-1000 E20*
- *Convertisseur A/N NTP 560-110 A*
- *Convertisseur N/A NTP 560-120 A*
- *Convertisseur A/N DCS 900*
- *Convertisseur AKAI station DD 1000 A/N*
- *Convertisseur AKAI station DD 1000 N/A*
- *Mesure globale A/A de la station AKAI DD 1000*
- *Multipiste numérique STUDER D 820 A/N*
- *Multipiste numérique STUDER D 820 N/A*
- *Mesure globale A/A du magnétophone multipiste numérique STUDER D 820*
- *Mesure globale A/A du magnétophone multipiste numérique SONY 3324 A*
- *Mesure globale A/A du DAT grand public SONY TCD-3*
- *Rack de conversion DIGITEC DCS-16 A/N*
- *Rack de conversion DIGITEC DCS-16 N/A*
- *Rack de conversion MATRA T84-A A/N*
- *Mesure globale A/A du rack de conversion SONY PCM 501 ES A/A*
- *Global carte d'acquisition ARIEL DSP 56 A/A*
- *Global système de patch INNOVA SON A/A*

SOMMAIRE

<i>Note de 2006</i>	Page 5
<i>Introduction</i>	Page 9
<i>Procédure de Mesure</i>	Page 11
<i>Choix des Mesures</i>	Page 13
<i>Résultats</i>	Page 15
• <i>Convertisseur A/N AD2020 LEXICON</i>	Page 17
• <i>Convertisseur A/N AD2020 LEXICON + Jitter de 40 nS</i>	Page 31
• <i>NAGRA D (version 18 bits) Etage Analogique Numérique</i>	Page 45
• <i>NAGRA D (version 18 bits) Etage Numérique Analogique</i>	Page 59
<i>DAT SONY PCM 7030 Etage Analogique Numérique</i>	Page 71
<i>DAT SONY PCM 7030 Etage Numérique Analogique</i>	Page 85
• <i>Convertisseur D.A.R. Station $\Sigma\Delta$ Etage Analogique / Numérique</i>	Page 97
• <i>Convertisseur D.A.R. Station $\Sigma\Delta$ Etage Numérique / Analogique</i>	Page 111
• <i>Convertisseur D.A.R. Station $\Sigma\Delta$ Etage Analogique / Analogique</i>	Page 123

INTRODUCTION

◇ Cette série de mesures physiques constitue le second volet de l'étude des systèmes de conversion audionumériques. Elle fait suite aux principes de fonctionnement exposés dans « *Introduction à la conversion audionumérique* ».

Le but recherché ici est de caractériser de façon objective les performances des systèmes de conversion analogiques numériques et numériques analogiques utilisés en production et post production audio.

Face à deux grands types de technologies, la procédure de mesure devra pouvoir mettre en évidence les caractéristiques de chaque système en conversion *PCM linéaire* comme *Sigma Delta* dans les mêmes conditions expérimentales.

Cette série de tests se propose de dresser un tableau comparatif des systèmes les plus couramment rencontrés dans les secteurs de production musicale en rapport ou non avec l'image.

La procédure de mesure a été automatisée sur un *Audio Précision System One Dual Domain* et permet donc une reproductibilité quasi parfaite.

Des tests de mesure de précision d'horloge et de sensibilité au *jitter* ont été prévus pour mettre en évidence les impératifs de synchronisation en conversion audionumérique.

◇ Cette étape de mesure physiques sera suivie de tests subjectifs d'écoute qui pourront peut être permettre de mettre en évidence quelques uns des paramètres physiques les plus sensibles.

Ces écoutes passent par la réalisation d'un enregistrement en 20 bits utilisant les convertisseurs analogiques numériques mesurés les plus performants qui a été effectué dans l'Espace Interdisciplinaire Maurice Fleuret du Conservatoire National Supérieur de Musique de Paris durant la nuit. Le programme est une pièce pour flûtes et percussions de *J. Y. Naviner* : « D'une pluie la couleur » interprétée par *Henri Tournier* et *Michel Gastaud*.

Le système de prise de son employé pour cet enregistrement a été un couple de 4010 Bruel et Kjaer (Omni appairés 40 cm environ); des pré-amplis micros *Sonosax FD-MA* ainsi qu'un *Nagra D*. Les convertisseurs utilisés ont été les modèles *LEXICON AD 2020* et *PRISM AD-1* qui présentaient les meilleures performances techniques à la mesure. Le montage a été effectué dans la régie vidéo D1 de l'*I.N.A.*

Cette "bande étalon" servira ensuite à la détermination du convertisseur numérique analogique de référence dont on se servira pour les tests subjectifs de convertisseurs analogiques numériques.

Les tests en aveugle « direct console / après conversion A/N N/A » ont été menés en présence de « *Grandes Oreilles* » et d'étudiants dans les studios de **Radio France**.

Les enregistrements (ou écoutes) tests se composeront de sons séparés de percussions, violon, violoncelle, flûte traversière, bruitages ainsi que de séquences musicales à instrumentations variables.

On restera néanmoins loin d'une véritable étude de corrélation physique / perceptive faute de temps et de moyens.

Les résultats obtenus n'ont donc qu'une valeur indicative.

Procédure de mesure Audio Precision

Mesures à 48 KHz

Synchronisation sur Digital Audio Reference Signal (Grade 1) avec ou sans jitter

∅ Détermination du 0 dB FS pour chaque appareil *.

∅ Précision de l'horloge interne.

∅ Taux de rejection en mode commun (C.M.R.R.) A/N, A/A.

∅ Retard de propagation de groupe G/D* / Temps de conversion + Sérialisation.

∅ Réponses en fréquence A/N, N/A, A/A : Courbes à -12 dB FS, -60 dB FS, -80 dB FS.

∅ Filtrage anti-repliement / Filtrage global A/A, A/N, -4 dB FS.

∅ Linéarité en amplitude A/N, N/A, A/A :

- Courbes G/D à 100 Hz, 1 KHz et 15 KHz en représentation classique.

- Courbes G/D à 100 Hz, 1 KHz et 15 KHz différence / caractéristique parfaite.

∅ THD + Noise : Mesures à 0 dB FS, -12 dB FS, -60 dB FS, A/A, N/A, -80 dB FS A/N.

- THD + Noise en fonction du niveau, 1 KHz A/A, A/N, N/A.

∅ Bruit résiduel par FFT pour l'entrée chargée sur 150 Ω (A/N, sans signal).

∅ Bruit résiduel par FFT pour un 0 numérique en entrée (N/A).

∅ Bruit de modulation (Fasttest Empty Bin Audio Précision sur 60 fréquences).

∅ Distorsion par FFT à 500 Hz, 1,10,15 KHz, échantillonnage cohérent, -12 dB FS, A/N, N/A, A/A.

Résolutions supérieures :

Le " -80 dB FS " devient -92 dB FS en 18 bits et -104 dB FS en 20 bits.

* Ces mesures n'étant pas automatisables, elles seront faites pour chaque appareil manuellement.

Choix des mesures

• **0 dB FS** : Les équipements audionumériques n'étant pas normalisés en ce qui concerne le niveau maximum admissible, cette mesure permet de classer les tendances des constructeurs et les niveaux de travail qui en découlent (*Headroom...*). Le **24 dBu** semble être en voie de normalisation malgré la concurrence de niveaux inférieurs (**22 et 18 dBu** principalement). Cette étape nous sert de plus à calibrer notre chaîne de mesure (le **0 dB FS** et le **0 dB**). La mesure est effectuée à 1 kHz.

• **Taux de rejection en mode commun (C.M.R.R...)** : Un classique permettant d'apprécier la qualité des étages analogiques des convertisseurs (symétrie / sensibilité aux parasites). La mesure est effectuée entre 20 Hz et 30 kHz à **+12 dBu**. La lecture des résultats devra tenir compte de la différence **Niveau Max-12 dBu**.

• **Retard de propagation de groupe gauche / droite (Prop...)** : La mesure est effectuée par réponse impulsionnelle (*MLS*) transformée après compensation du retard de conversion (recentrage de l'impulsion désymétrisée par le système mesuré). Le retard ne pouvant être réglé que pas par pas, la lecture de la courbe se fait en considérant la déviation par rapport à la droite idéale quelque soit sa pente. La mesure est faite entre 20 Hz et 22 kHz. Le temps de traitement (conversion + sérialisation) est mesuré par le même test. Mesure sur les chaînes A/N, N/A et A/A.

• **Réponse en fréquence (Rep...)** : Les réponses à différents niveaux permettent d'apprécier outre la réponse en fréquence de l'appareil, les performances des étages de filtrage et les problèmes éventuels de repliement de spectre. Mesure 20 Hz / 30 kHz.

• **Filtrage antirepliement / filtrage global (Filt...)** : Caractérisation des étages de filtrage anti-repliement / décimation finale / interpolation analogique. La mesure est faite entre 1 kHz et 100 kHz à **-4 dB FS**.

• **Linéarité en amplitude (Lin...)** : La mesure est toujours faite sur deux canaux (gauche / droite) à différentes fréquences. La lisibilité de la mesure (hors problème grossier) nous semble plus évidente et précise par comparaison à la caractéristique parfaite de quantification (la mesure est considérée comme parfaite entre **-20 et -50 dBFS**, *Errlin...*).

• **THD + Noise (THD...)** : Les mesures ont été effectuées à différents niveaux afin de mettre en évidence le type de système de conversion utilisé (*PCM* linéaire, *PCM + Dither*, $\Sigma\Delta$,...) et ses conséquences sur l'allure du bruit résiduel (bruit de quantification, mise en forme, bruit thermique...). Elle est effectuée à l'aide d'un filtre rejeteur calé sur le générateur audiofréquence. Mesure 50 Hz / 20 Khz.

Nous nous sommes assurés au préalable que la réjection est suffisante pour ne pas fausser la mesure jusqu'en 20 bits (le système bouclé sur lui même donne une réjection de l'ordre de **- 125 dB**).

Une représentation de l'évolution de la **THD + Noise** en fonction du niveau est aussi présentée pour une fréquence de 1 KHz. (**THD...AM**)

Des mesures de bruit résiduel sans signal (charge de 150 Ω en entrée pour l'analogique numérique ; 0 numérique en entrée pour l'étage numérique analogique) ont été effectuées par mesure **RMS** (20 Hz / 30 kHz) et **FFT** (20 Hz / 24 kHz). **ZERFFT...**

Une mesure par **Fastest Empty Bin (Empty...)** à été faite pour 60 fréquences. Elle permet, d'après la notice *Audio Precision*, de mettre en évidence la mise en forme de bruit effectuée par le système de codage.

• **Distorsion par FFT (FFT...)**: Les mesures de distorsion ont toutes été faites en échantillonnage cohérent pour éviter les problèmes de fenêtrage lors du passage en haute résolution (supérieure à 16 bits). Elles sont effectuées par transformée de Fourier rapide classique. Le choix des fréquences se justifie par le désir de mettre en évidence les caractéristiques de tous les types de systèmes. La mesure est effectuée entre 20 Hz et 22 kHz. Le spectre étant calculé pour une fréquence, il faudra rajouter **38.8 dB** au résultats présentés.

Cette valeur correspond à : $10 \log \frac{\text{Bande passante}}{\text{Résolution fréquentielle de l'analyseur}}$

L'*Audio Precision* à une résolution fréquentielle de **2.93 Hz** en **48 kHz**.

Les mesures par **FFT** sont faites par moyennage de 16 acquisitions.

• **Précision de l'horloge de synchronisation de la chaîne de mesure :**

La procédure de mesure est synchronisée sur l'horloge de L'*Audio Precision*. Une mesure de précision d'horloge a donné **7.8 pS** soit **0.37 ppm**. Elle est donc suffisante en regard des spécifications **AES** qui donne la valeur de **± 1 ppm** pour le **grade 1**.

En conversion **16 bits** une précision **± 0.1 nS** est recommandée. D'après les calculs effectués dans l'*Introduction à la Conversion Audionumérique*, notre synchronisation est suffisante jusqu'en **20 bits** (la valeur passe dans ce cas à **± 3.8 pS**) sachant que le calcul est surévalué du facteur de sur échantillonnage par l'utilisation du modèle **PCM linéaire** pour ce calcul.

• **Précision de l'horloge interne :** Une mesure de la précision de l'horloge interne à été faite pour rendre compte de la capacité des matériels testés à servir de **Digital Audio Reference Signal**.

• **Remarque :** Pour les magnétophones multipistes, les mesures gauche / droite sont faites sur deux pistes choisies au hasard.

Résultats

Convertisseur 20 bits

LEXICON

AD 2020

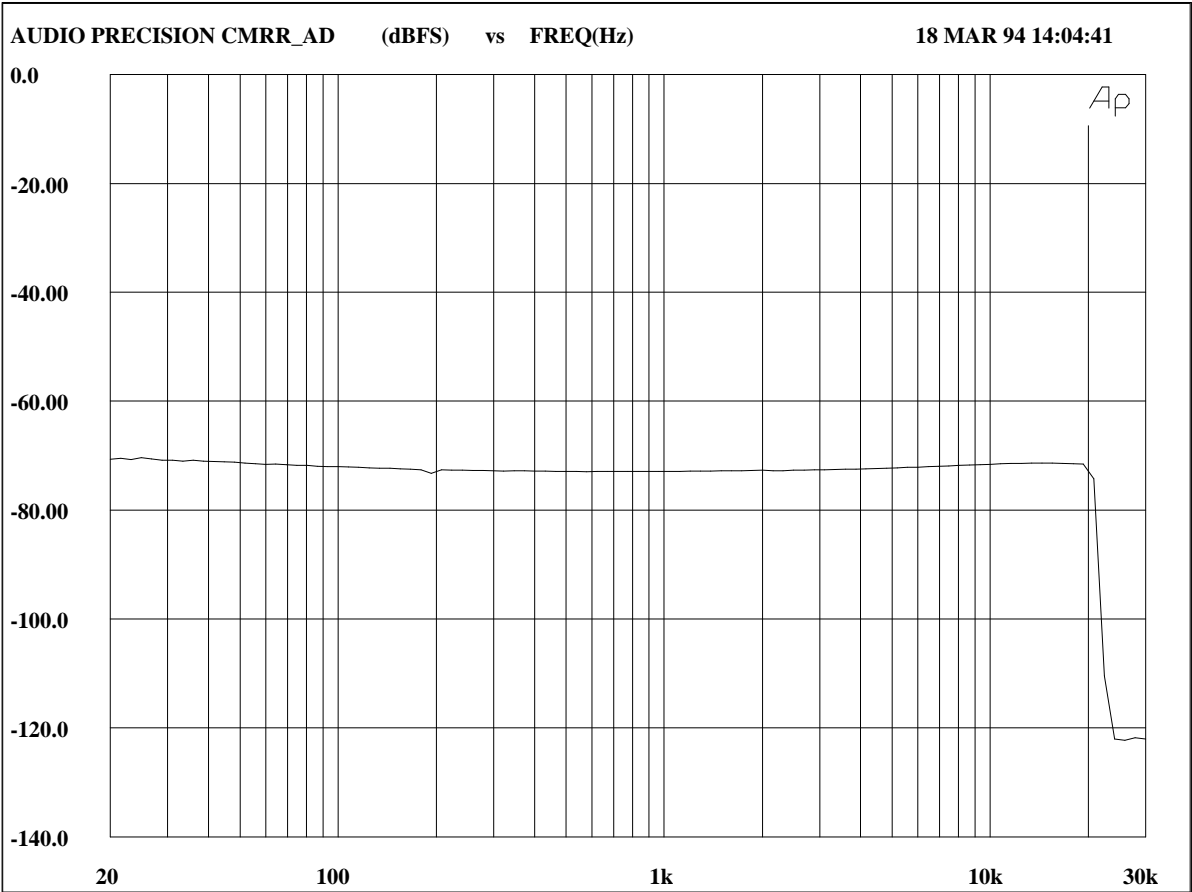
CONVERSION ANALOGIQUE NUMERIQUE

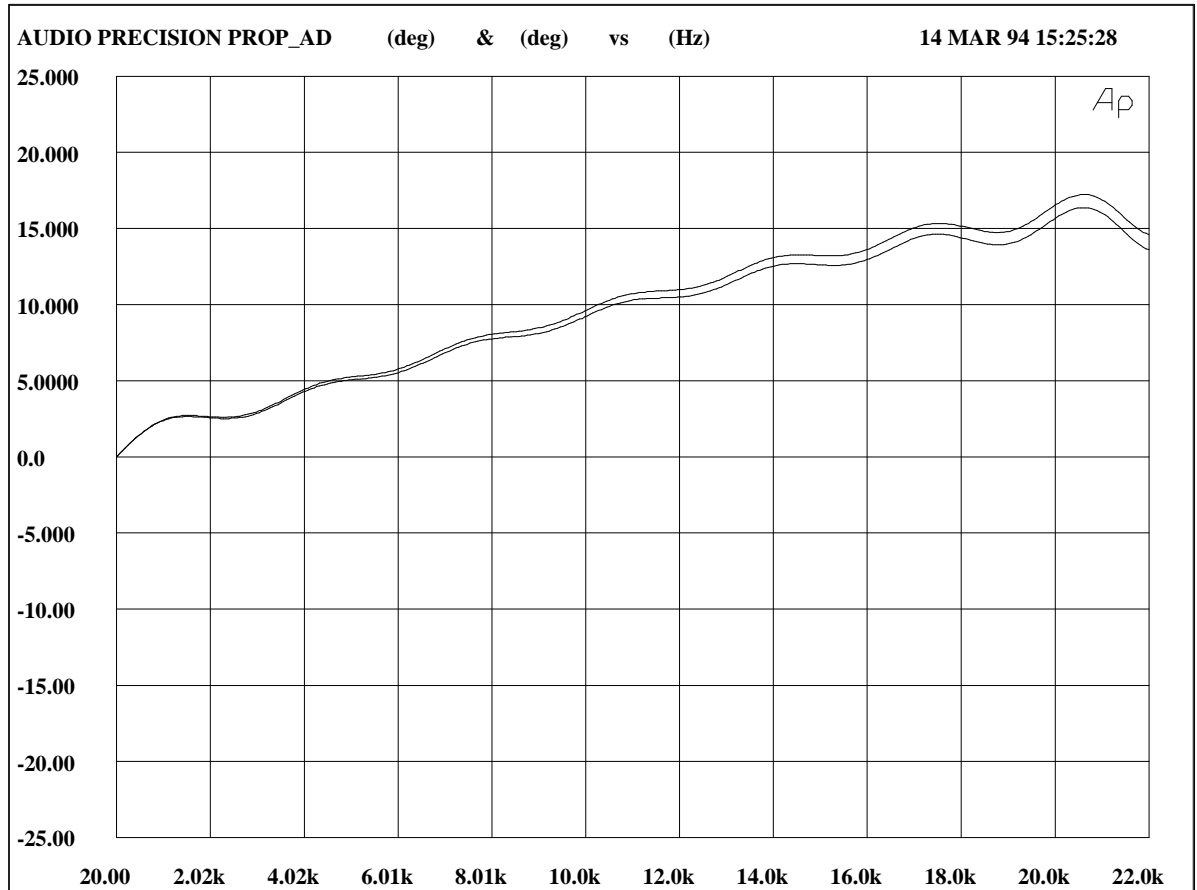
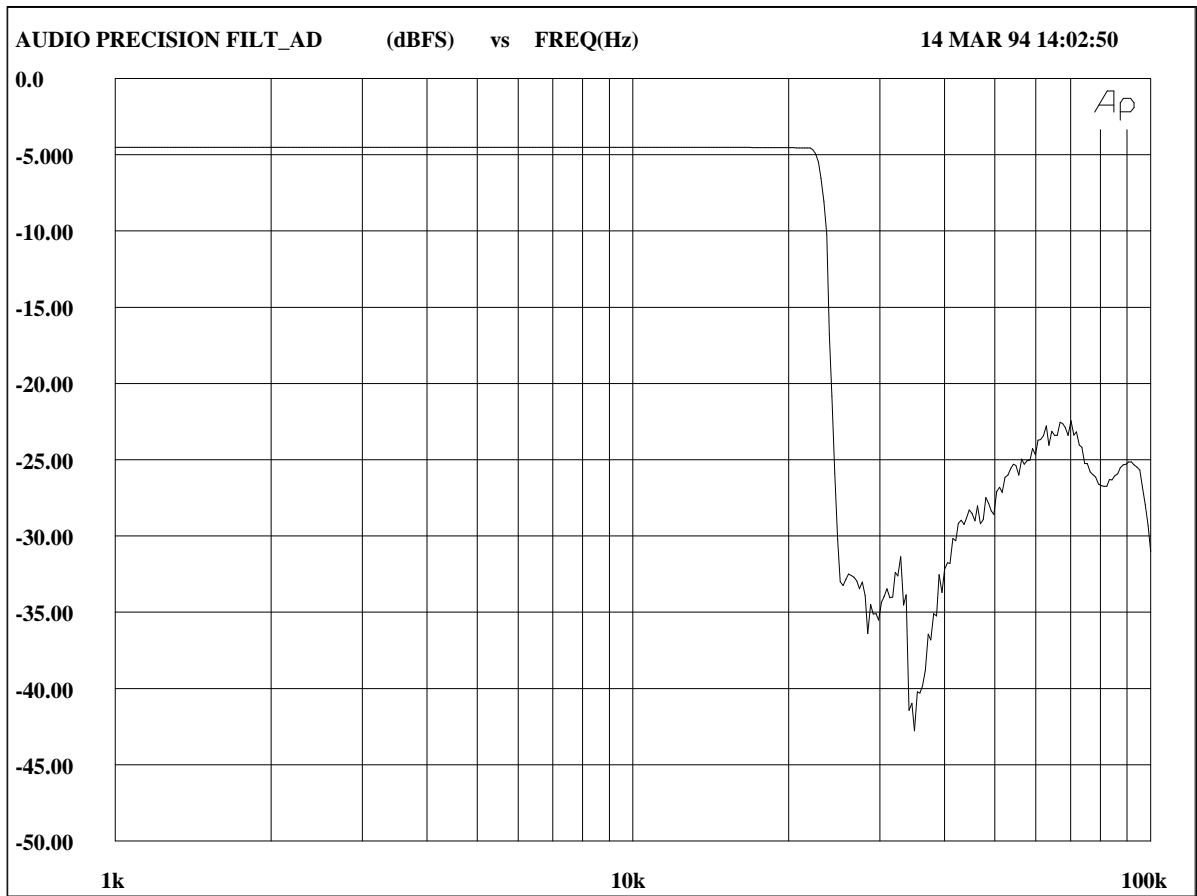
N° de série : 11 49 12/92 L
Type Σ DPCM 20 bits
Suréchantillonnage par 64
Chip Analog Device AD 1879

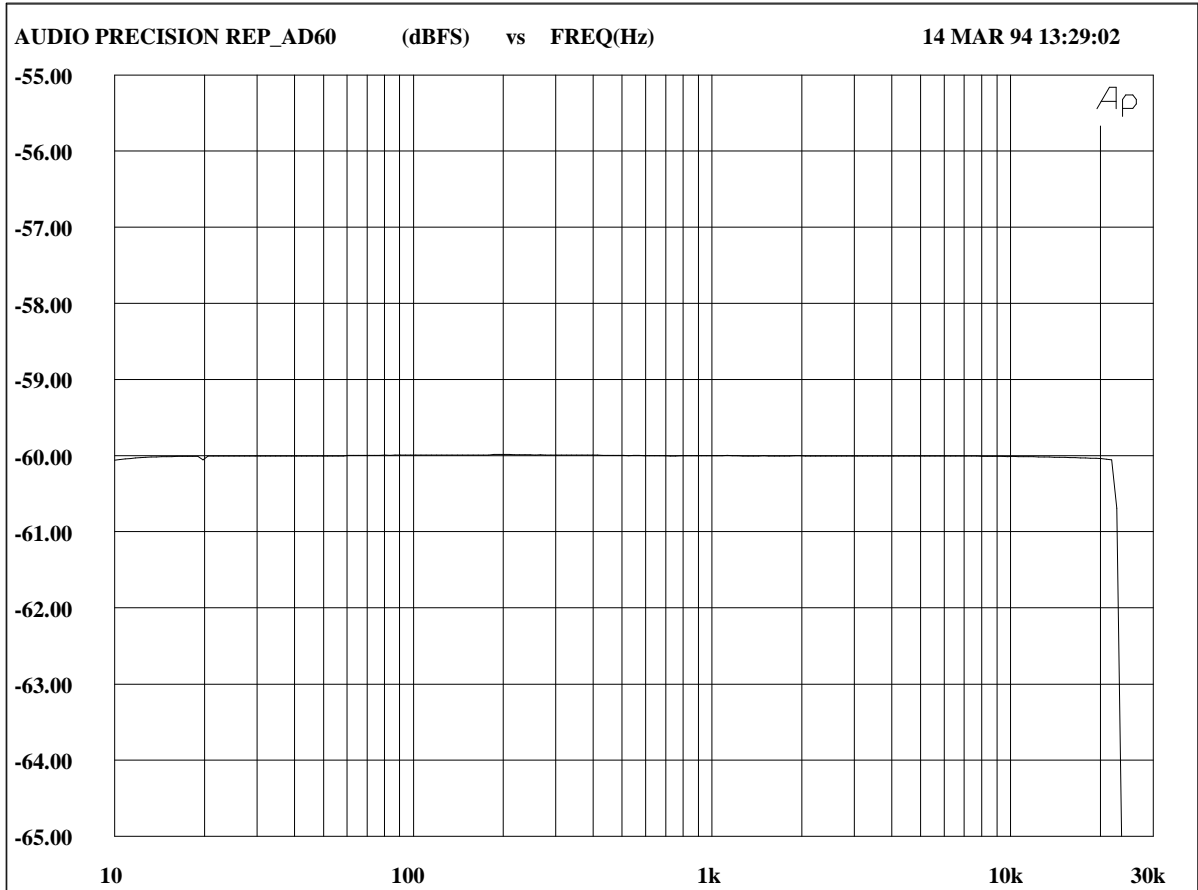
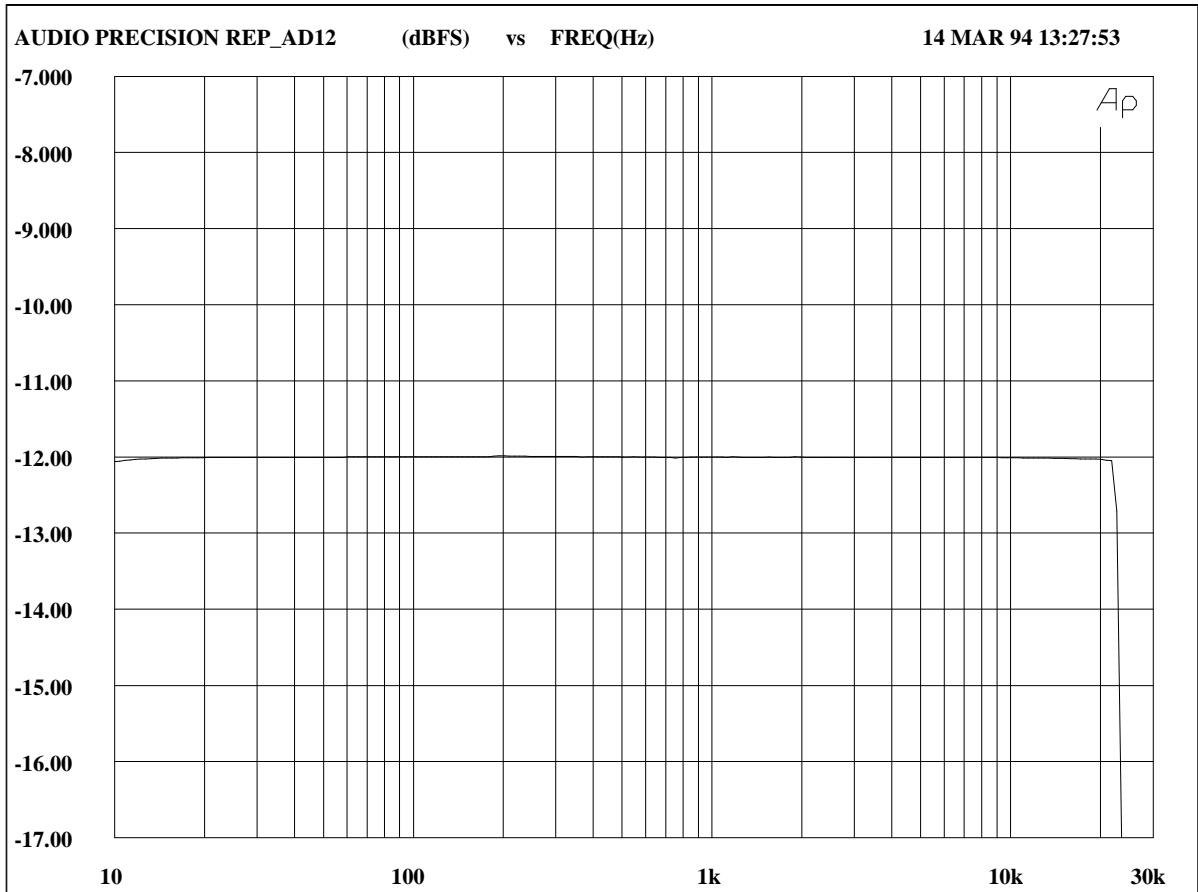
<i>Précision de l'horloge interne (ppm)</i>	<i>5.7</i>
<i>Niveau Max (dBu)</i>	<i>22.53</i>
<i>Taux de réjection en mode commun à 15 kHz (dB)</i>	<i>60.8</i>
<i>Temps de traitement</i>	<i>1.687 mS</i>
<i>Dynamique à 1kHz (dB)</i>	<i>108.5</i>
<i>Erreur de Linéarité (1dB) à 1kHz (dB FS)</i>	<i>-104</i>
<i>Rapport signal /bruit (en dB par rapport à +12 dBu)</i>	<i>97.97</i>
<i>Bande Passante à - 1 dB (en kHz / ref : -12 dB FS)</i>	<i>22.6</i>
<i>Distorsion Maximale pour 1 kHz (20 Hz-22kHz en dB FS)</i>	<i>-99.2</i>
<i>Impédance d'entrée (kΩ)</i>	<i>70</i>

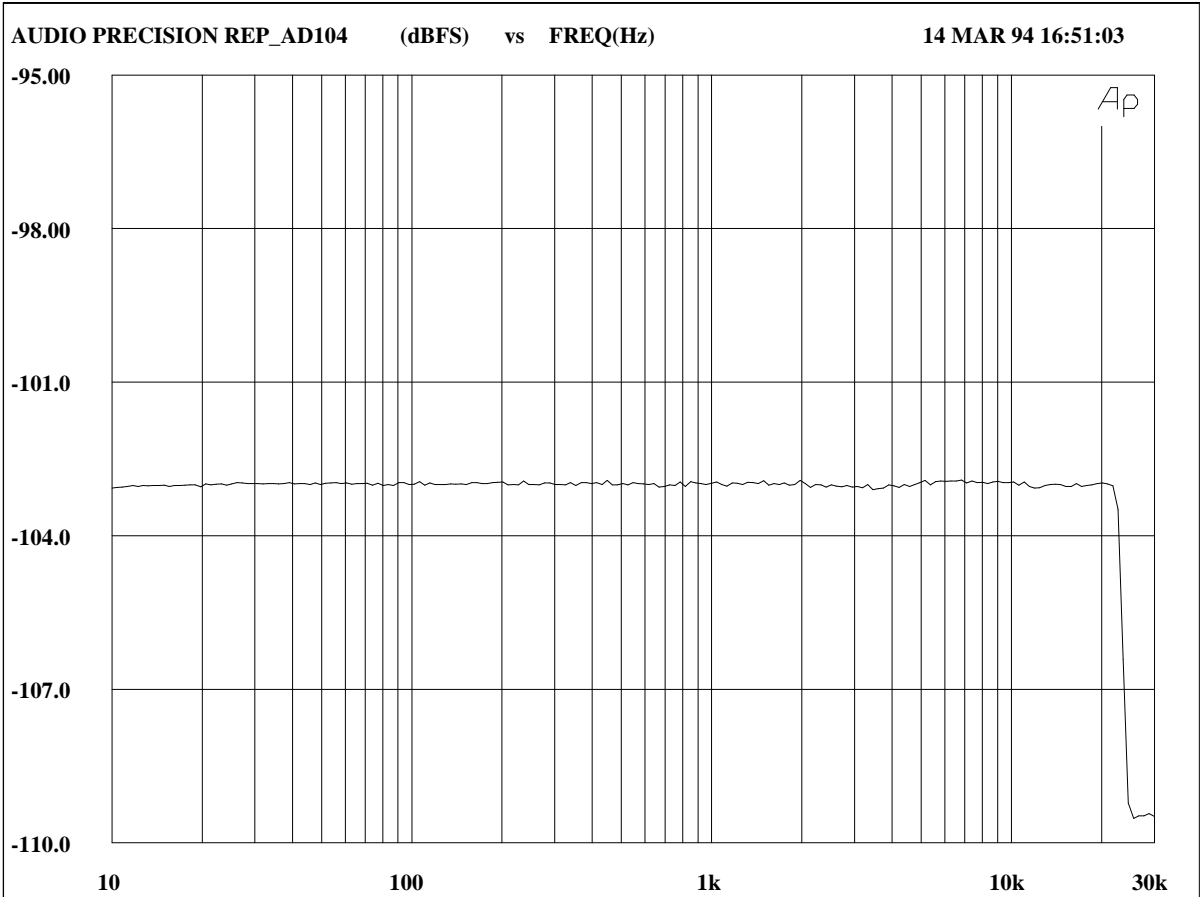
REMARQUE :

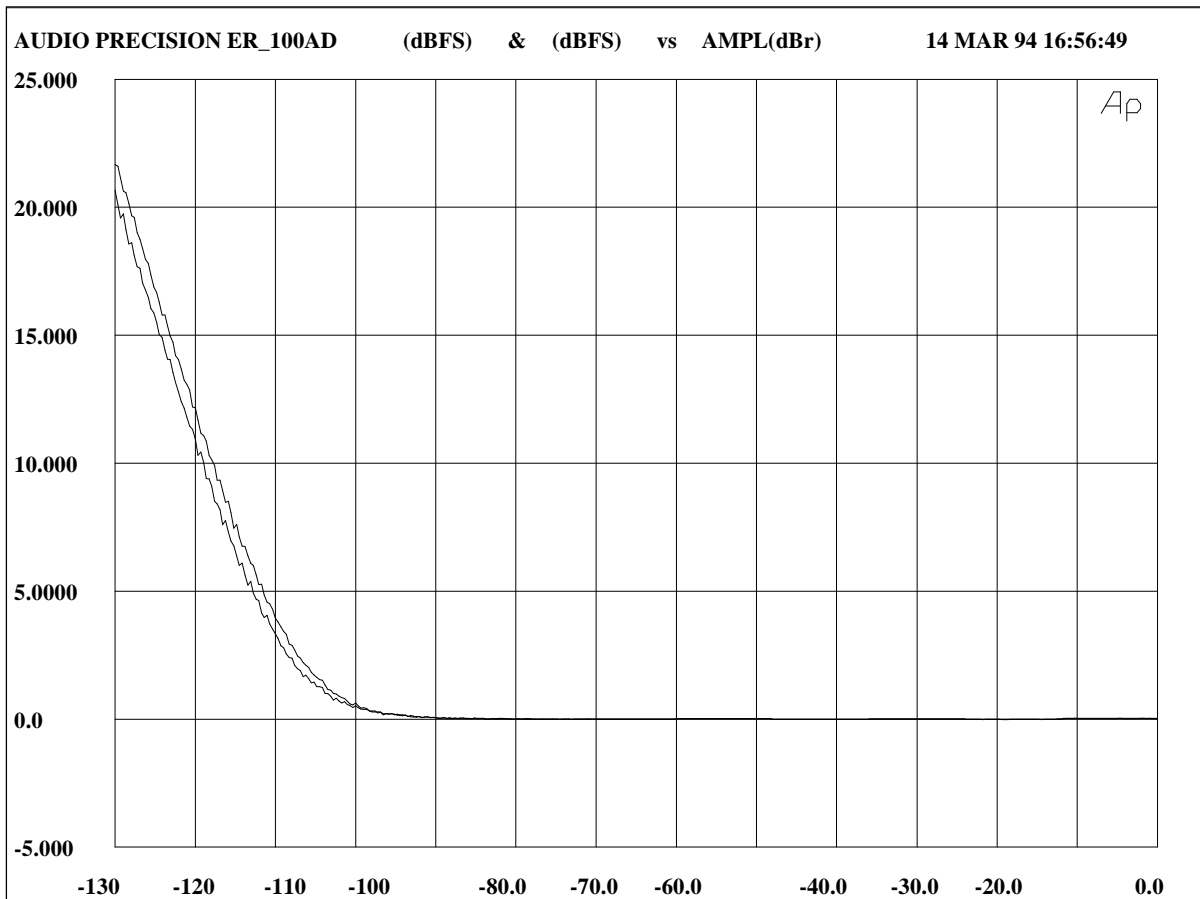
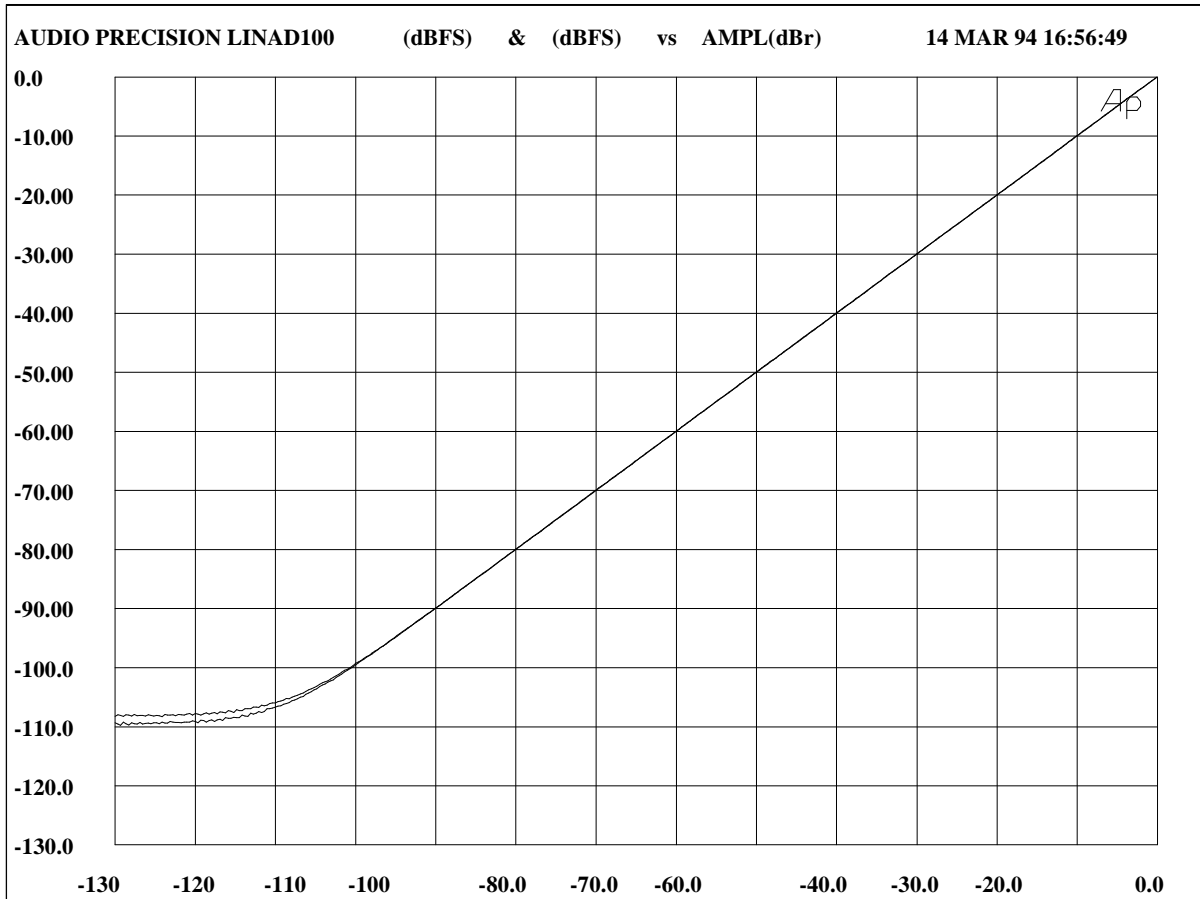
Conversion 20 bits à partir de deux chips 18 bits.

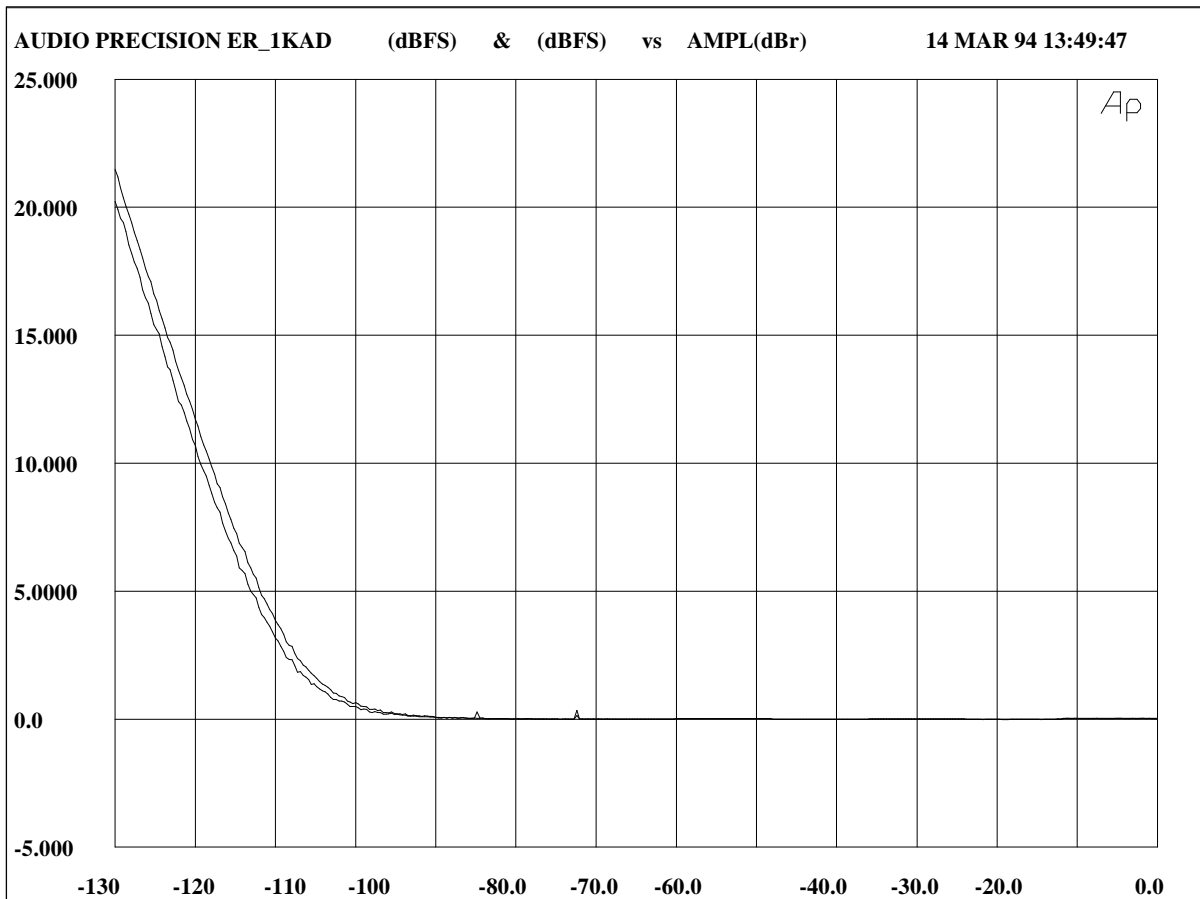
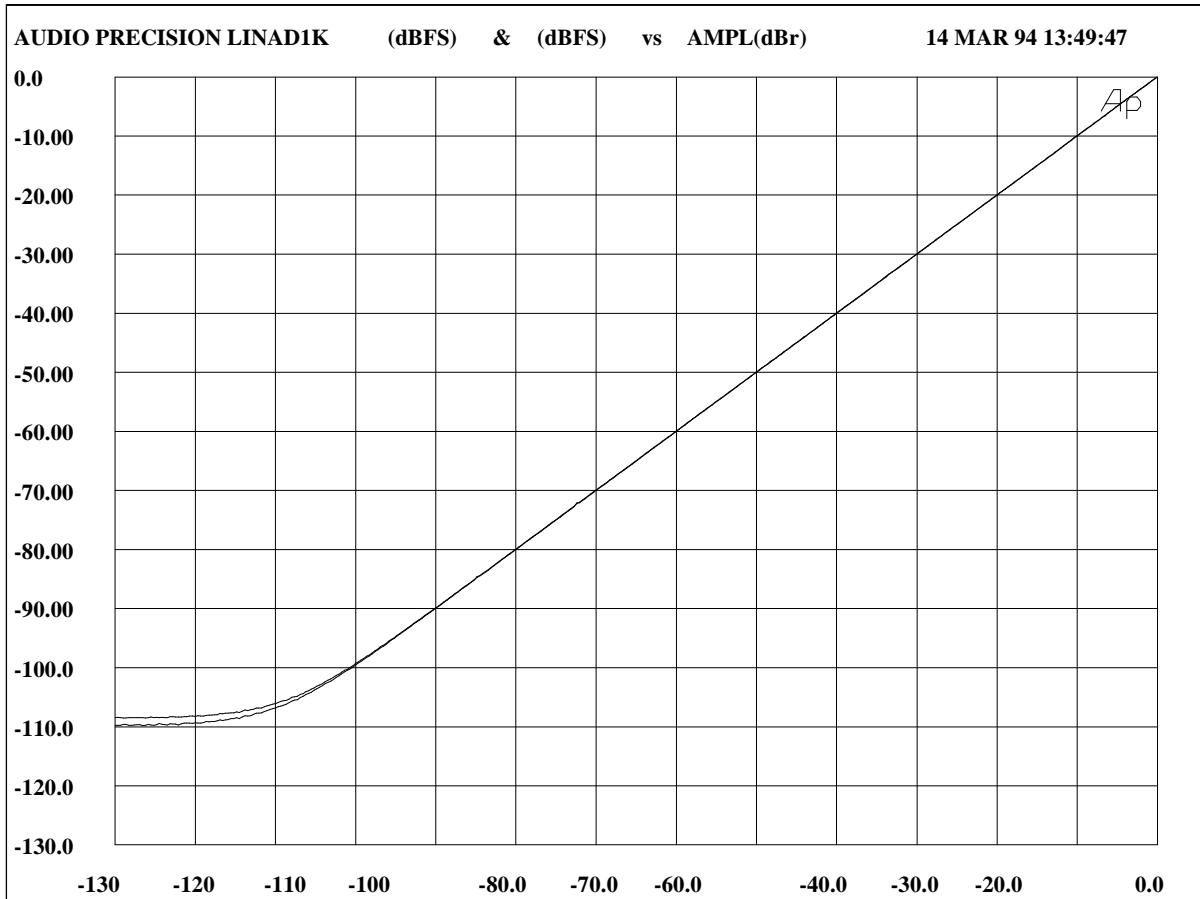


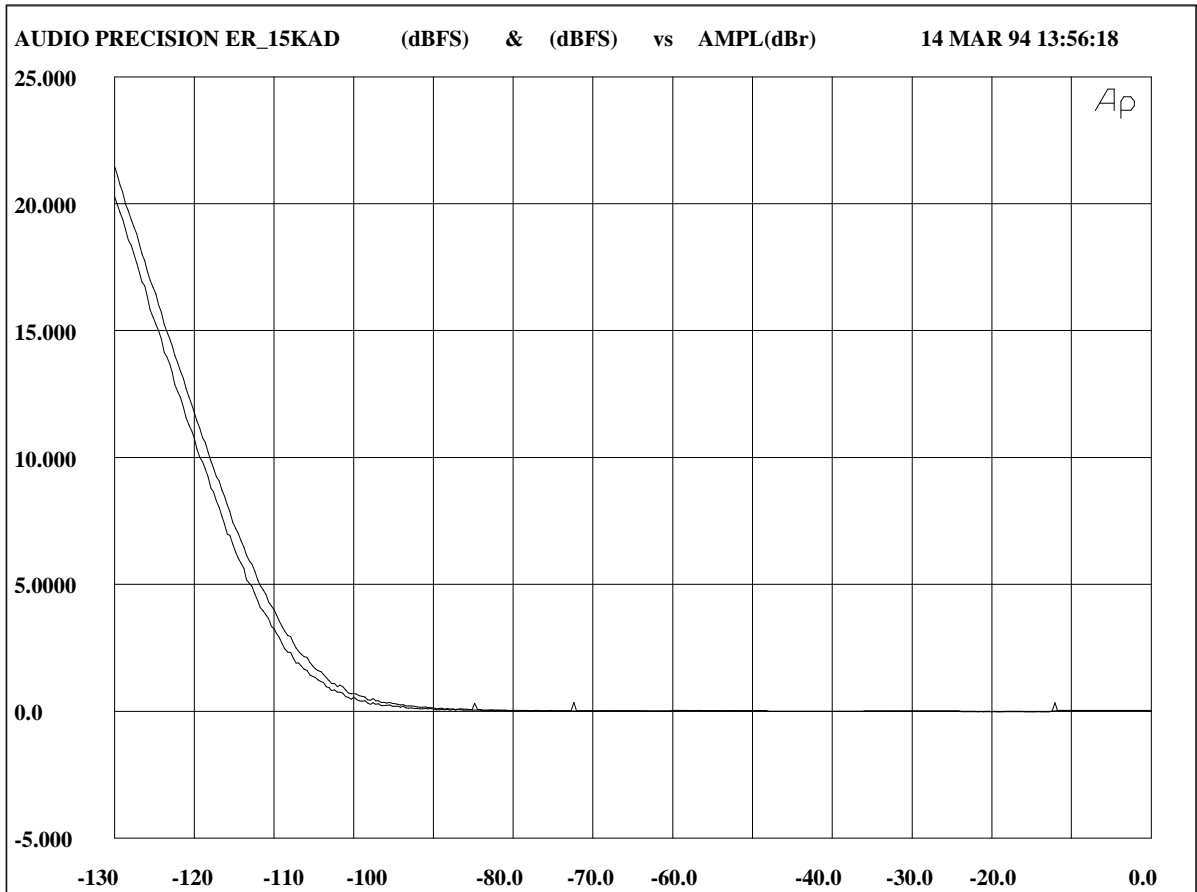
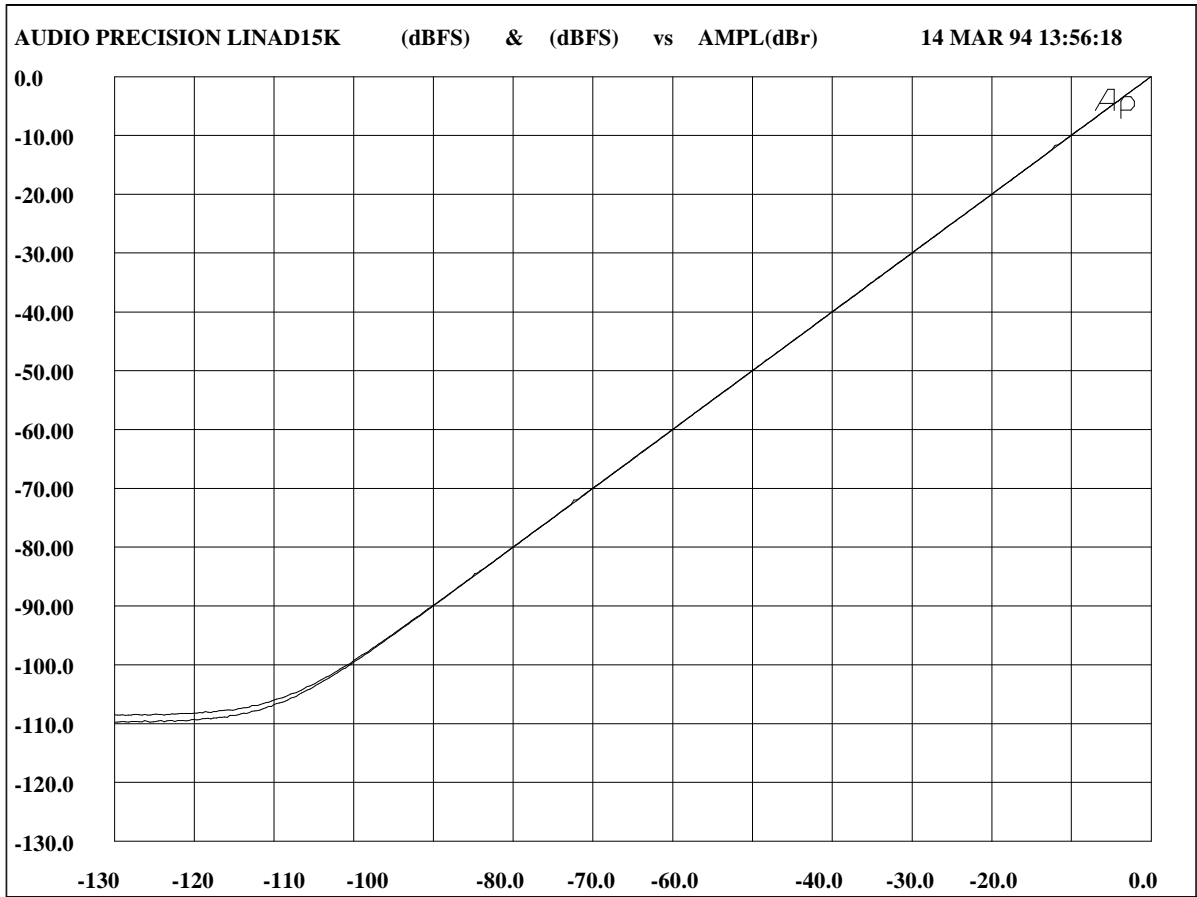


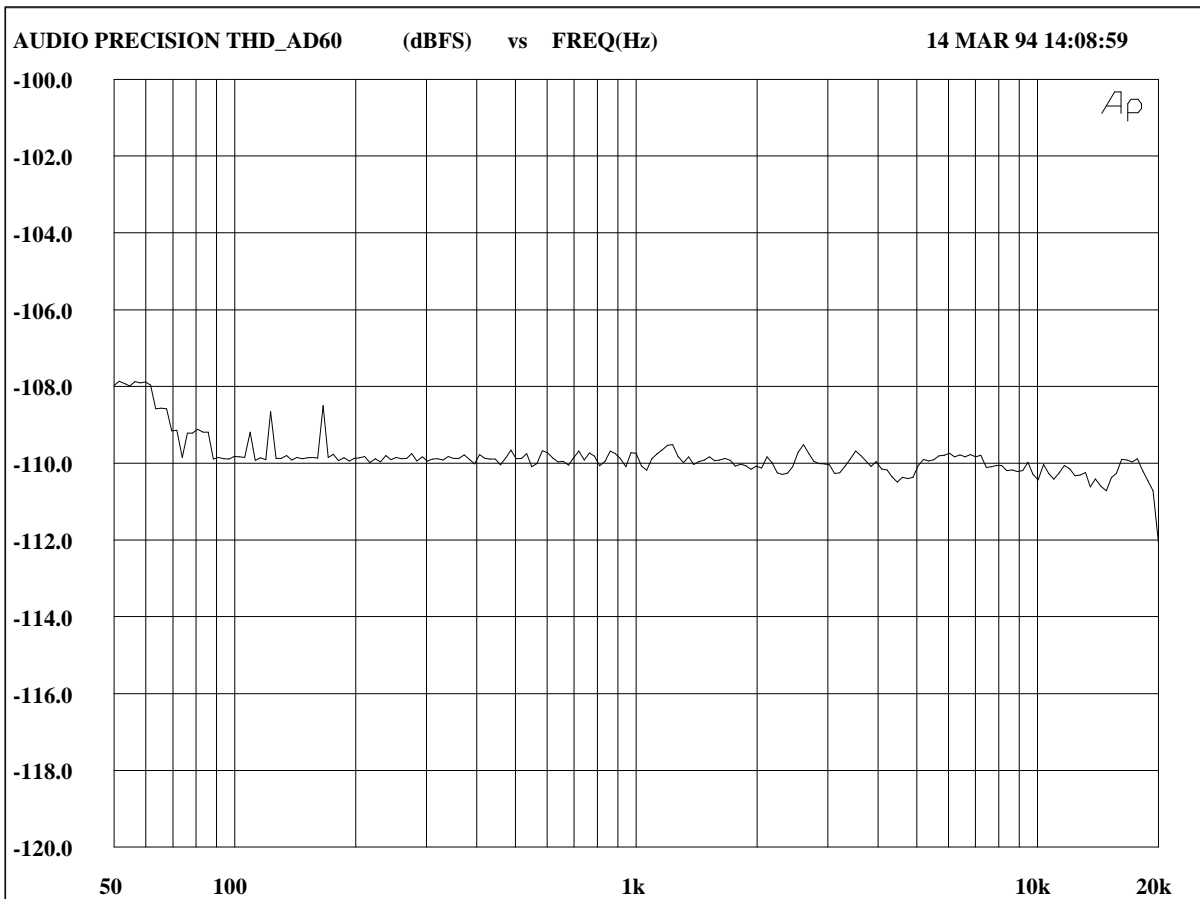
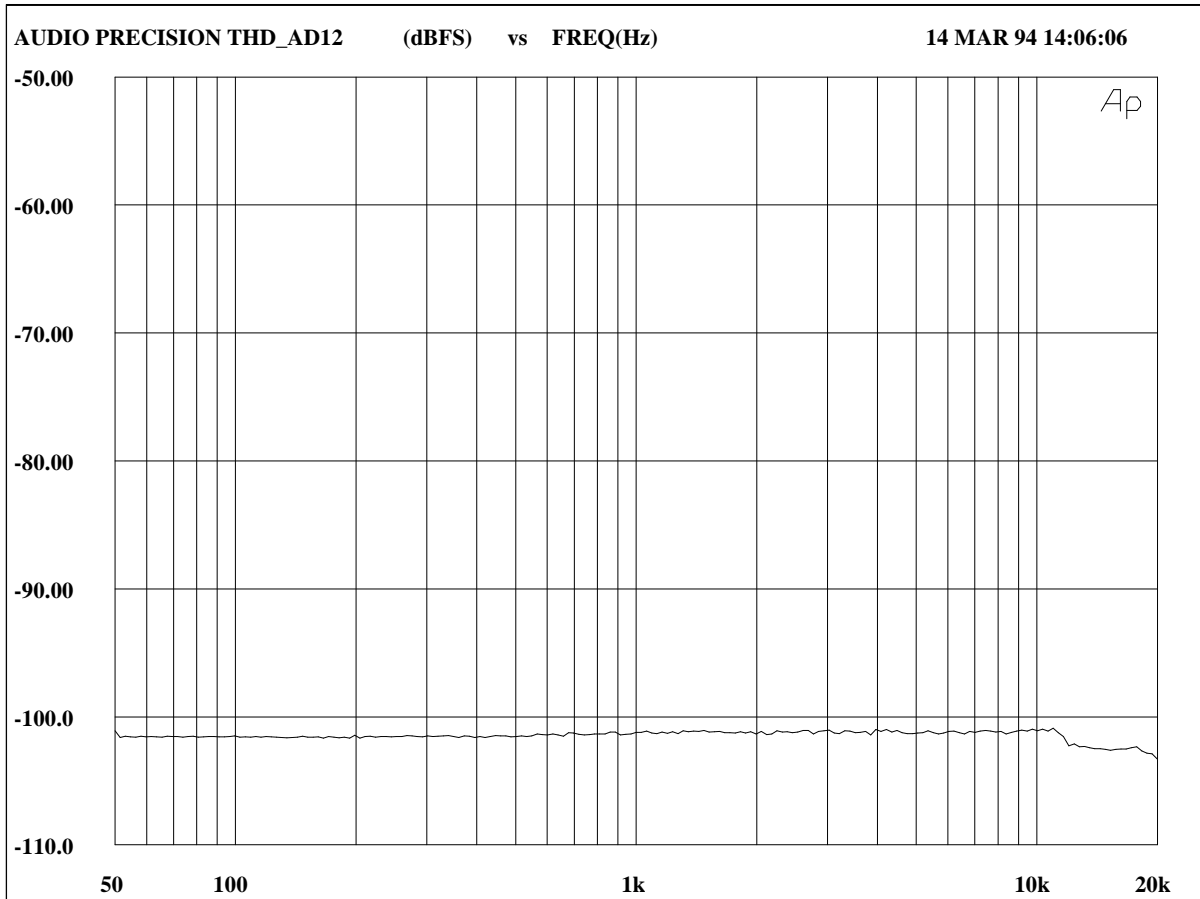


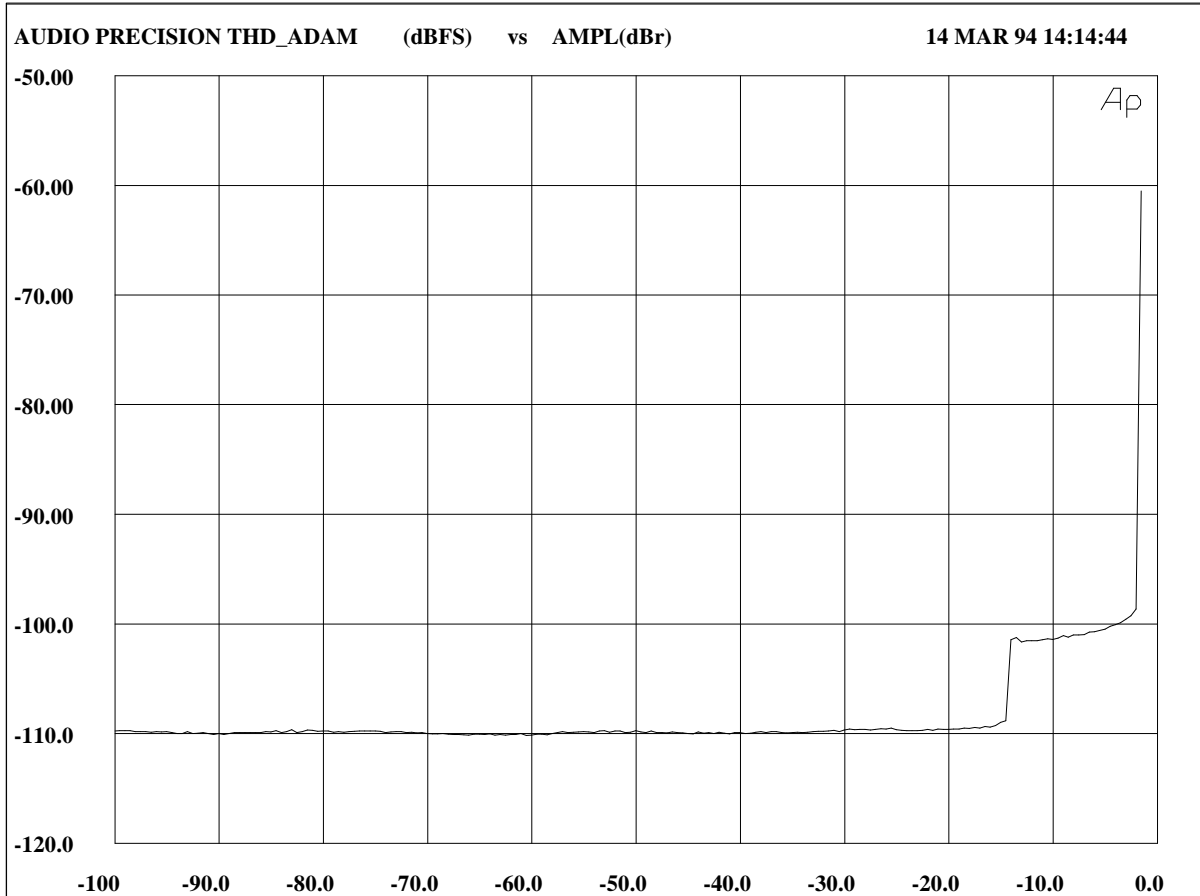
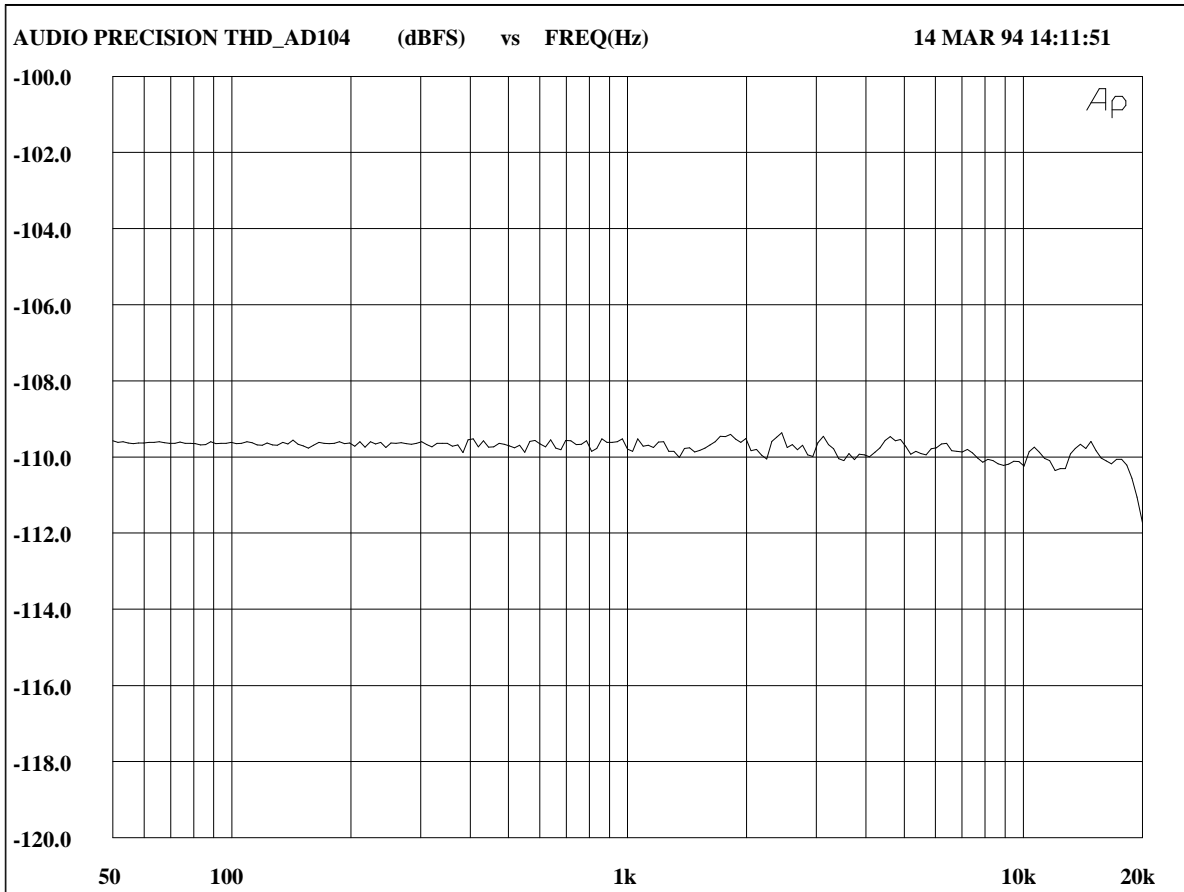


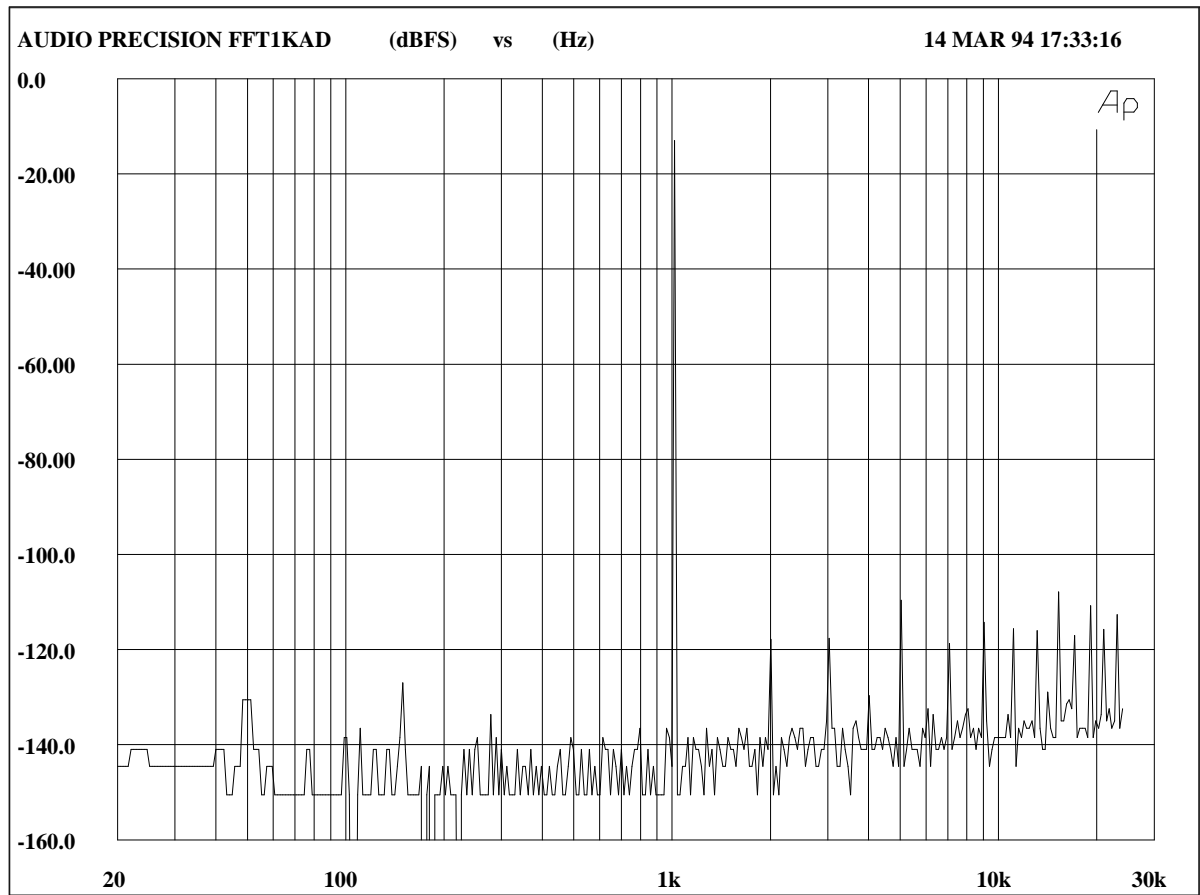
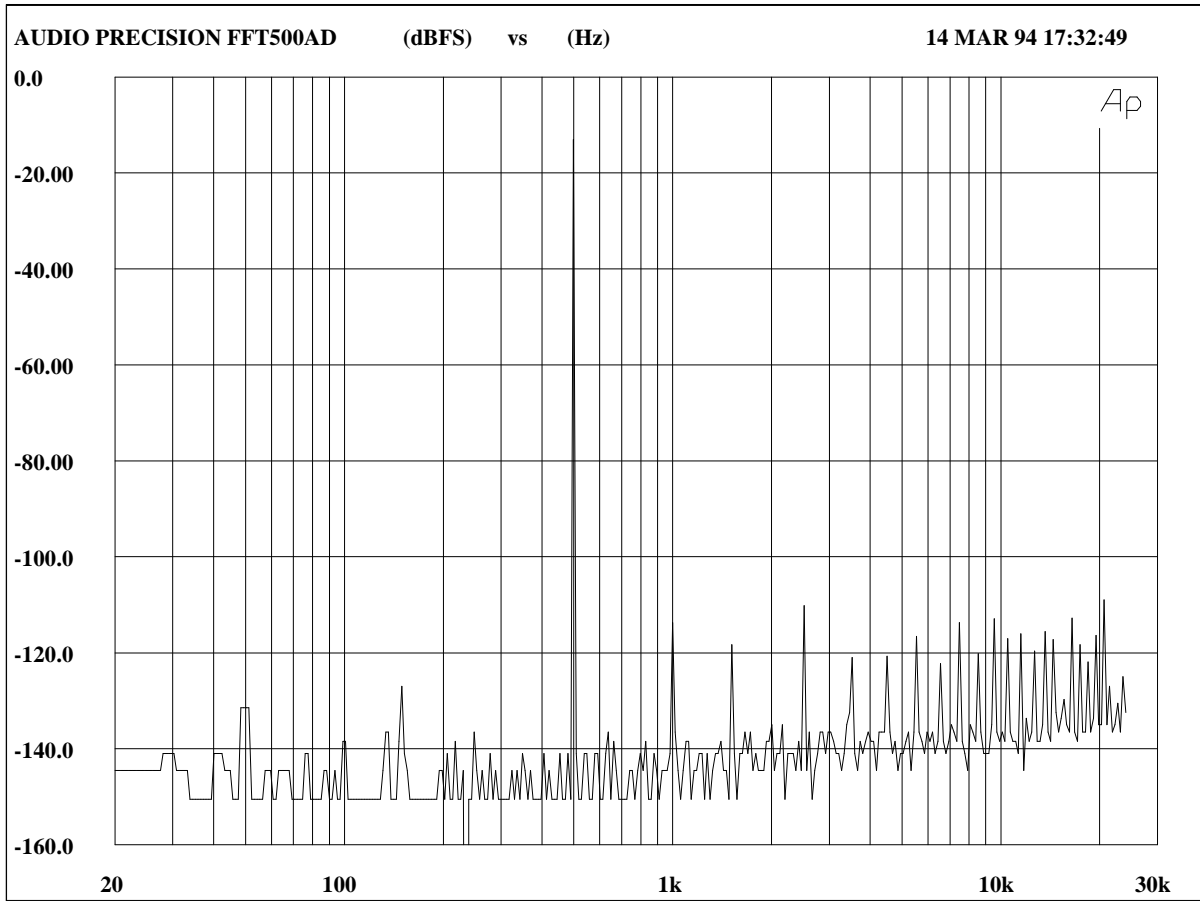


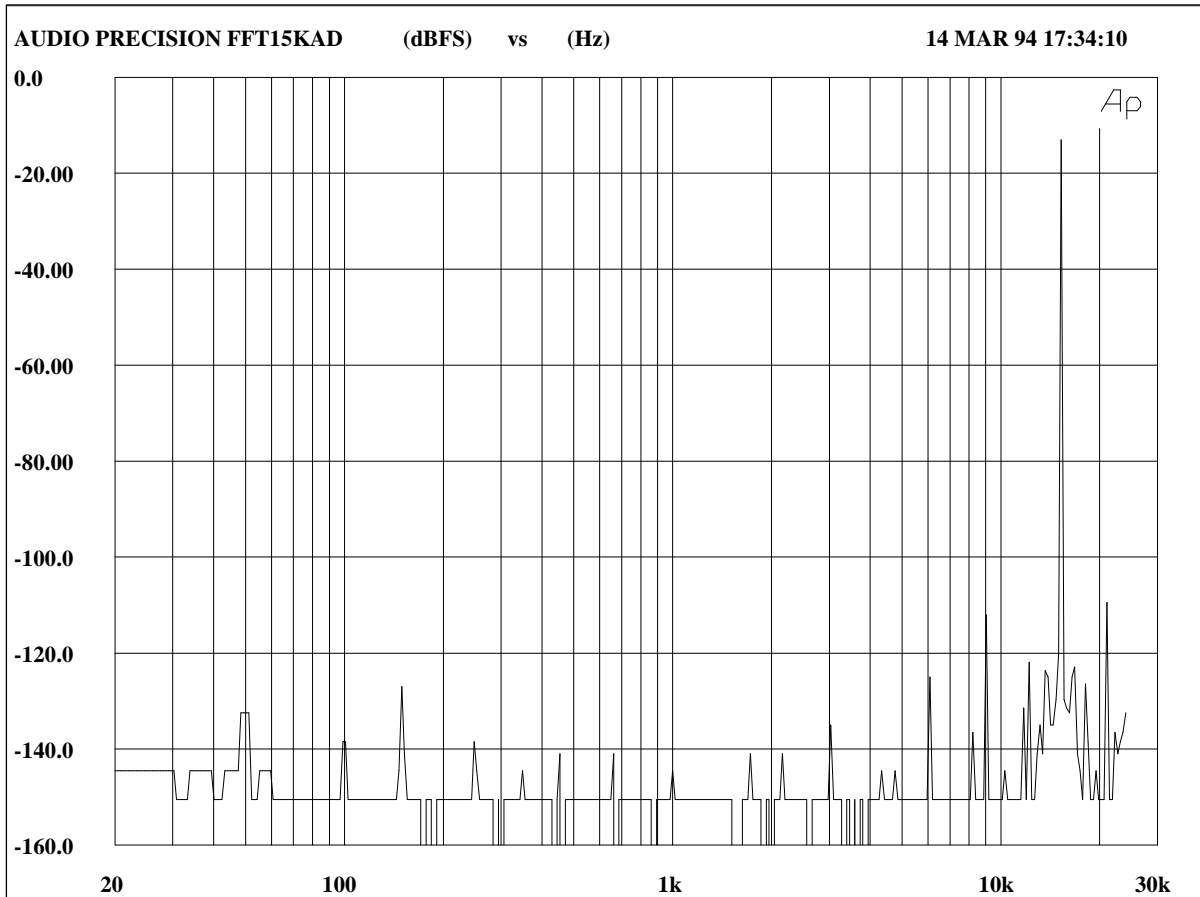
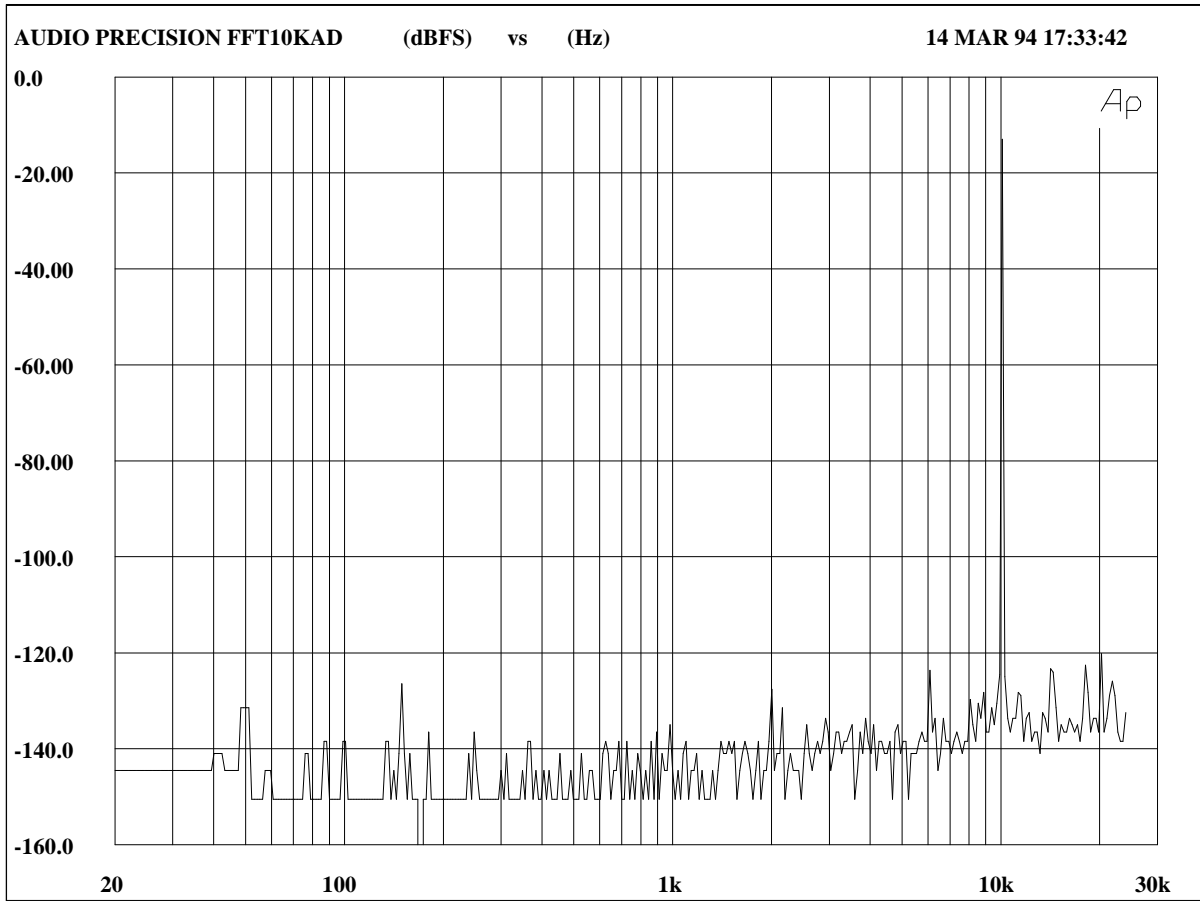


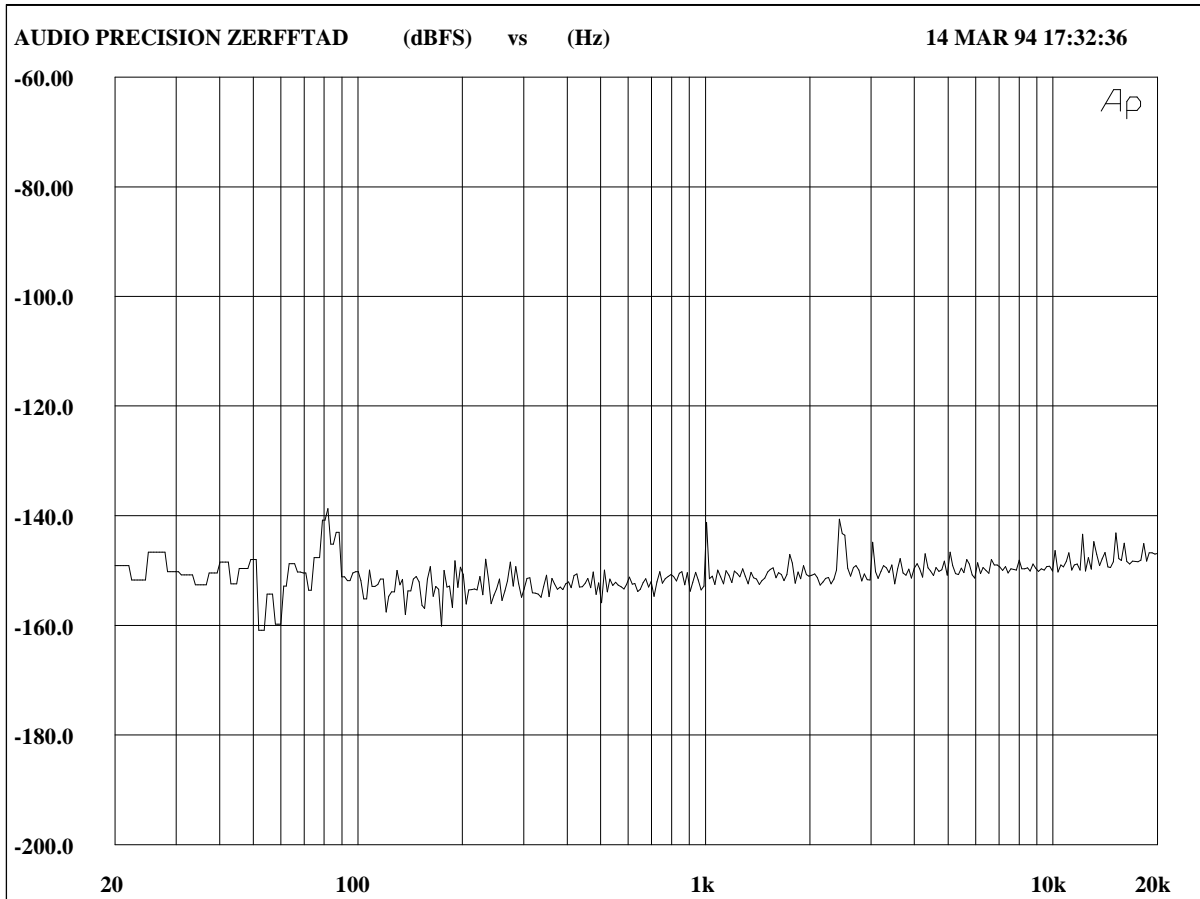




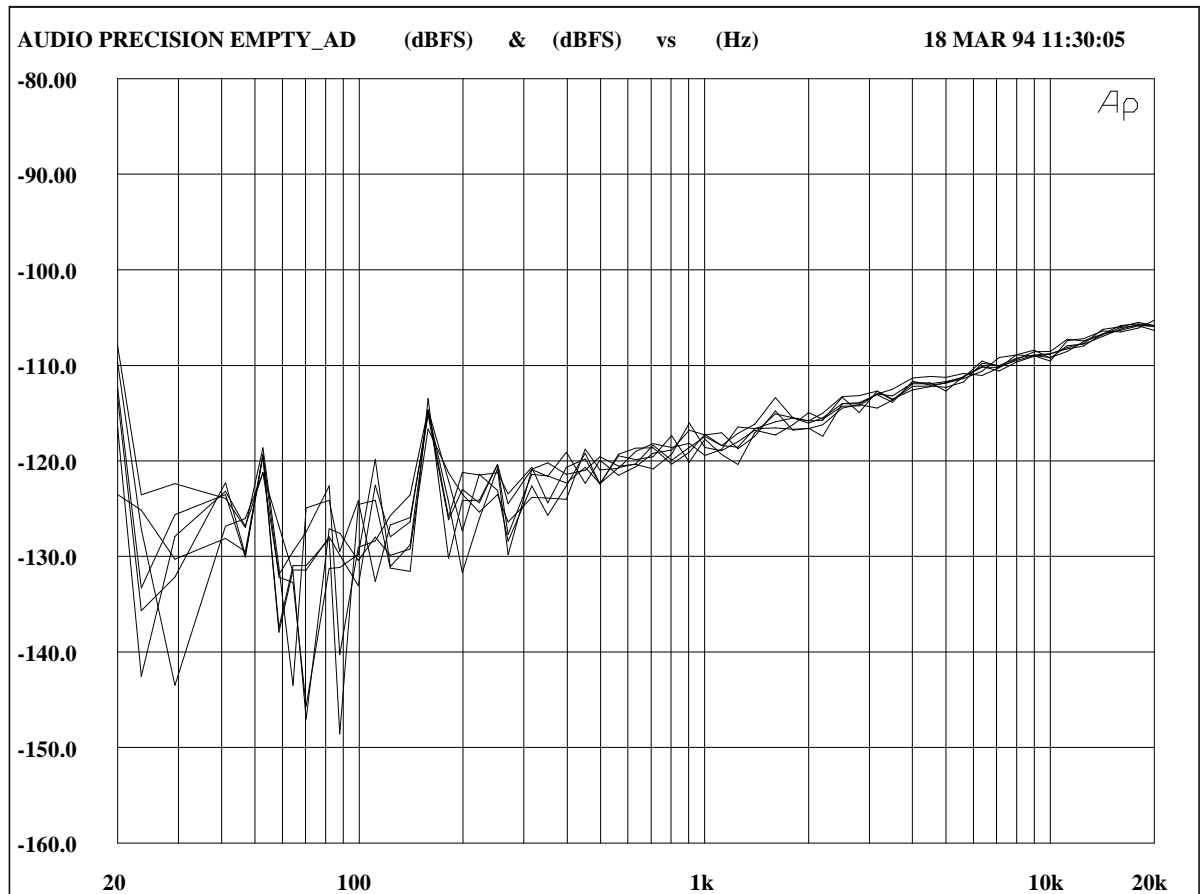








Valeur R.M.S : -109.93 dB FS

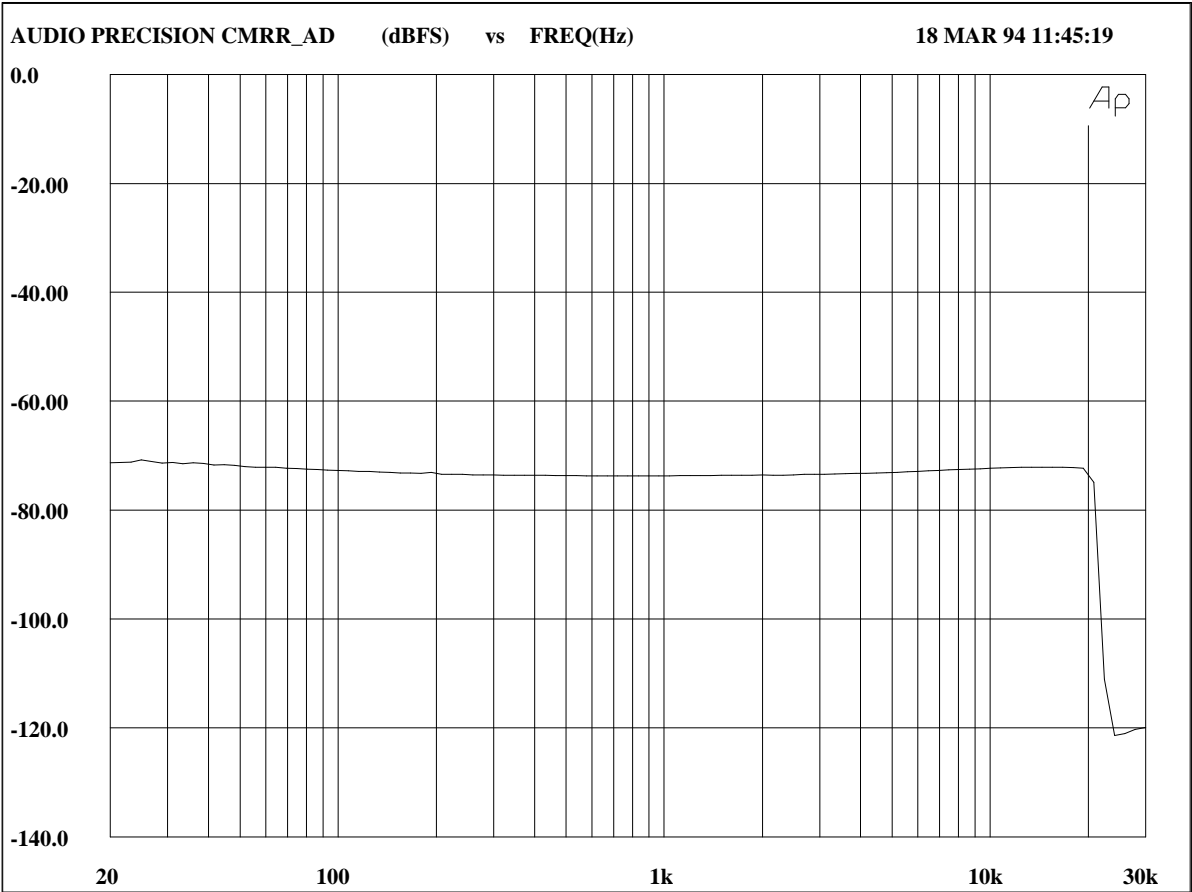


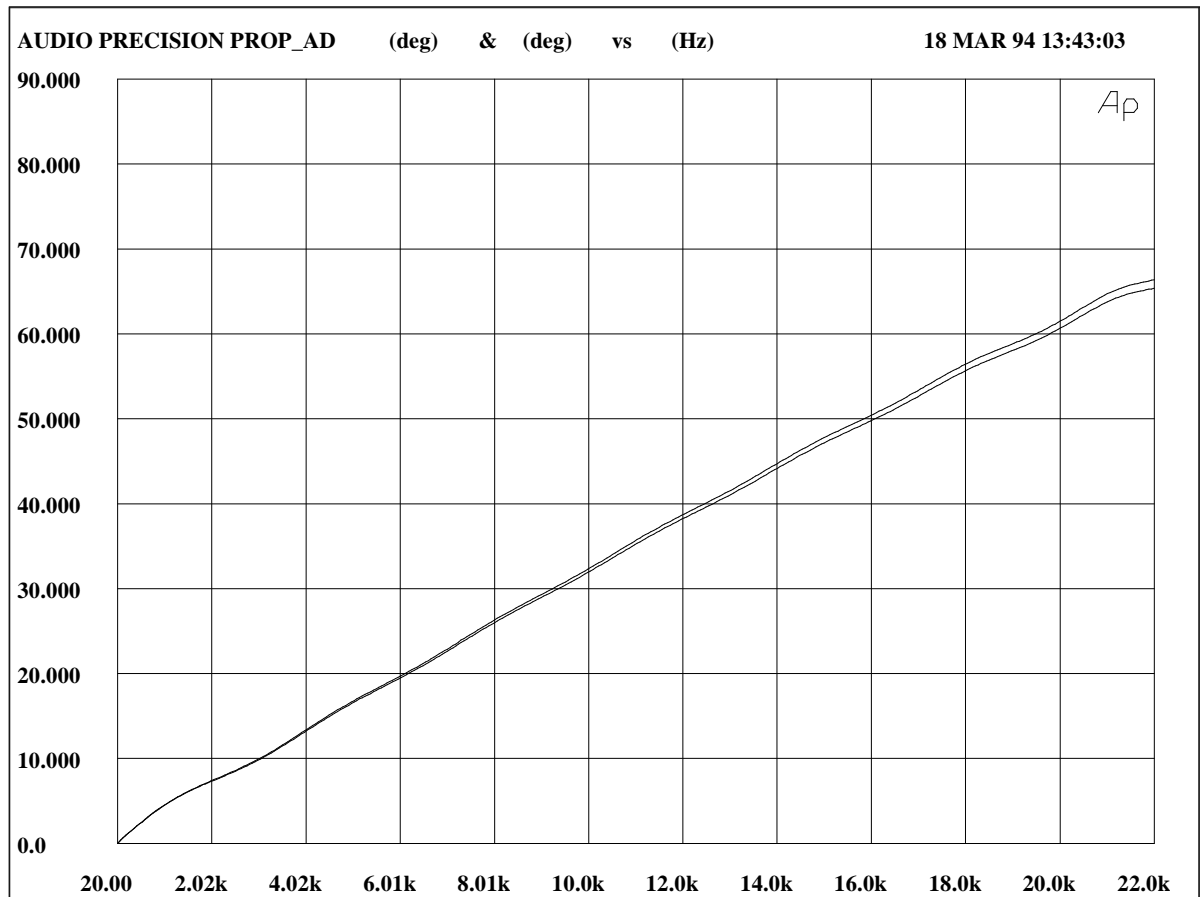
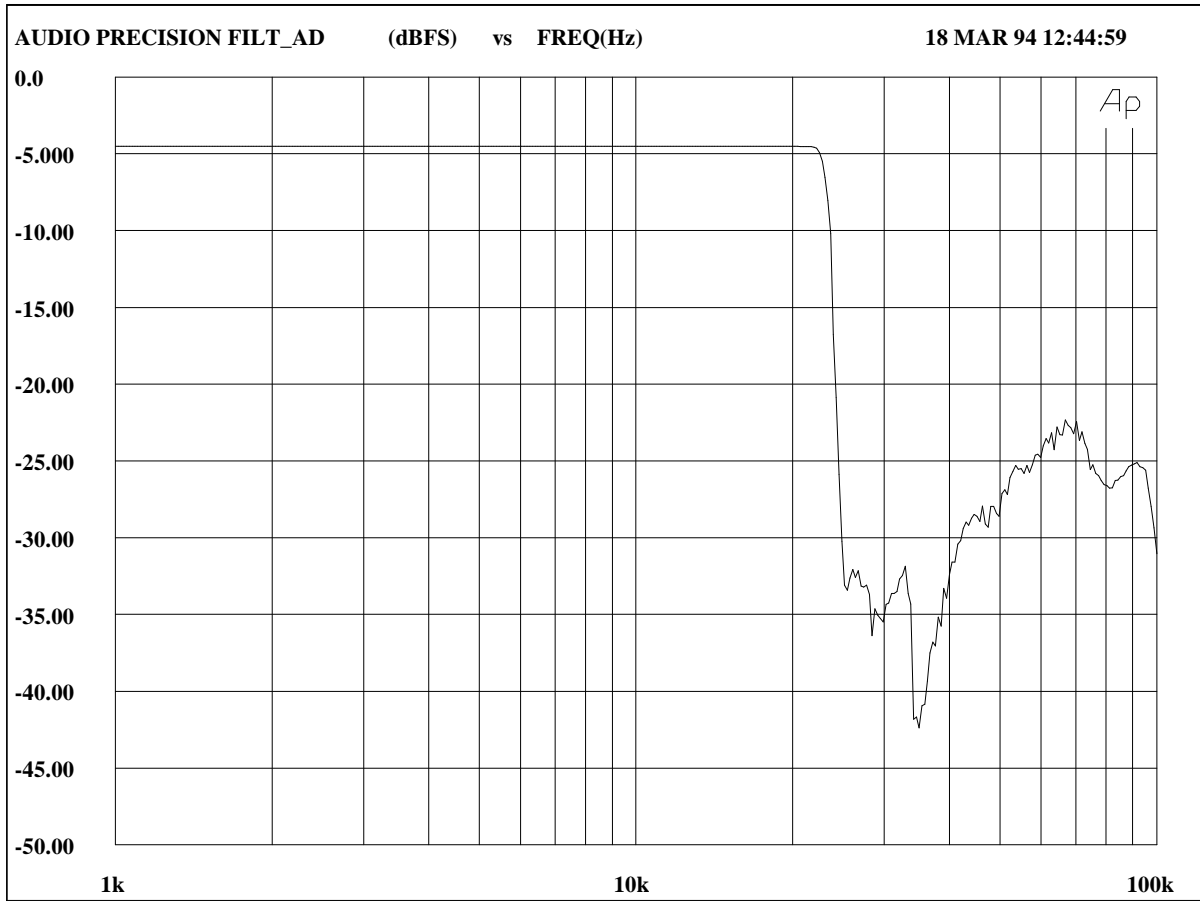
Convertisseur 20 bits LEXICON AD 2020 + Jitter de 40 nS

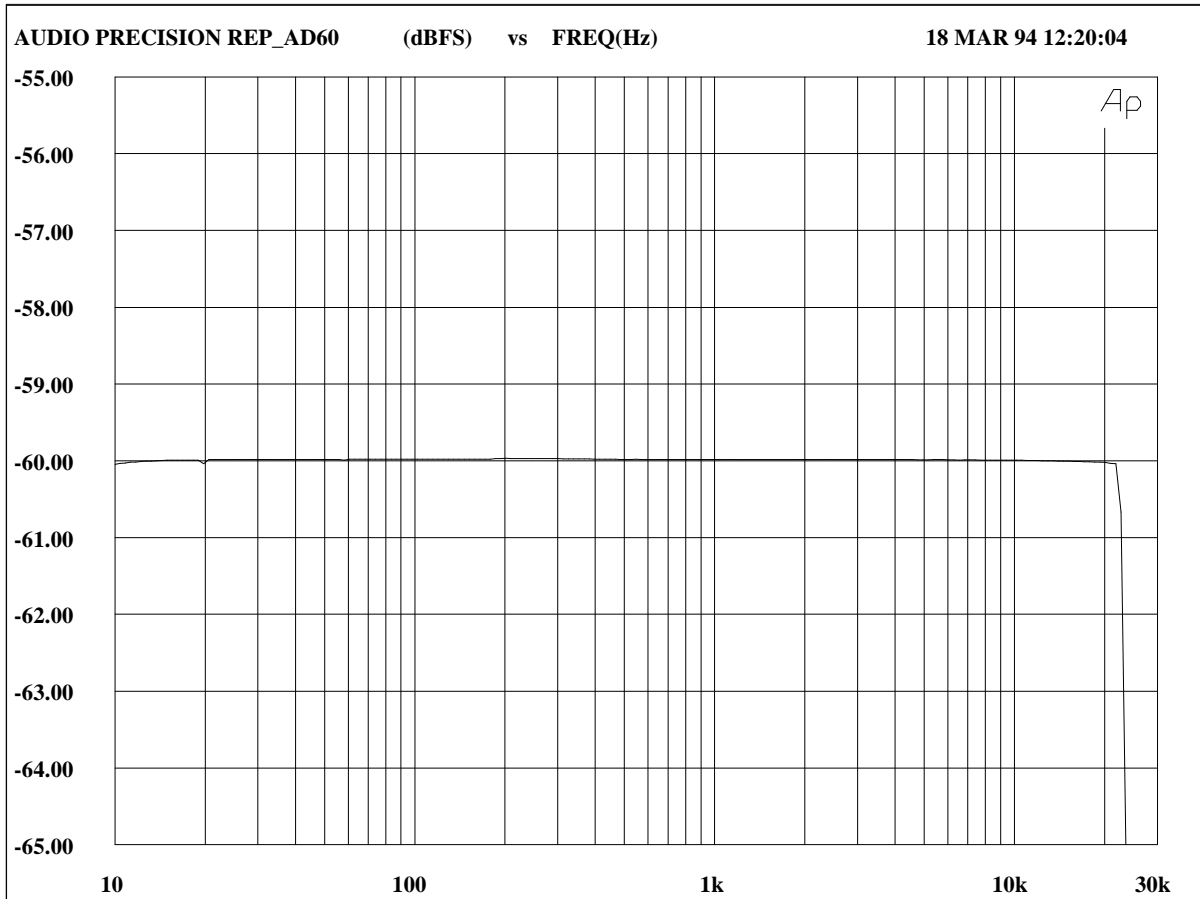
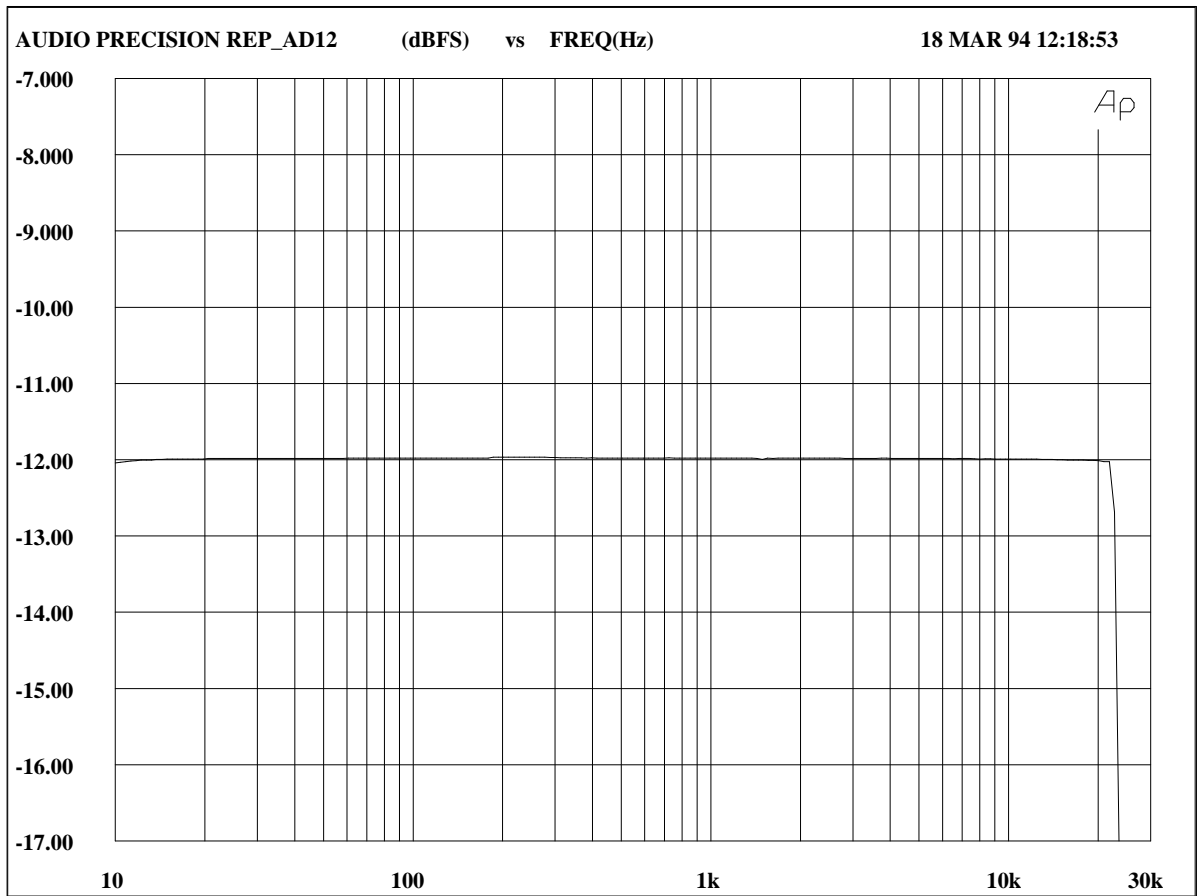
CONVERSION ANALOGIQUE NUMERIQUE

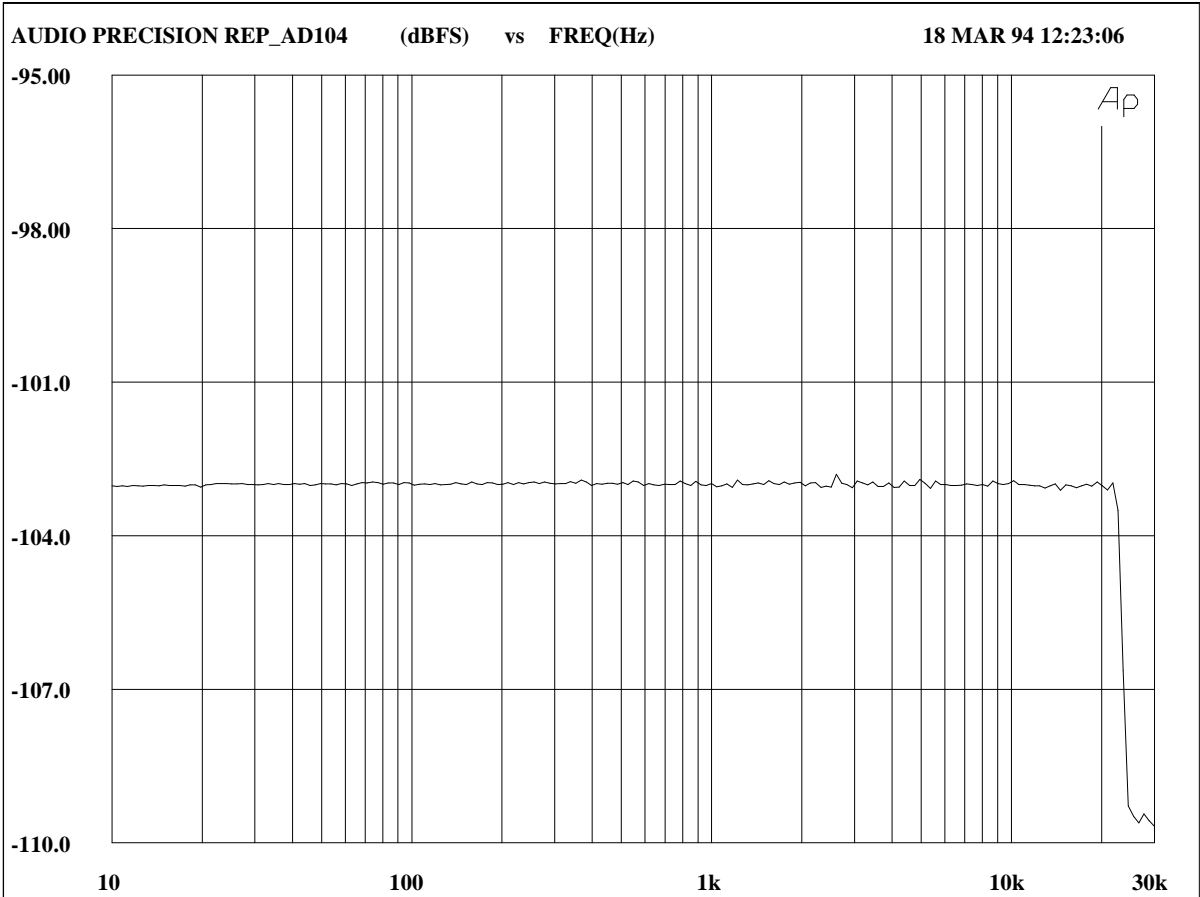
*N° de série : 11 49 12/92 L
Type Σ DPCM 20 bits
Suréchantillonnage par 64
Chip Analog Device AD 1879*

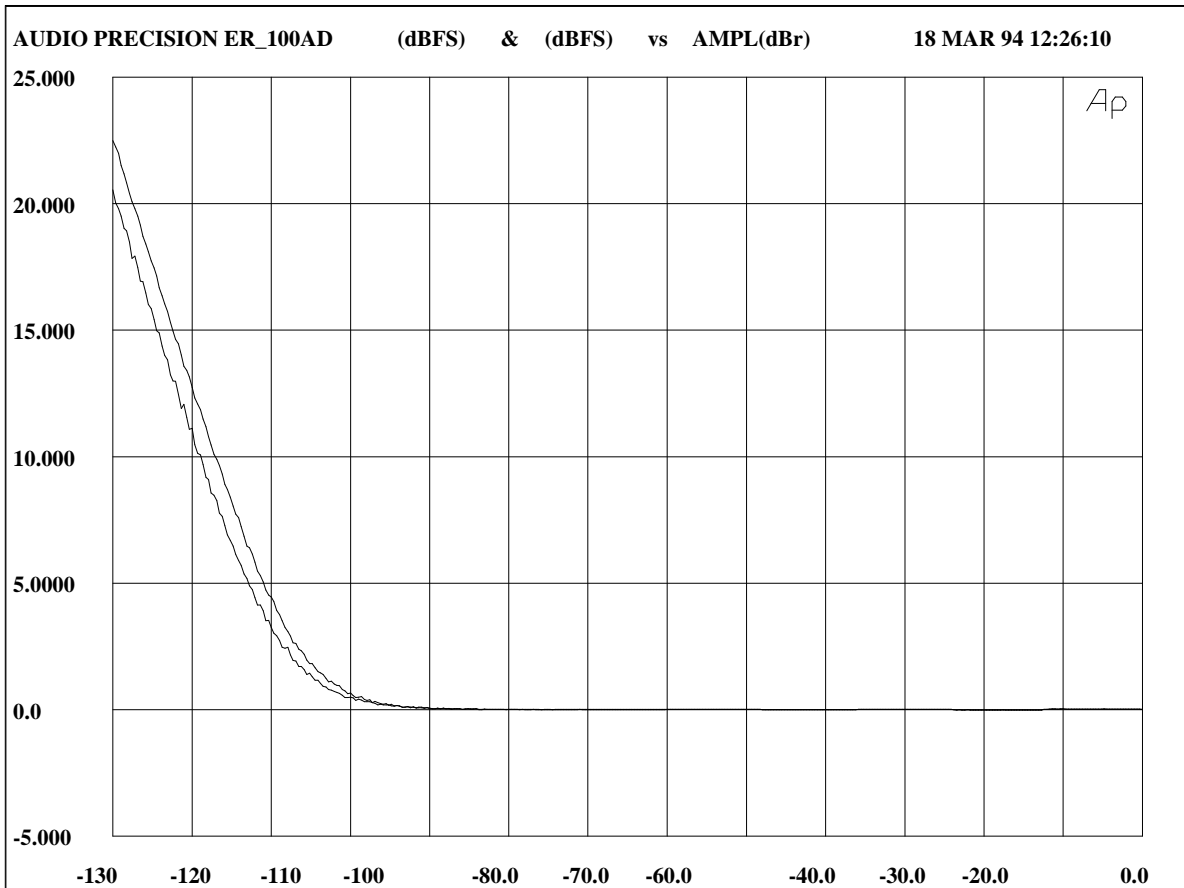
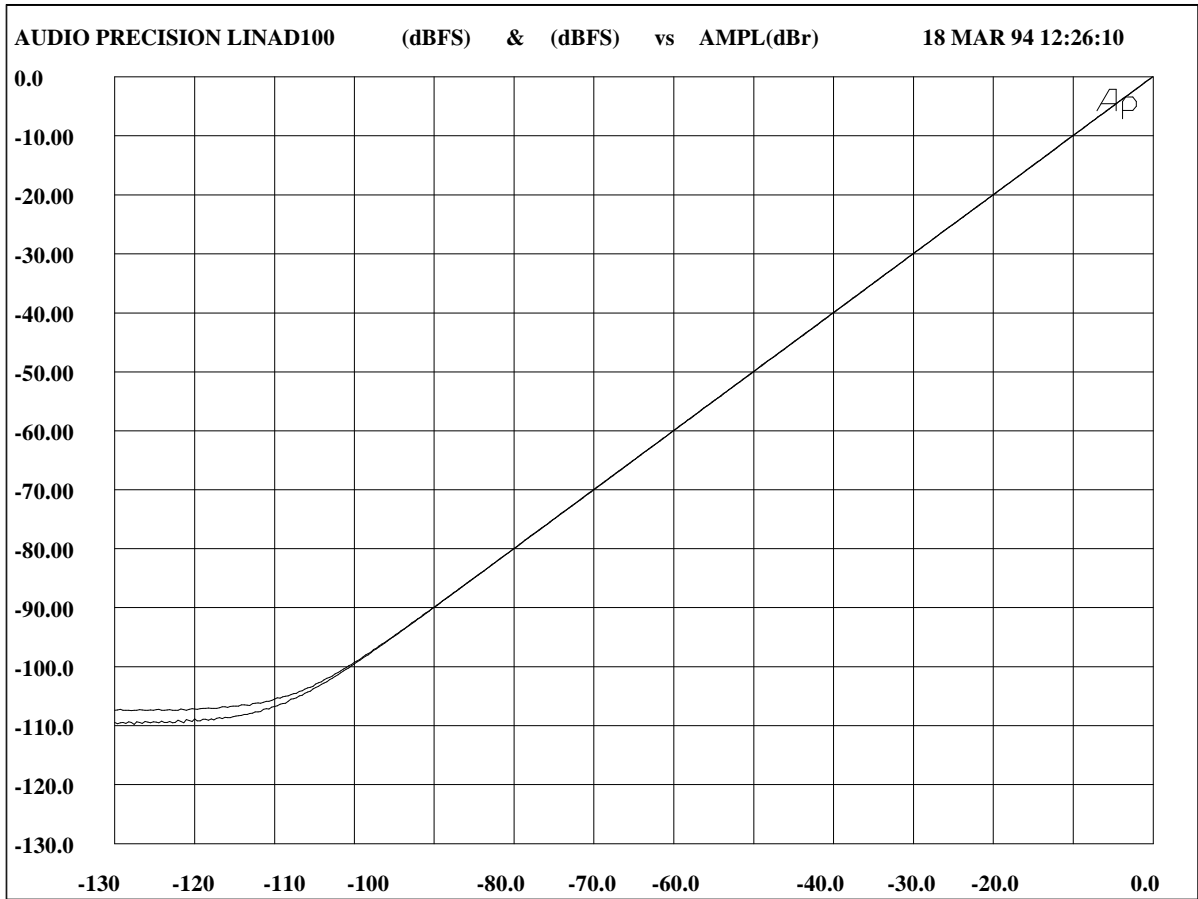
<i>Précision de l'horloge interne (ppm)</i>	<i>5.7</i>
<i>Niveau Max (dBu)</i>	<i>22.53</i>
<i>Taux de réjection en mode commun à 15 kHz (dB)</i>	<i>60.8</i>
<i>Temps de traitement</i>	<i>1.687 mS</i>
<i>Dynamique à 1kHz (dB)</i>	<i>107.3</i>
<i>Erreur de Linéarité (1dB) à 1kHz (dB FS)</i>	<i>-102</i>
<i>Rapport signal /bruit (en dB par rapport à +12 dBu)</i>	<i>96.7</i>
<i>Bande Passante à - 1 dB (en kHz / ref : -12 dB FS)</i>	<i>22.6</i>
<i>Distorsion Maximale pour 1 kHz (20 Hz-22kHz en dB FS)</i>	<i>-88.6</i>
<i>Impédance d'entrée (kΩ)</i>	<i>70</i>

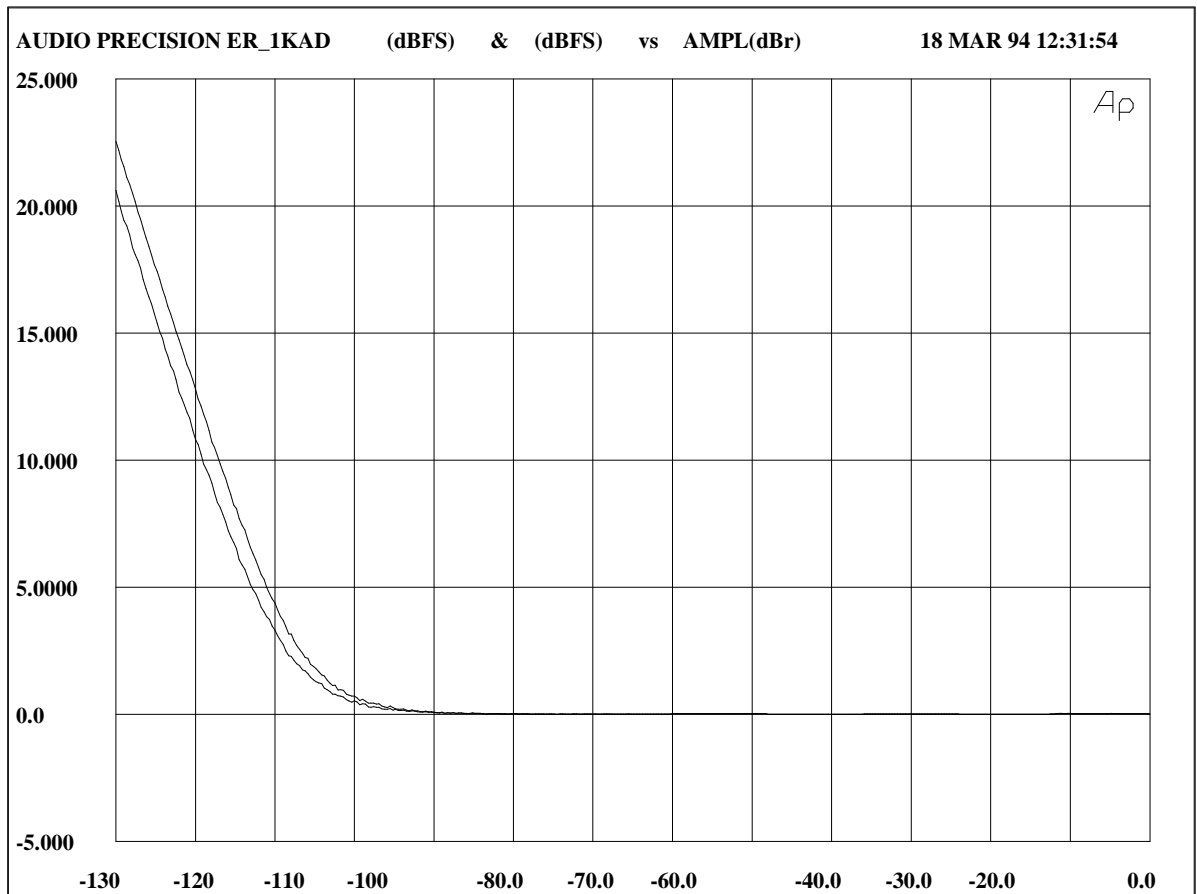
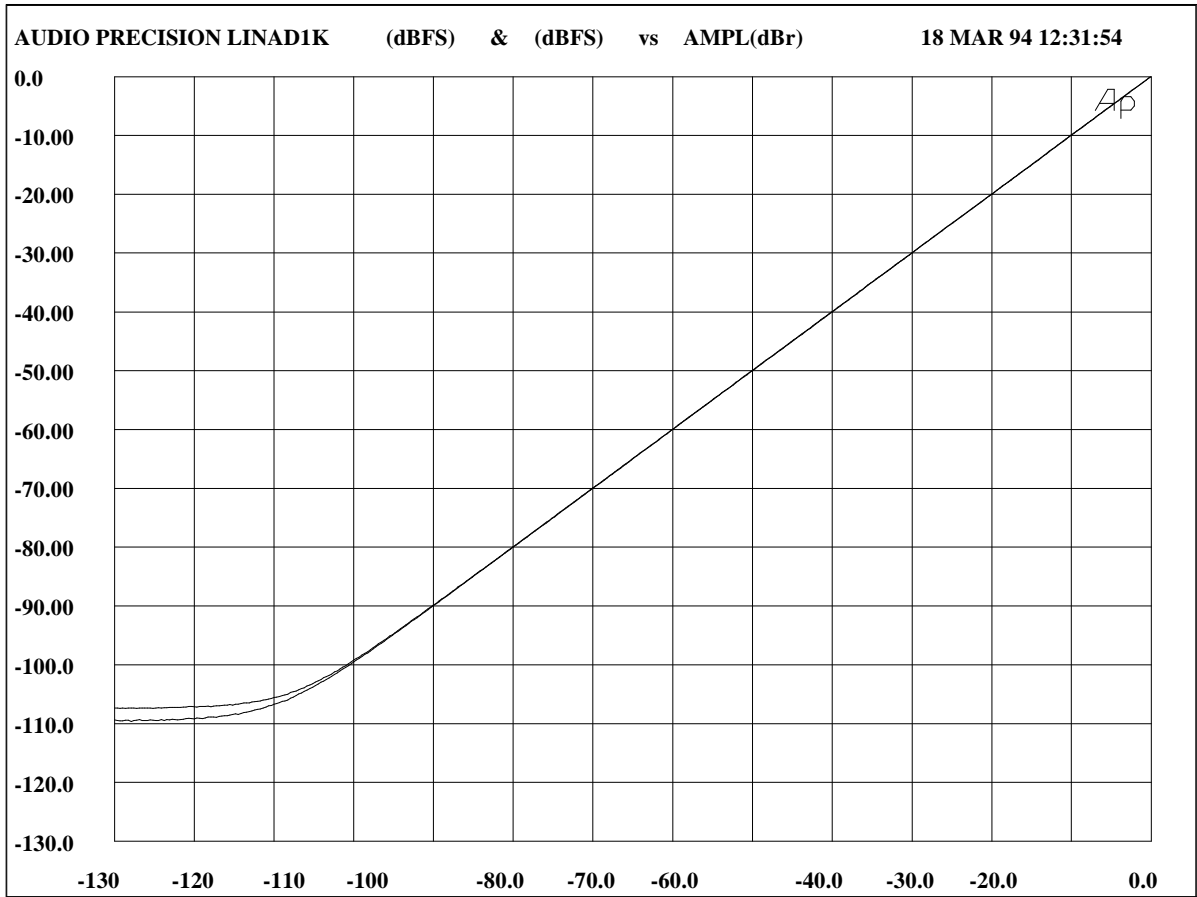


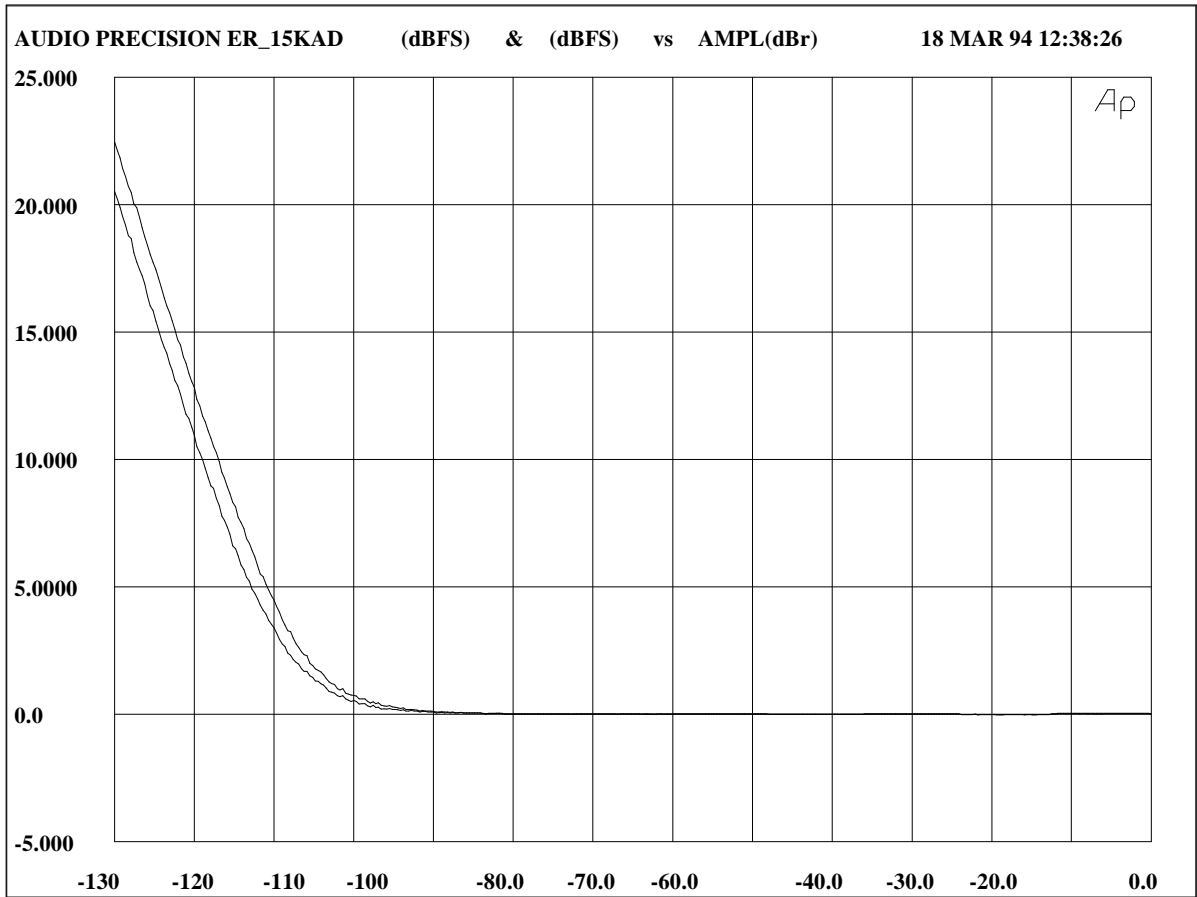
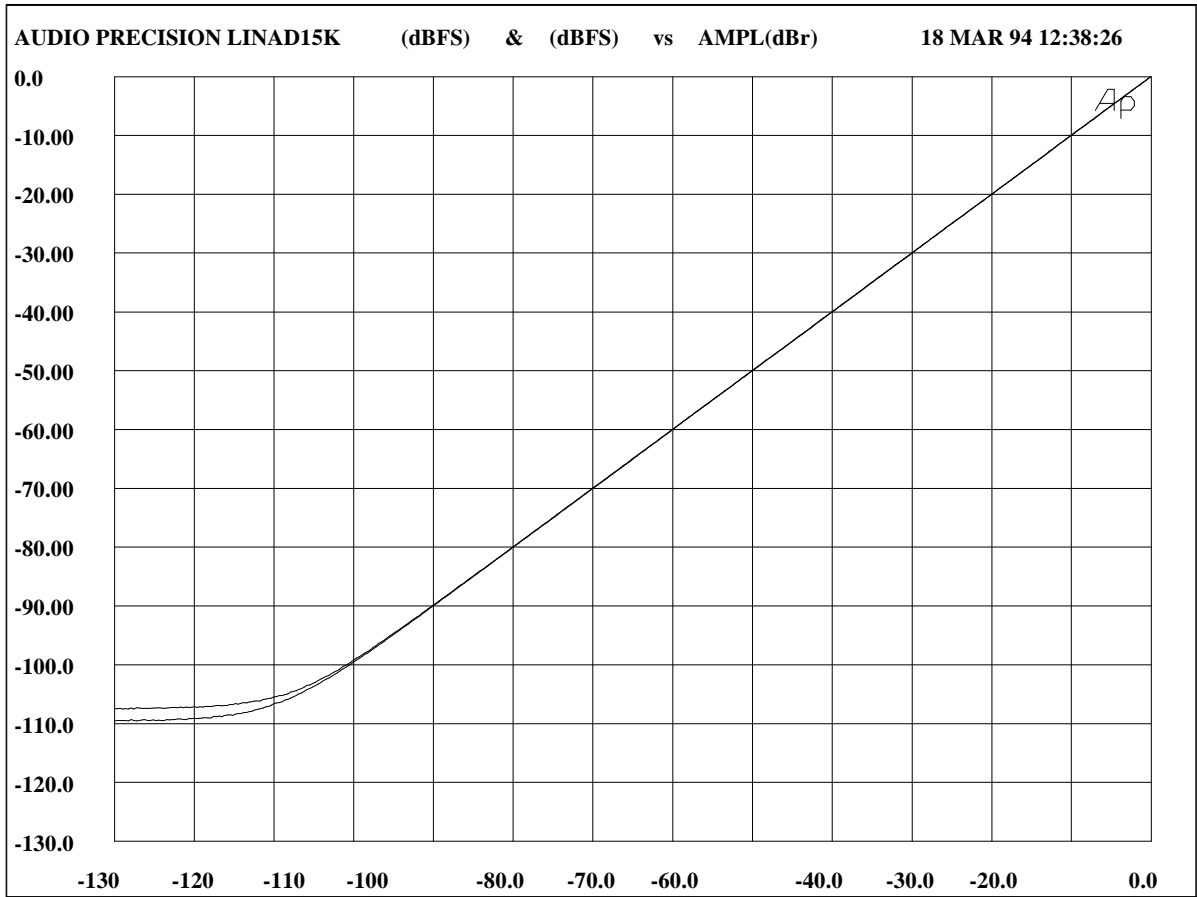


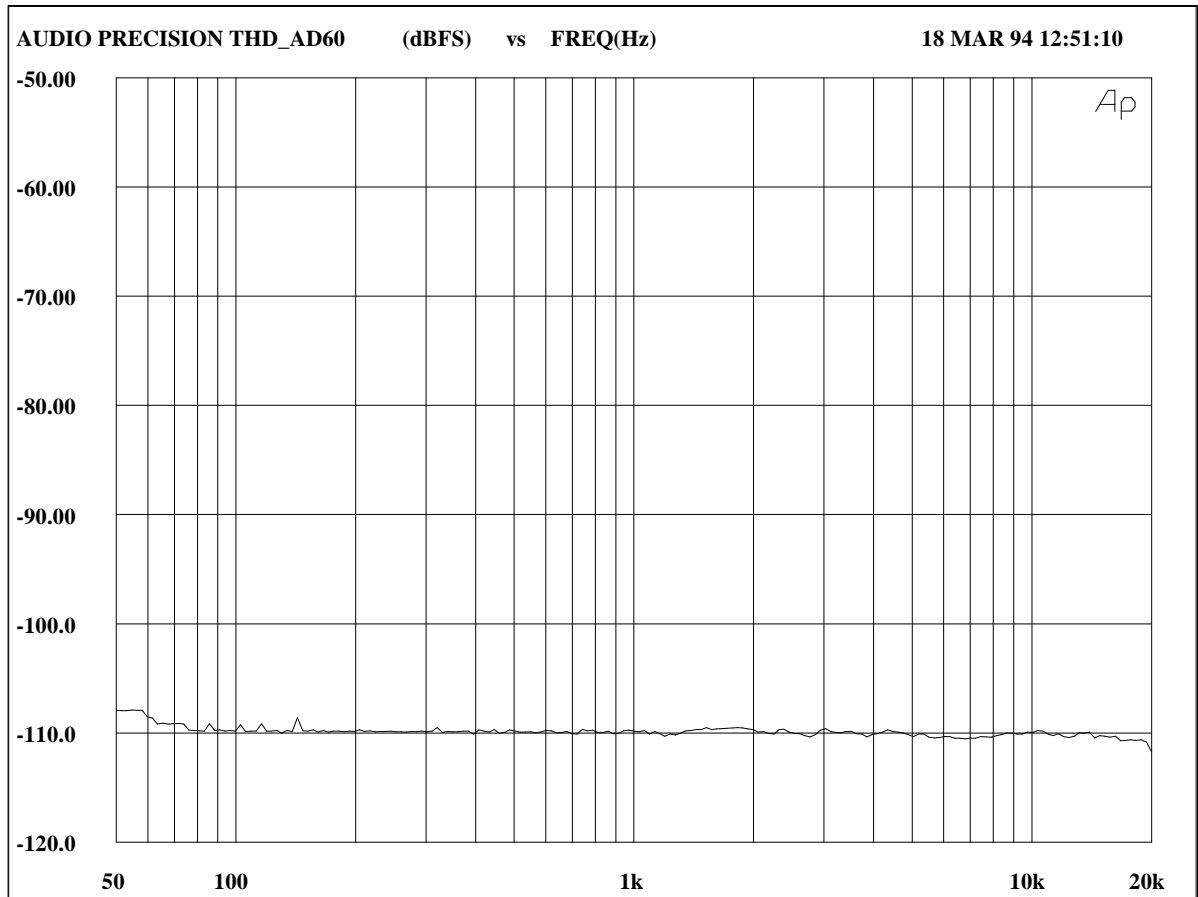
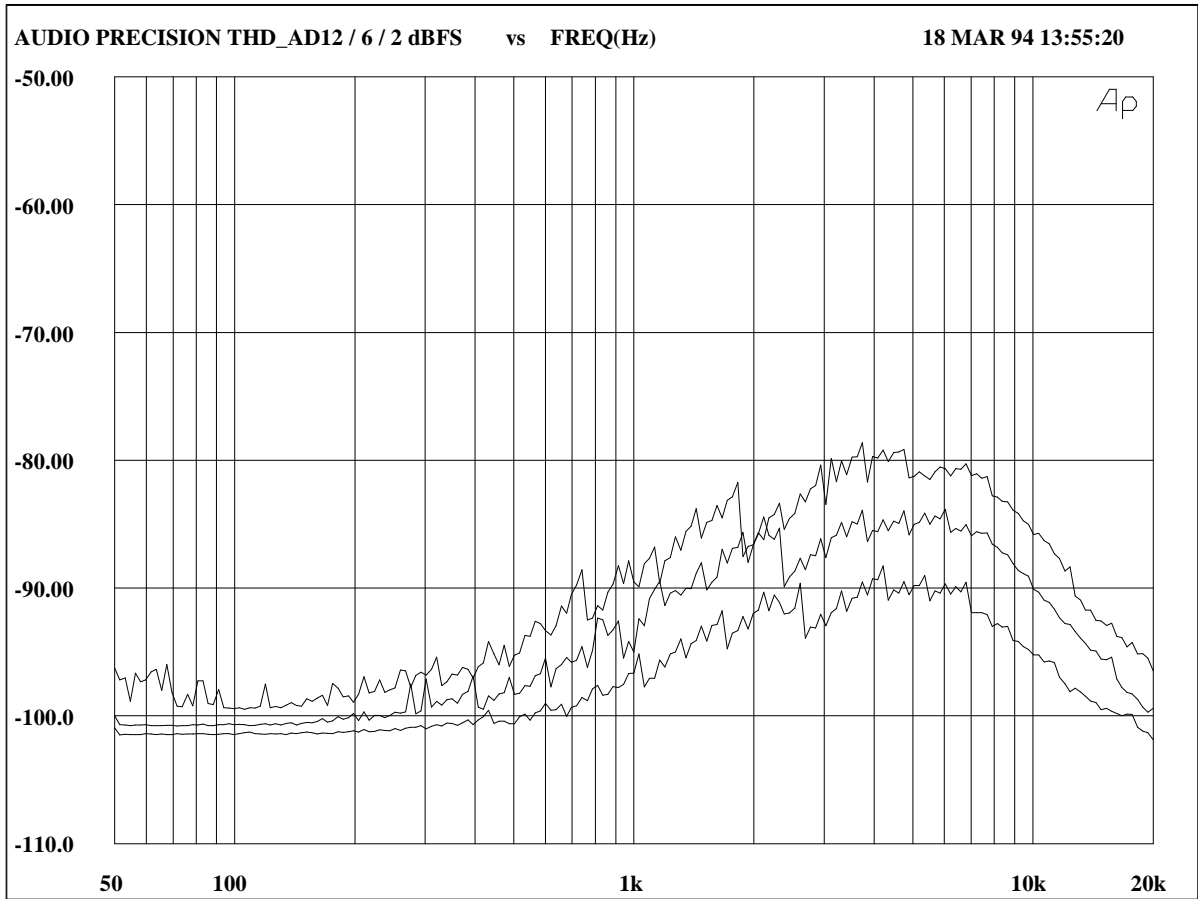


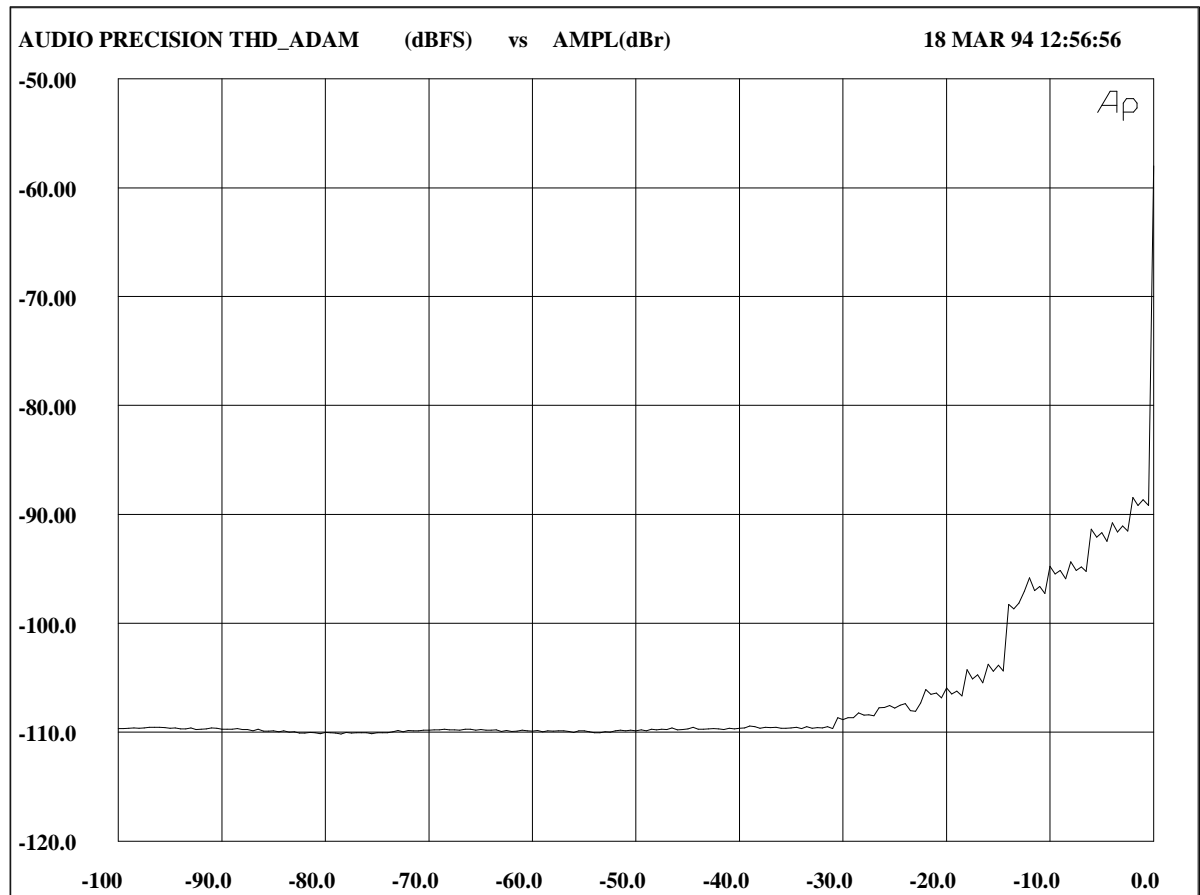
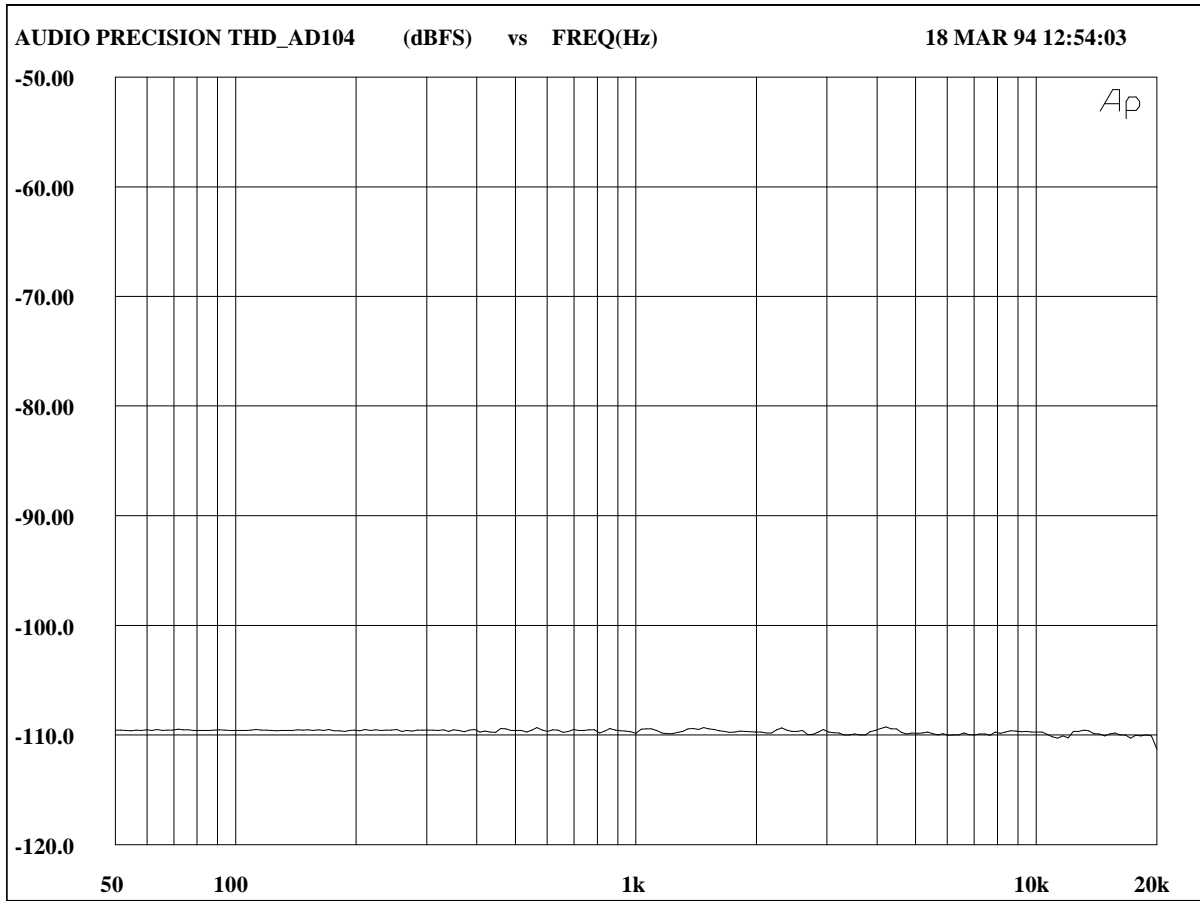


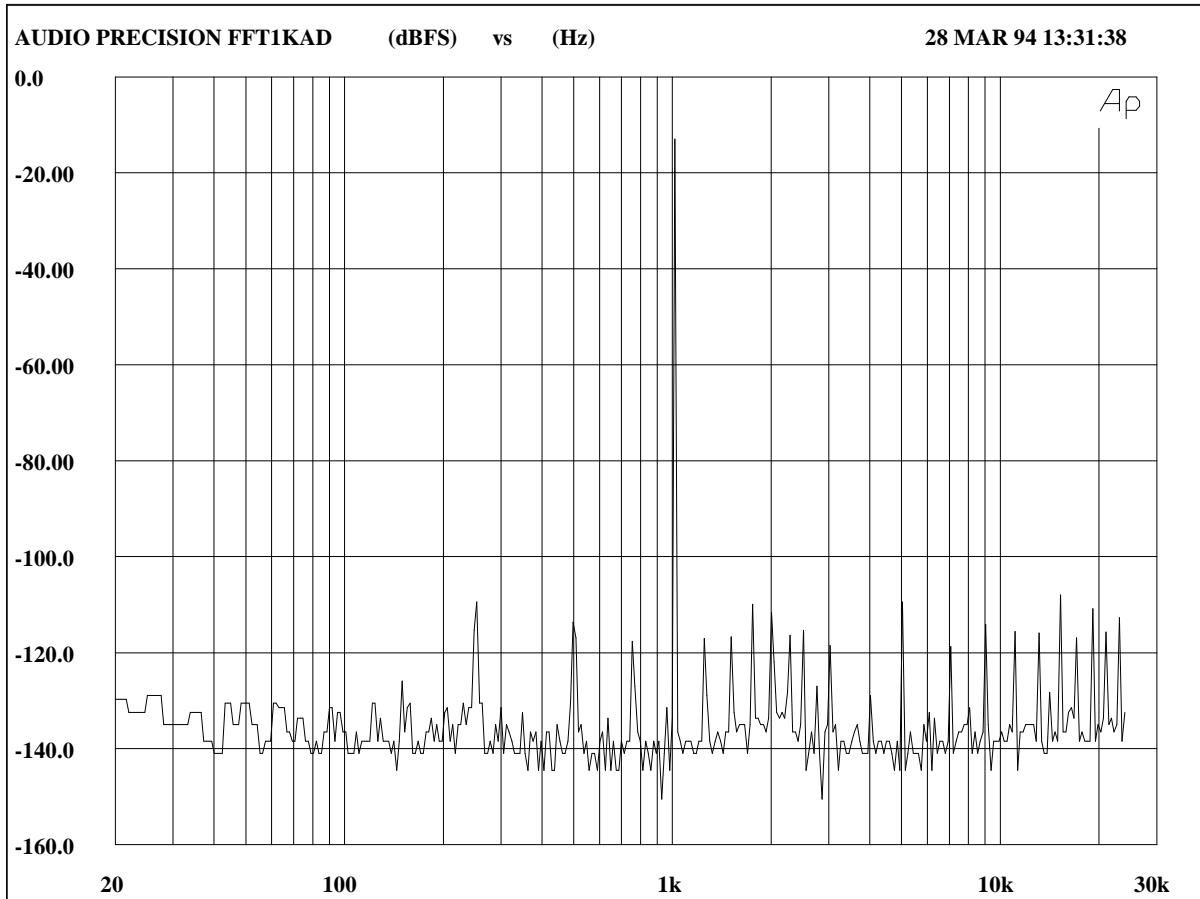
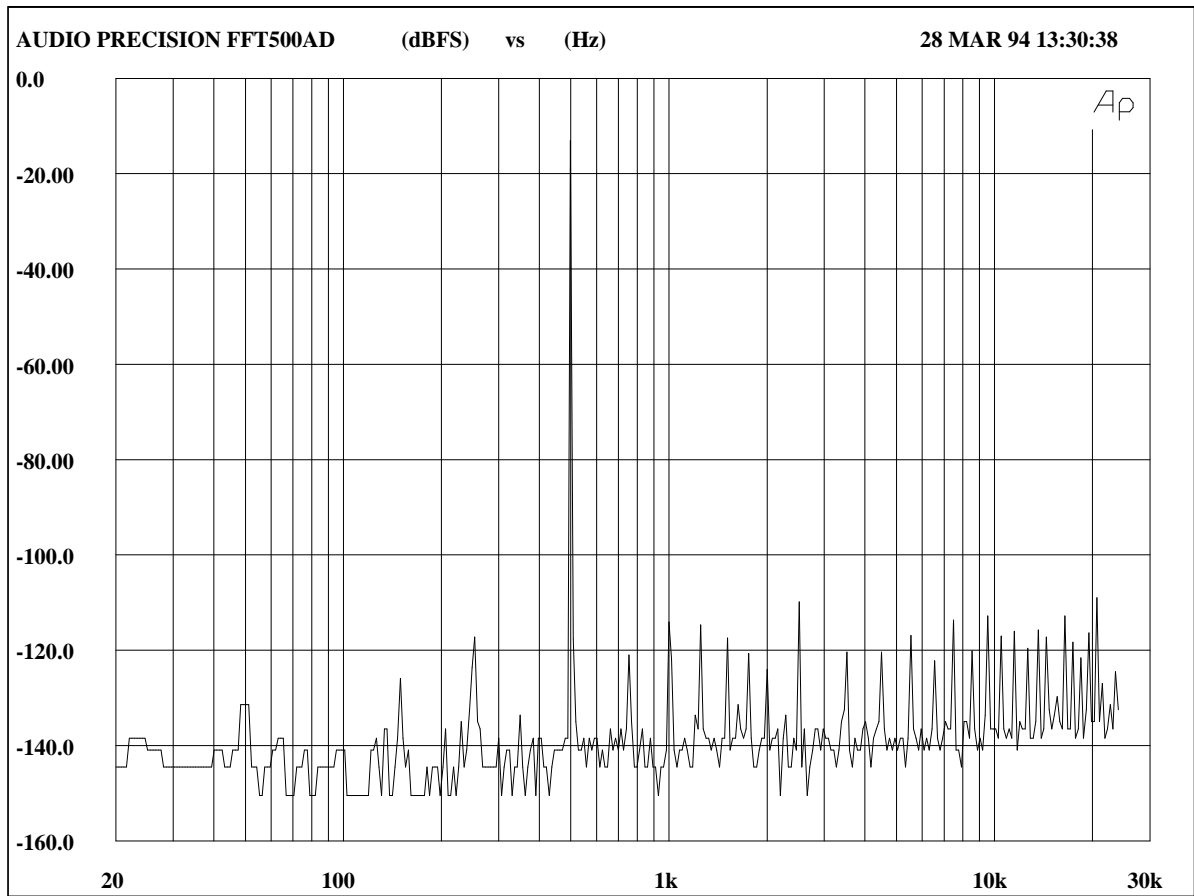


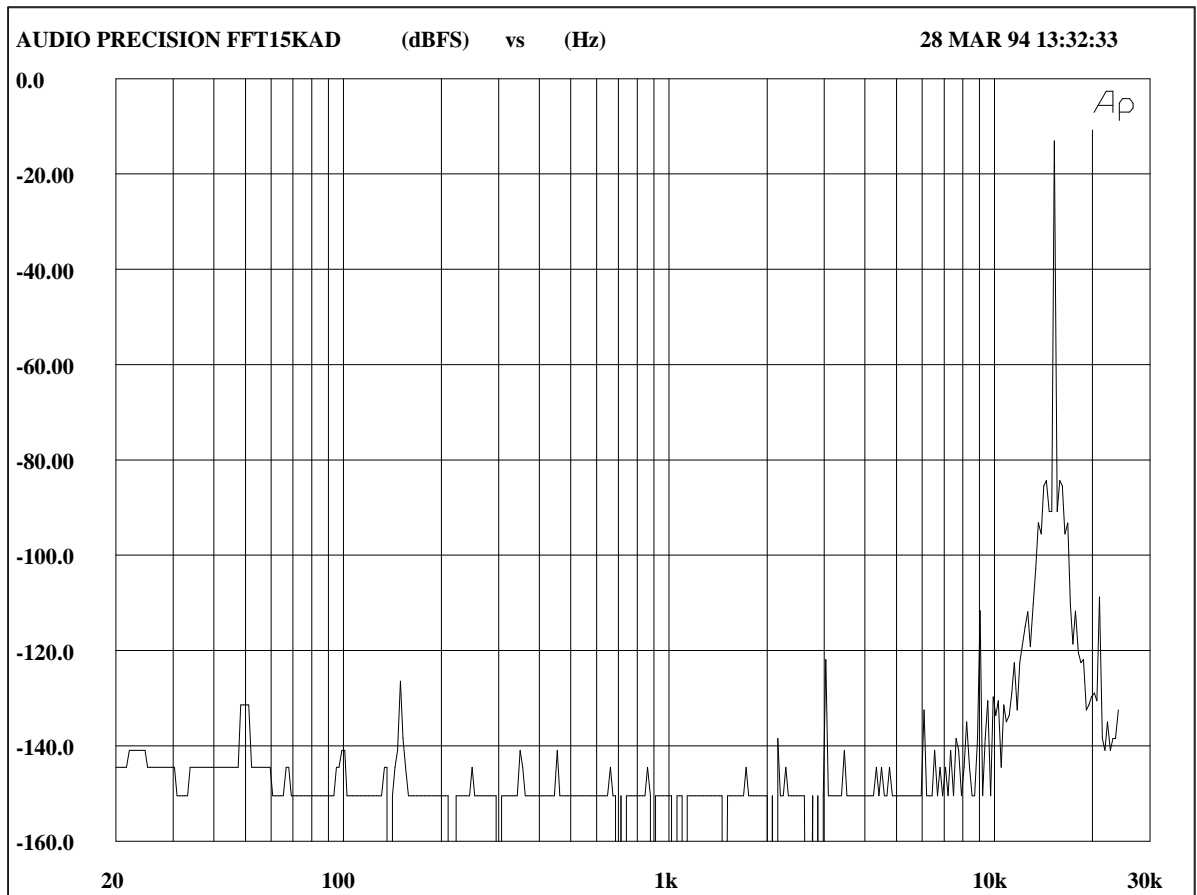
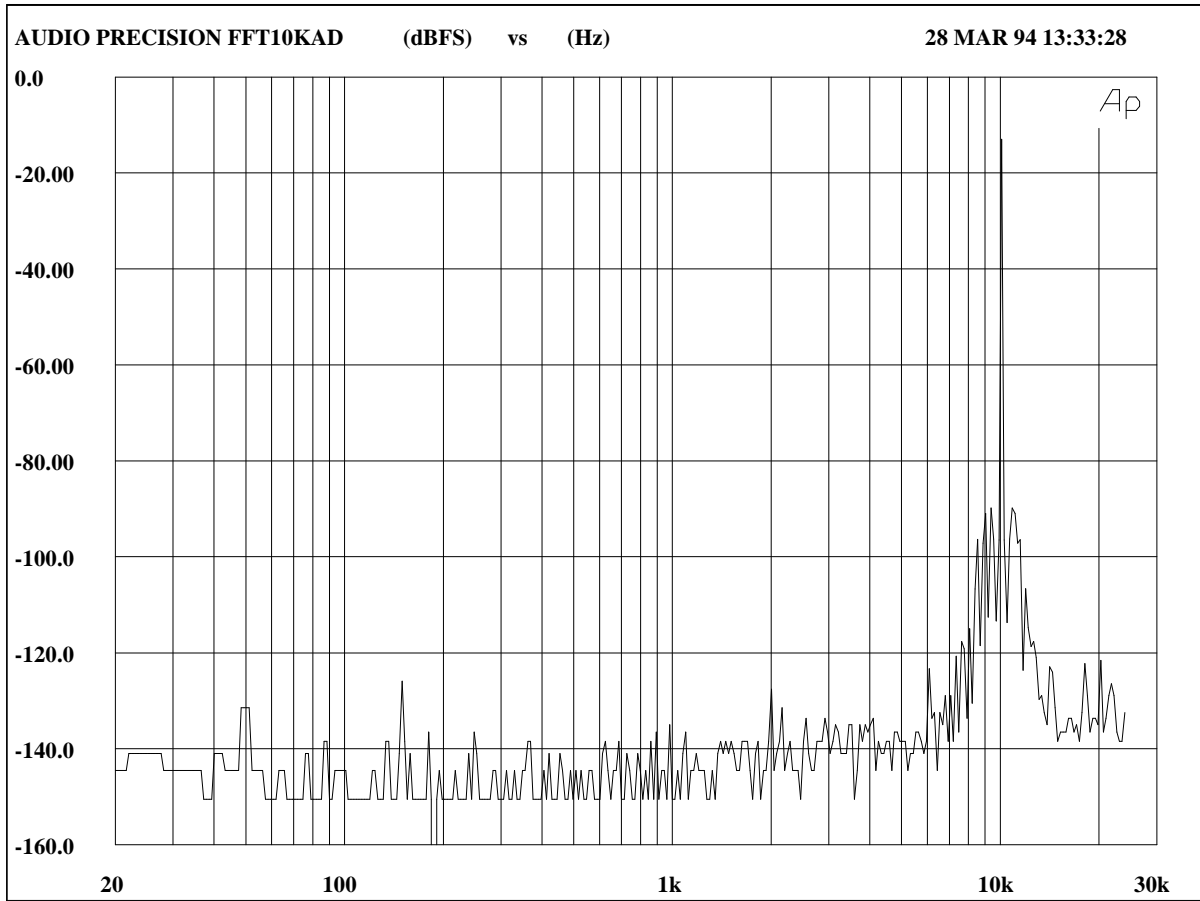


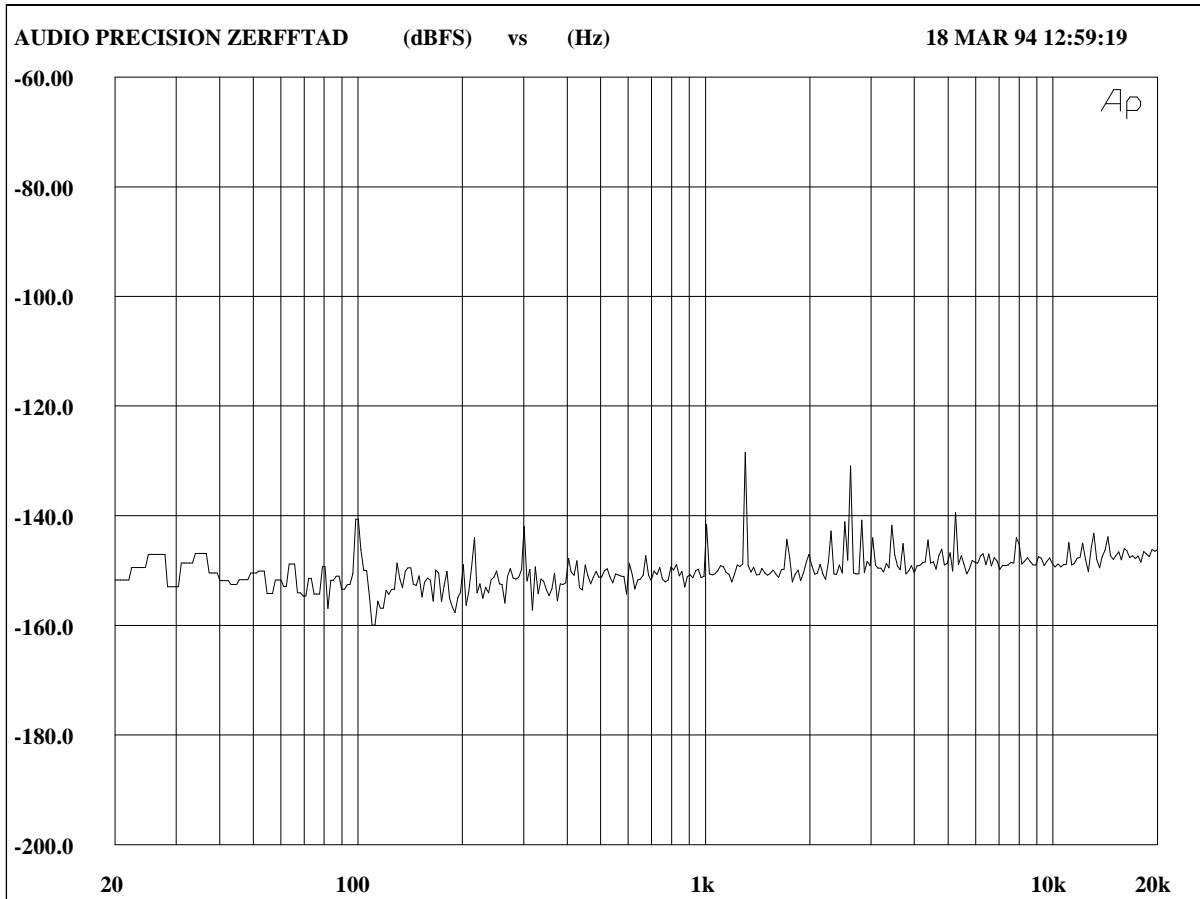




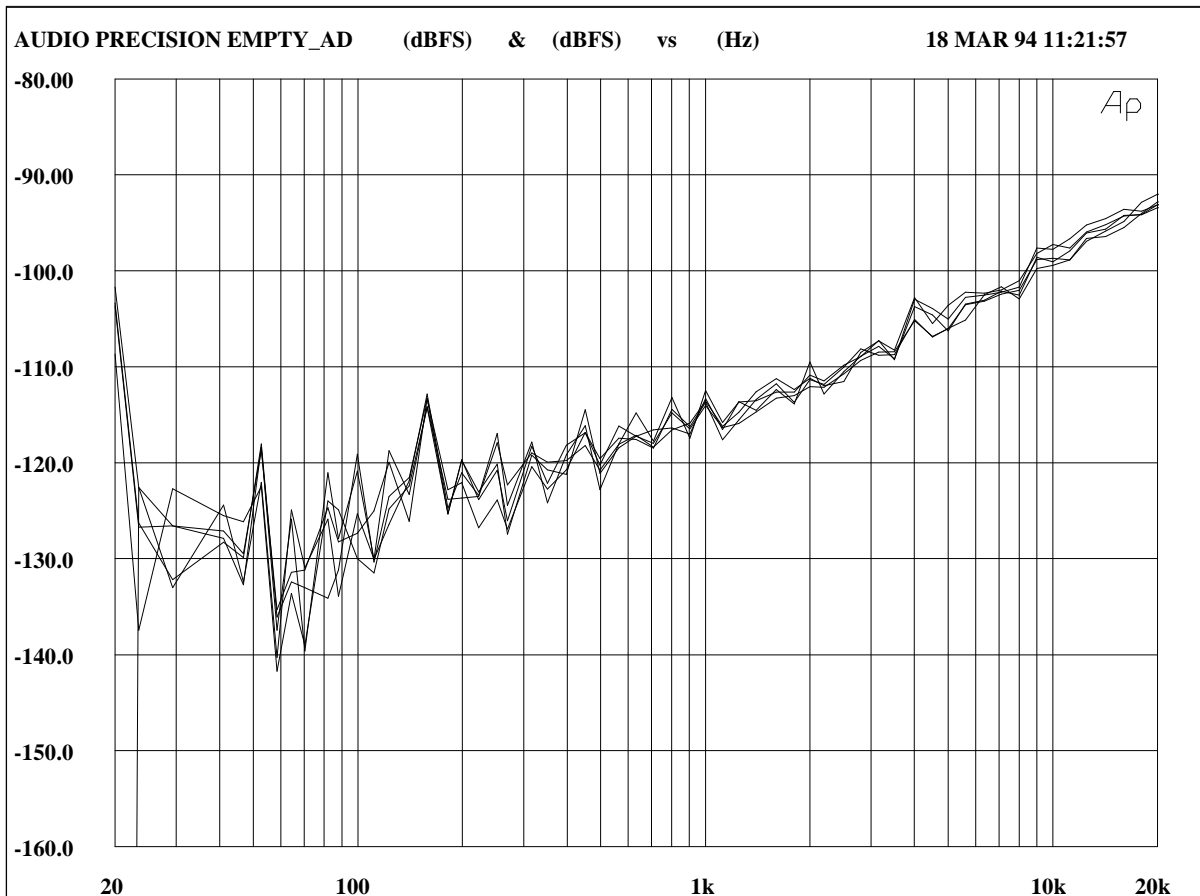








Valeur R.M.S : -109.59 dB FS



NAGRA D

Version 18 bits

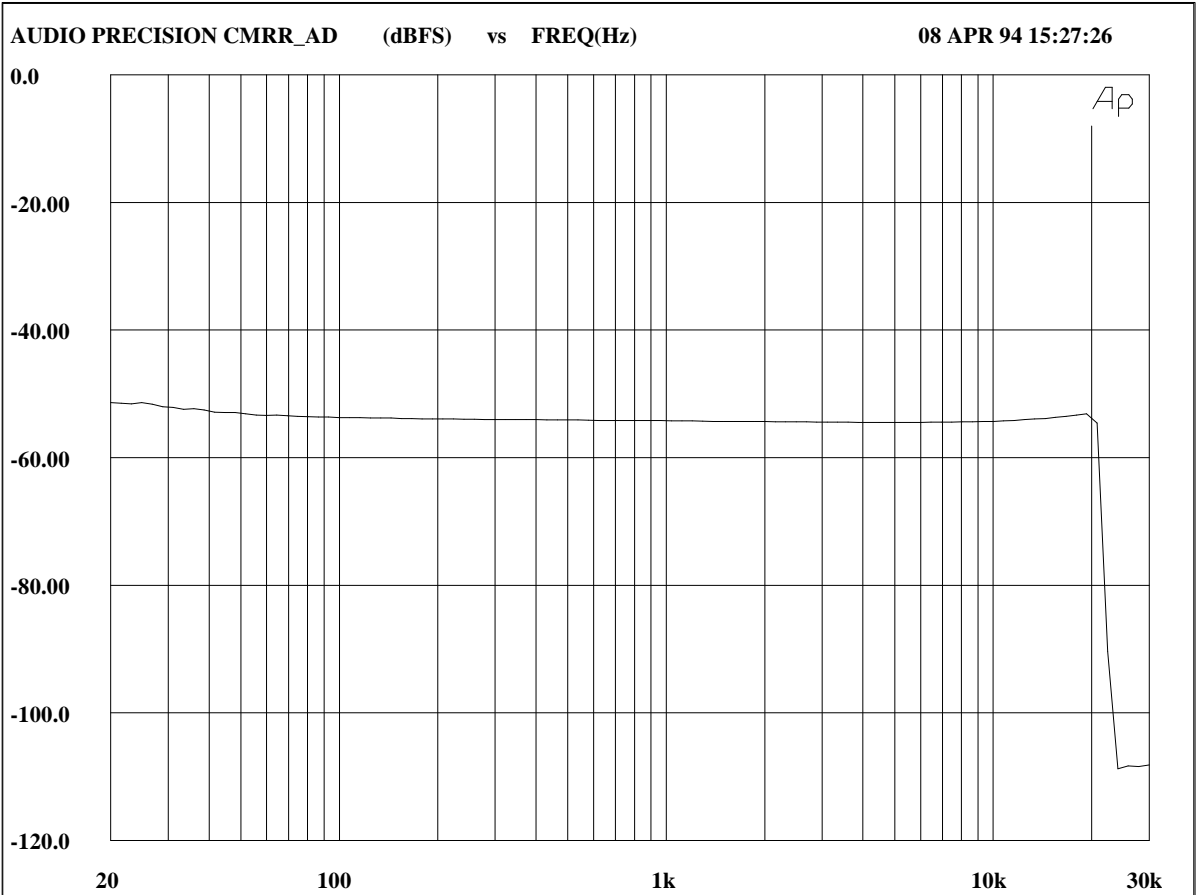
CONVERSION ANALOGIQUE NUMERIQUE

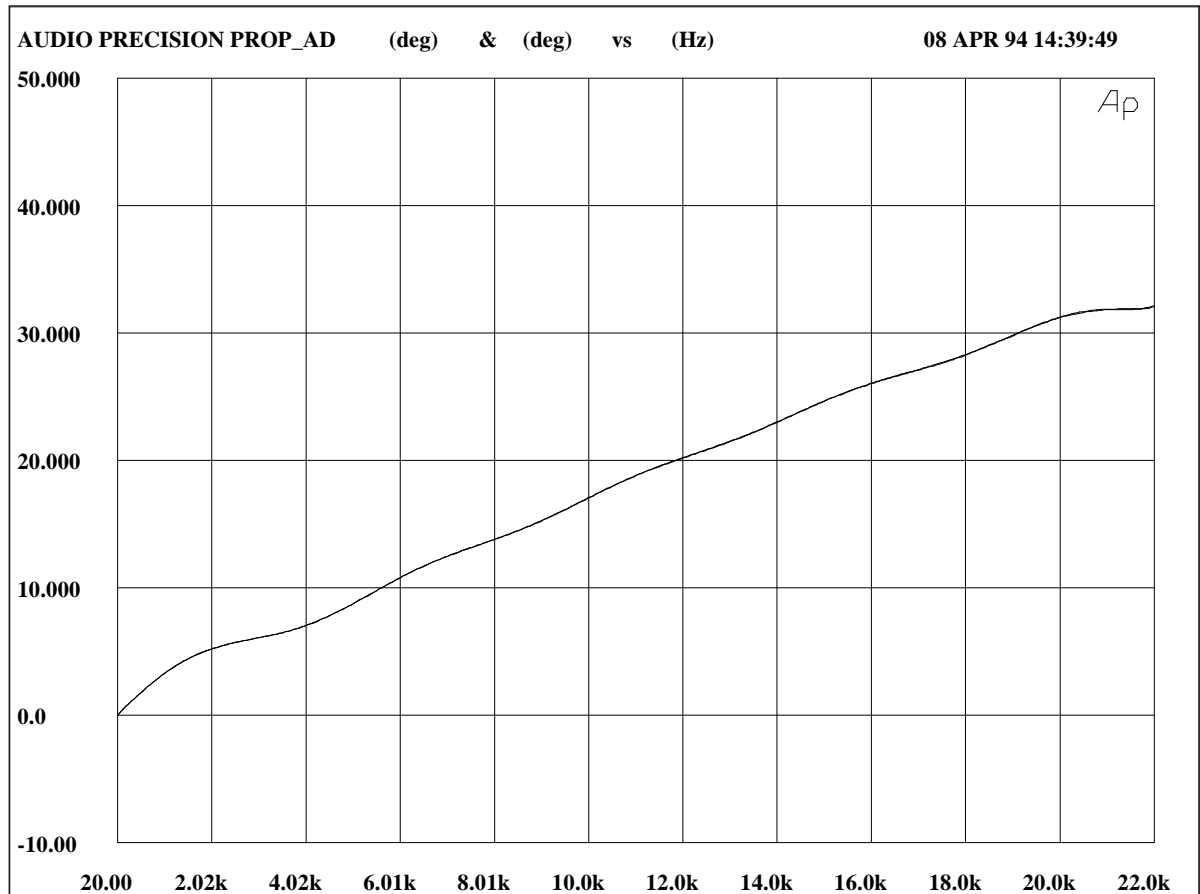
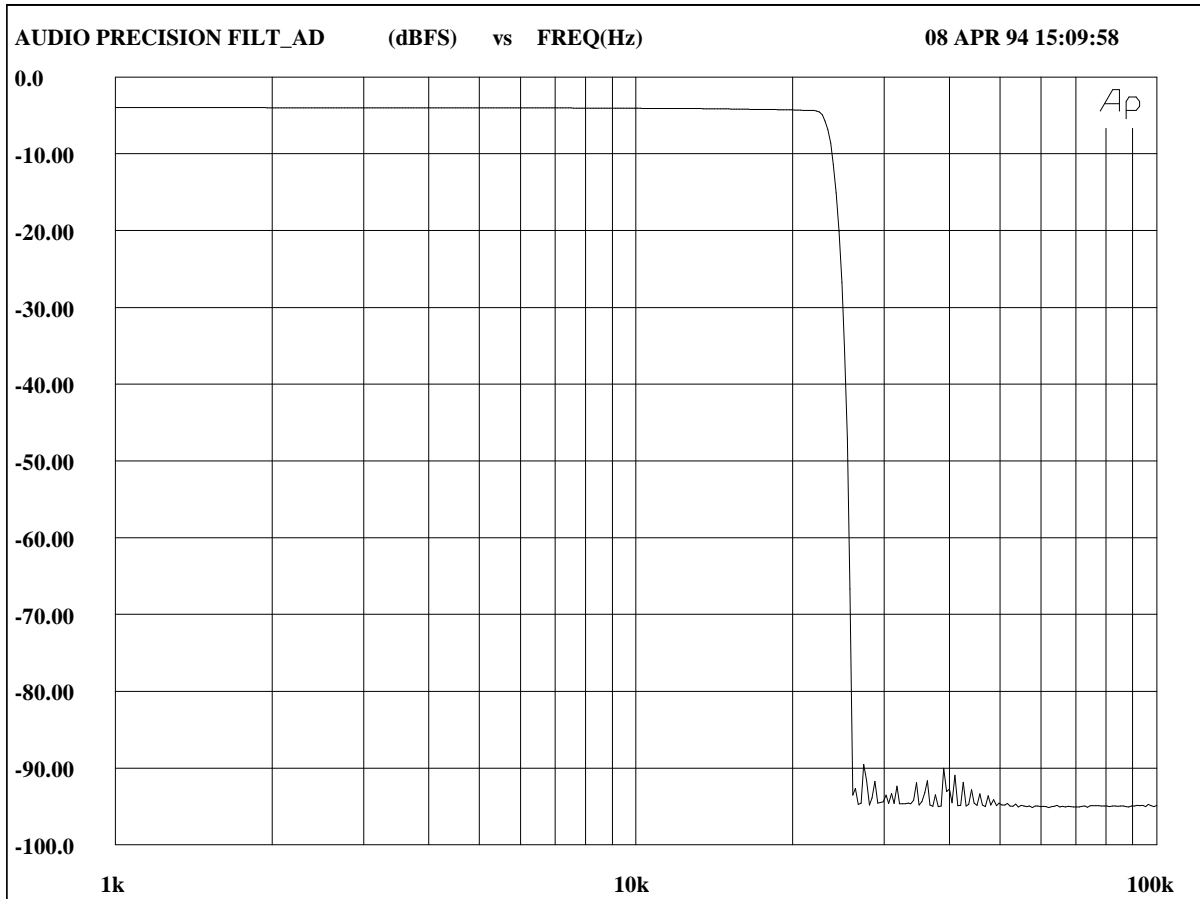
N° de série : 1000610
Type Σ DPCM 18 bits
Suréchantillonnage par
Chip

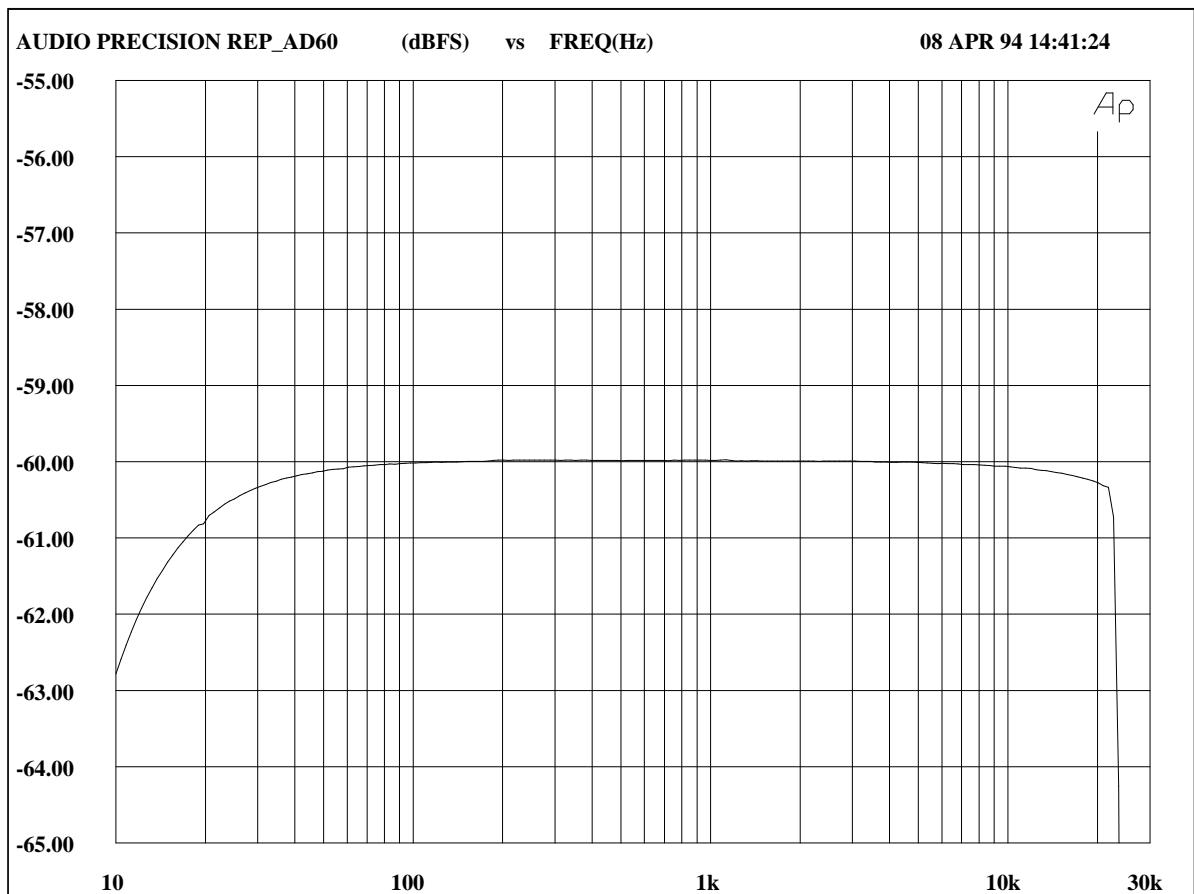
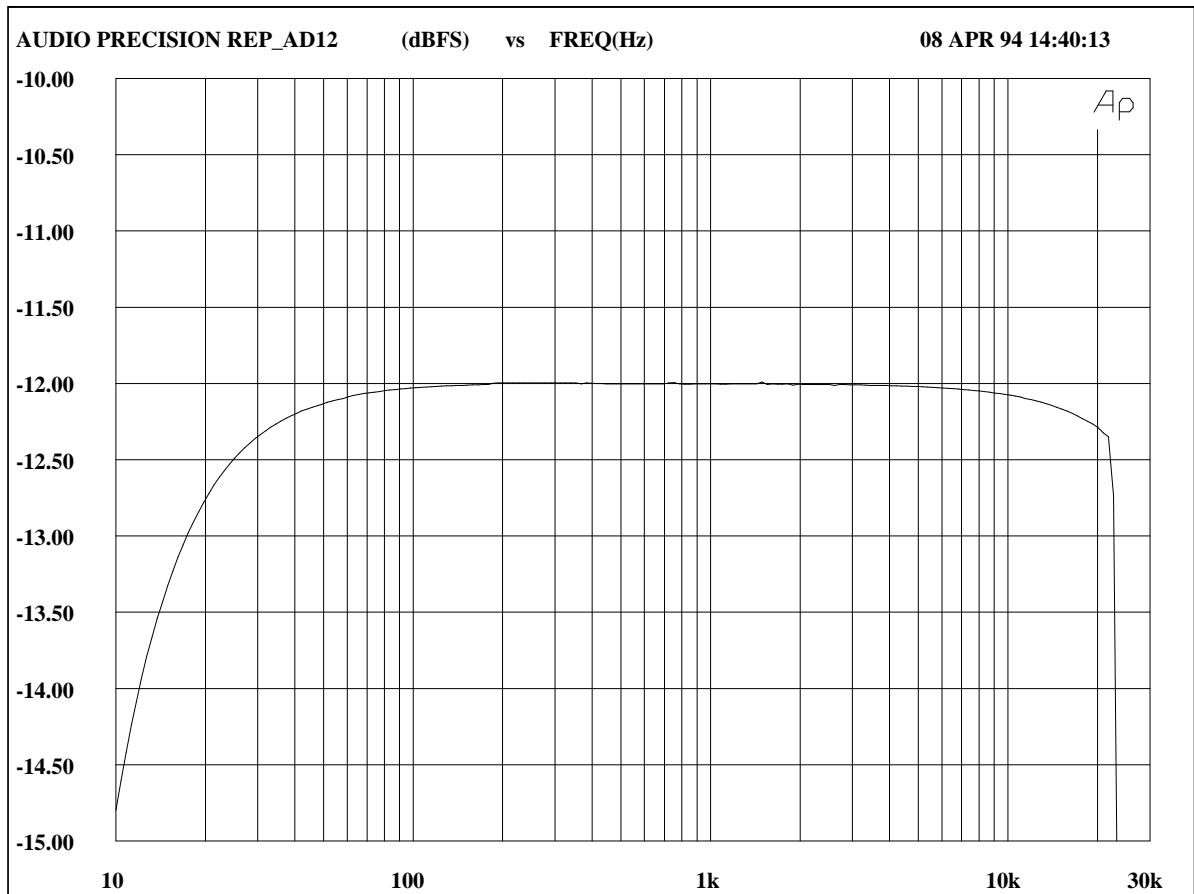
<i>Précision de l'horloge interne (ppm)</i>	<i>non mesurée</i>
<i>Niveau Max (dBu)</i>	<i>13</i>
<i>Taux de réjection en mode commun à 15 kHz (dB)</i>	<i>62.7</i>
<i>Temps de traitement</i>	<i>766 μs</i>
<i>Dynamique à 1kHz (dB)</i>	<i>93.3</i>
<i>Erreur de Linéarité (1dB) à 1kHz (dB FS)</i>	<i>-87.6</i>
<i>Rapport signal /bruit (en dB par rapport à +12 dBu)</i>	<i>92.3</i>
<i>Bande Passante à - 1 dB (en kHz / ref : -12 dB FS)</i>	<i>22.8</i>
<i>Distorsion Maximale pour 1 kHz (20 Hz-22kHz en dB FS)</i>	<i>-82.7</i>
<i>Impédance d'entrée (kΩ)</i>	<i>12.5</i>

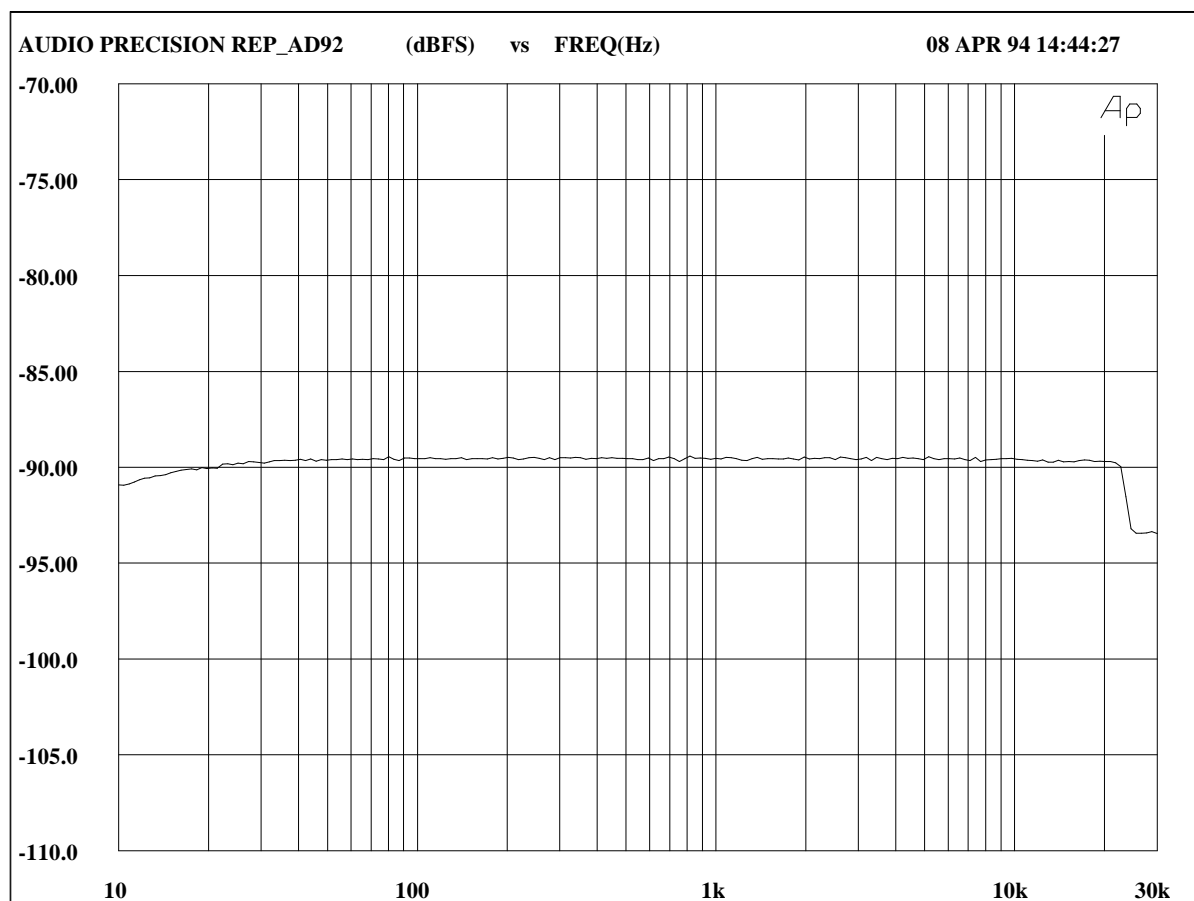
REMARQUES :

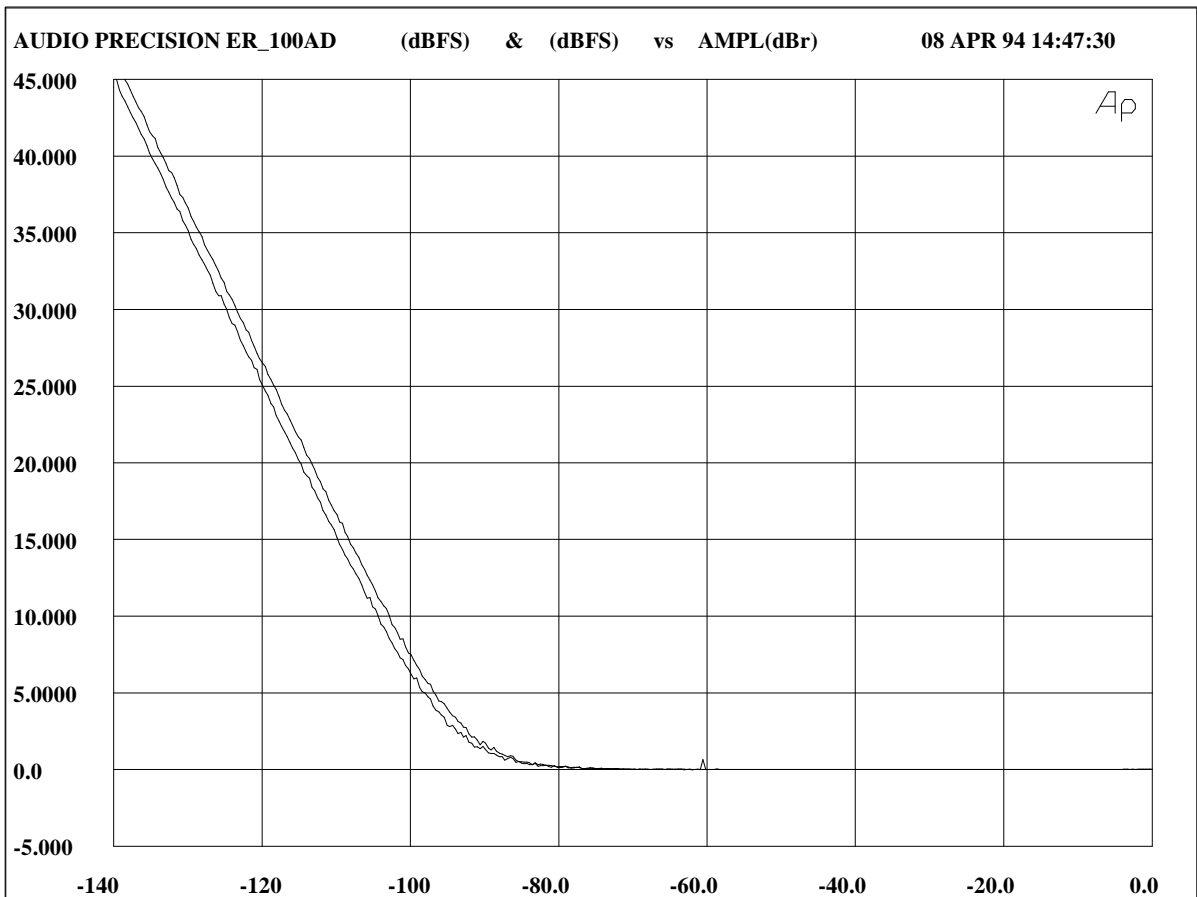
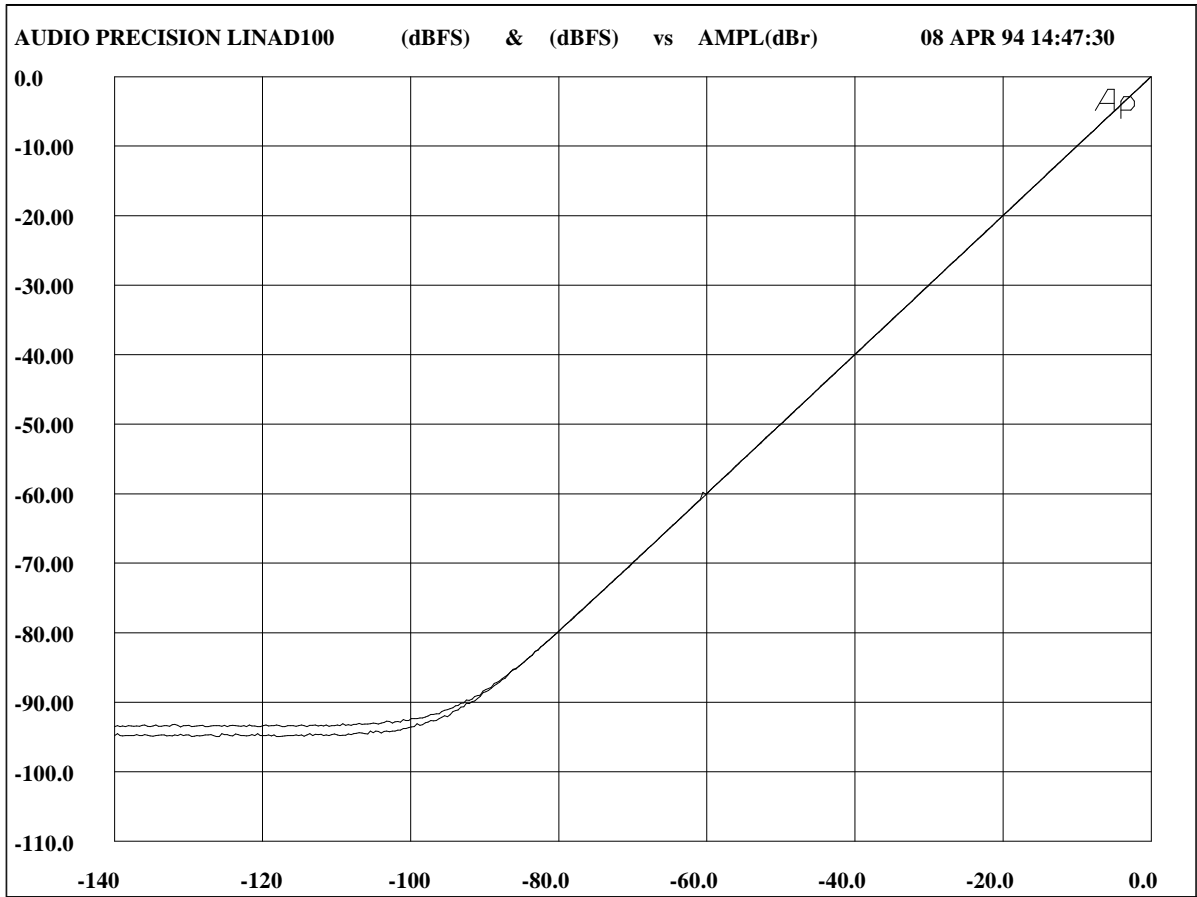
Performances comparables à celles d'un bon 16 bits.

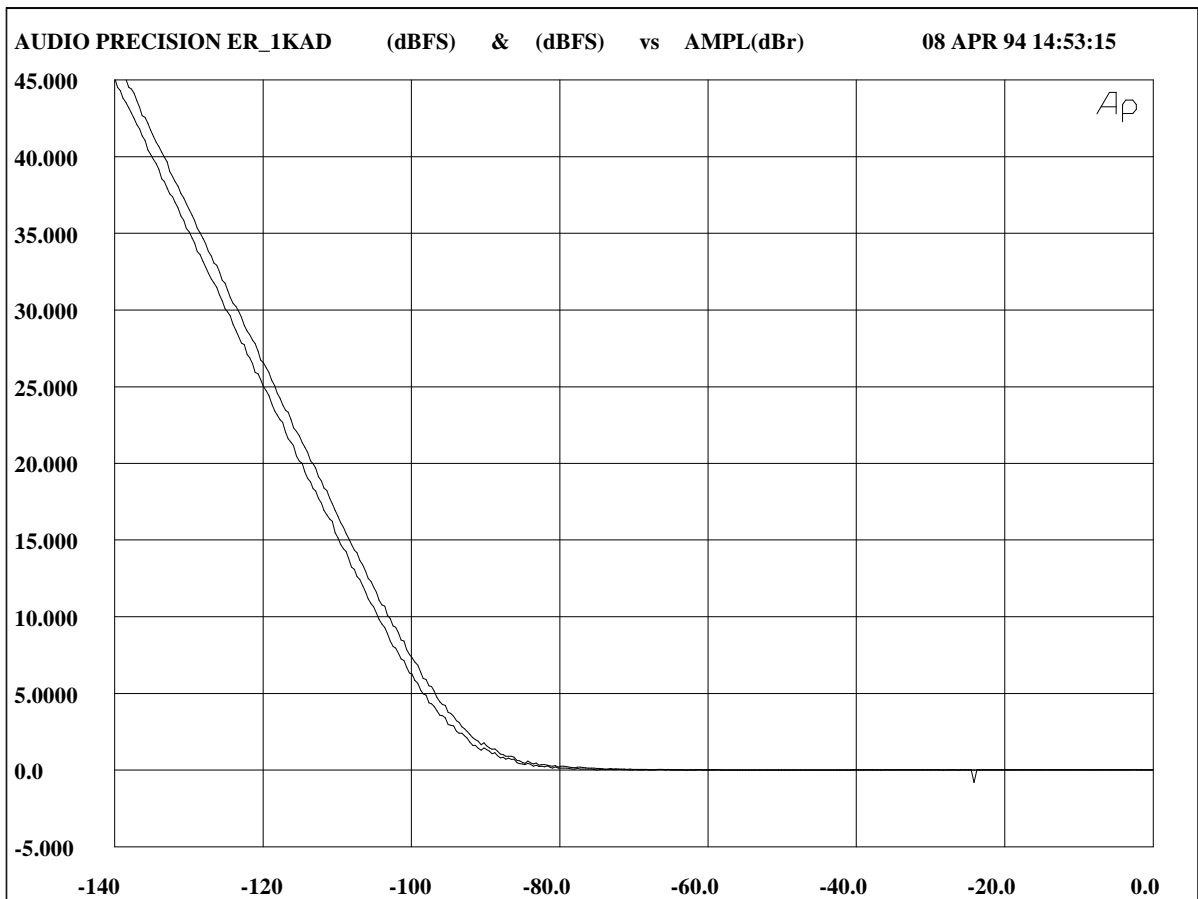
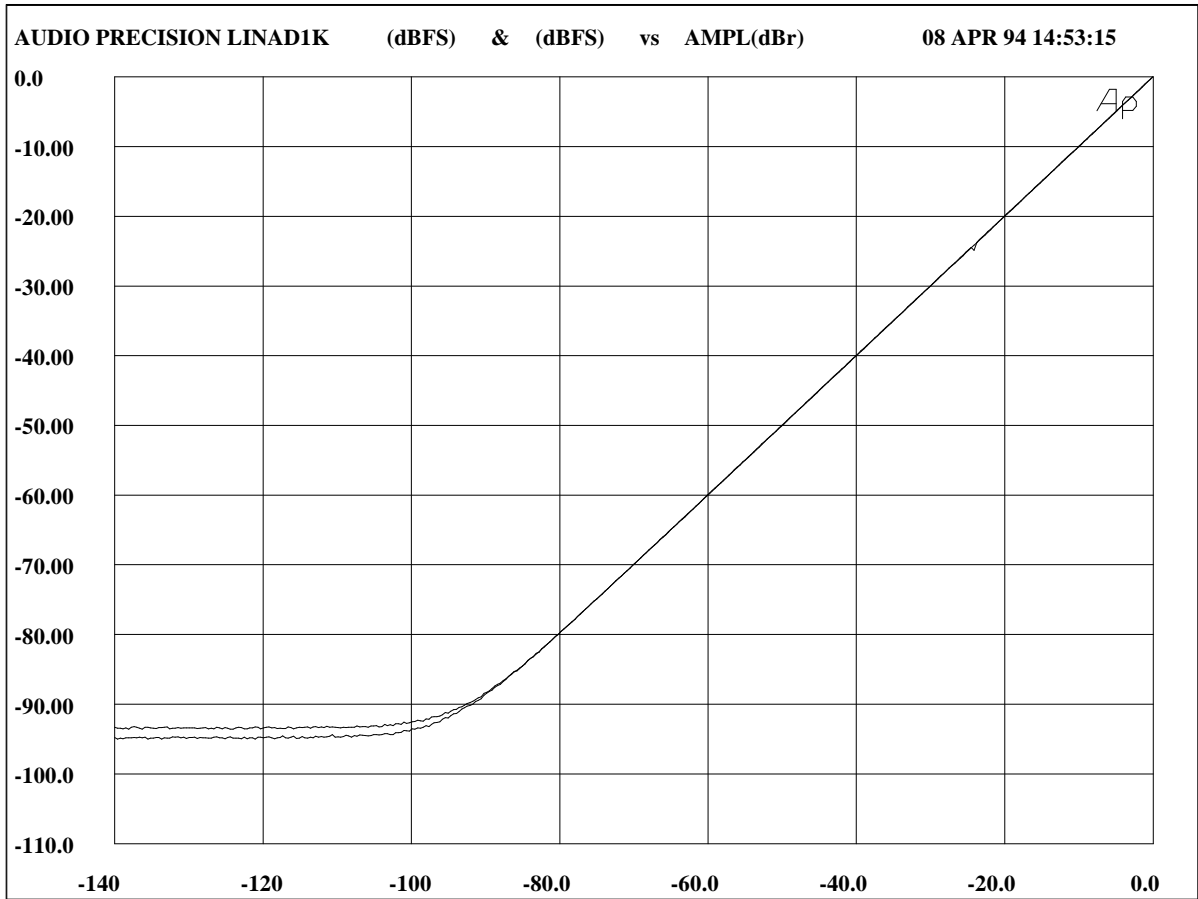


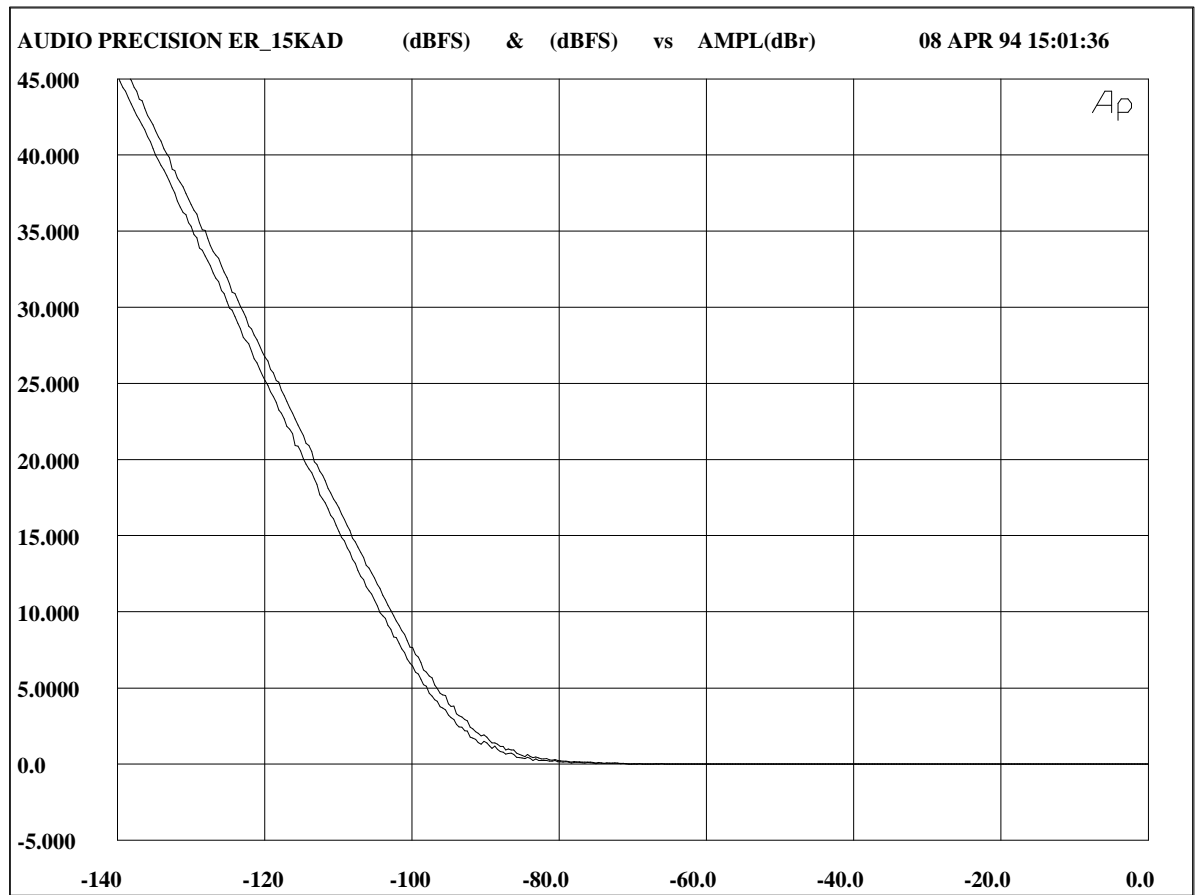
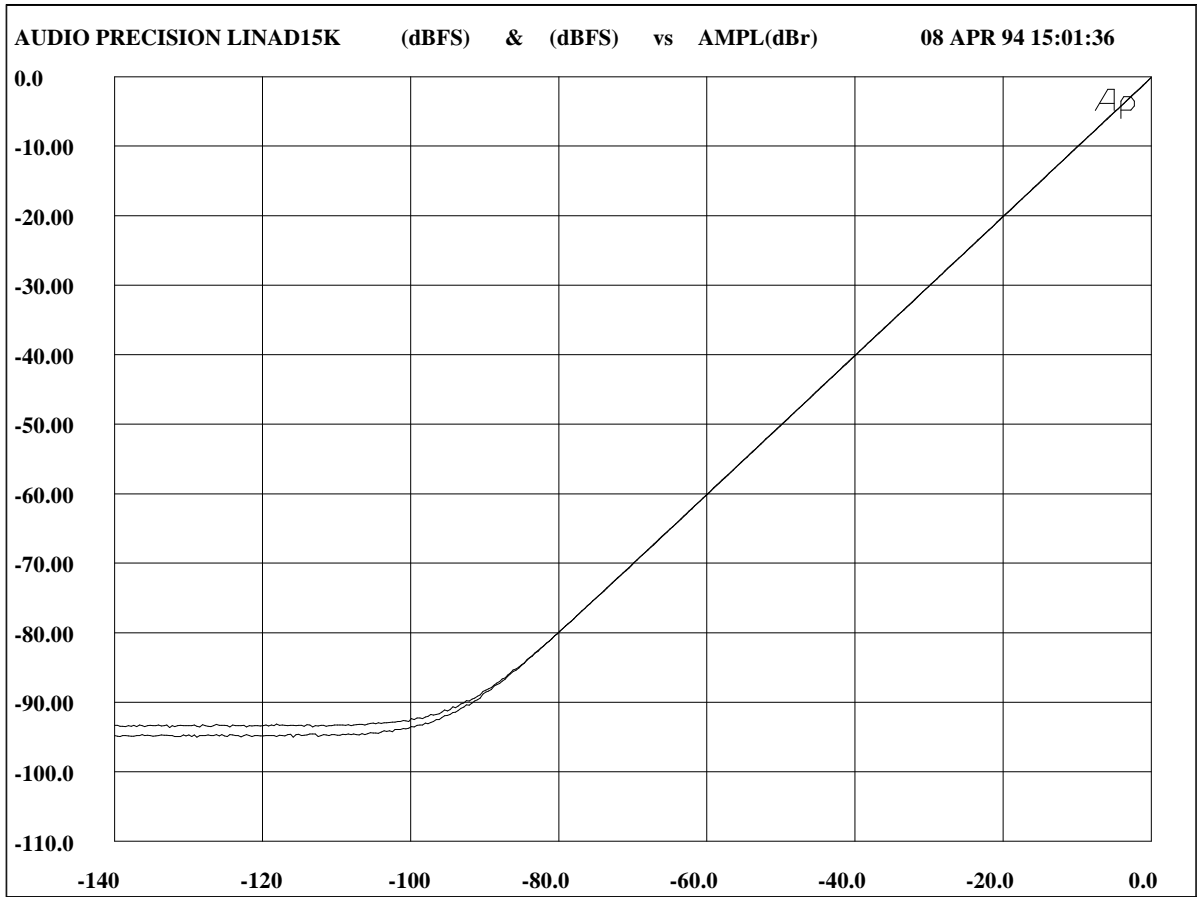


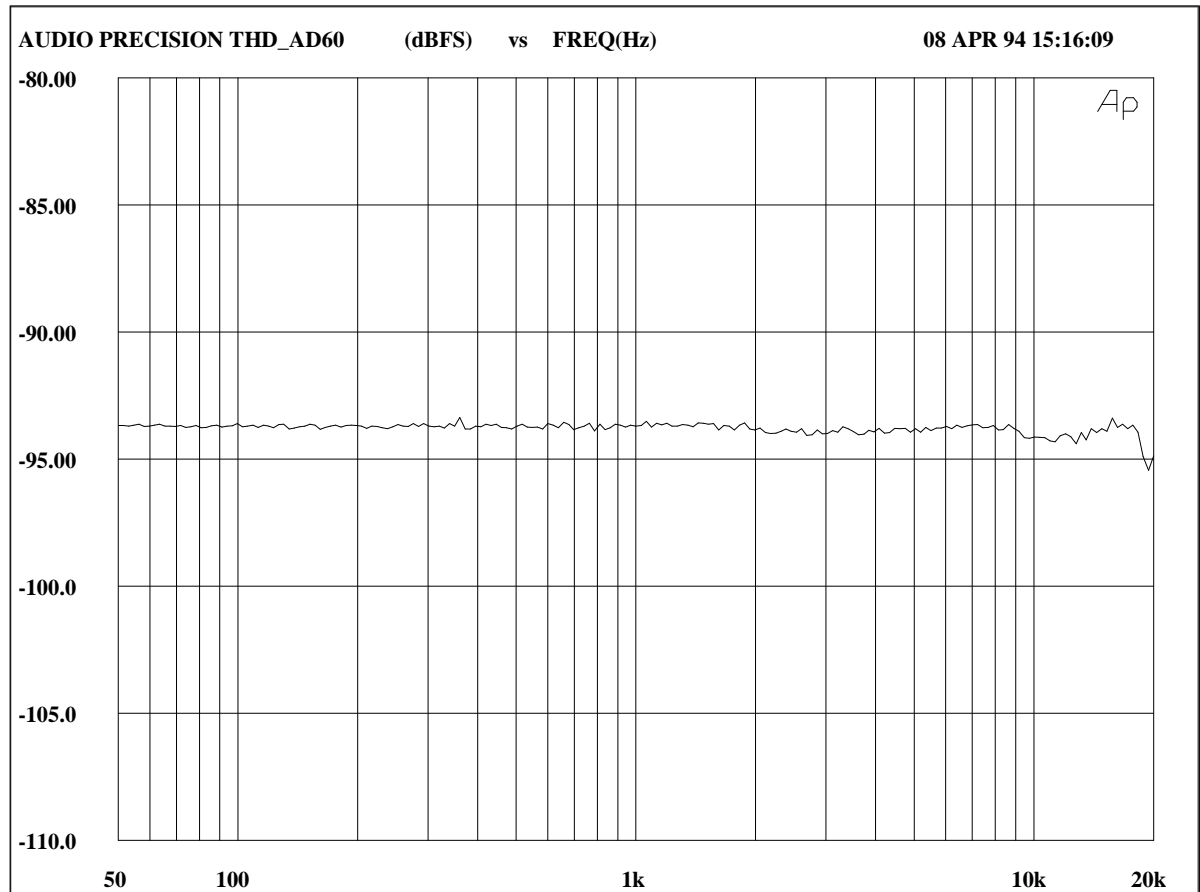
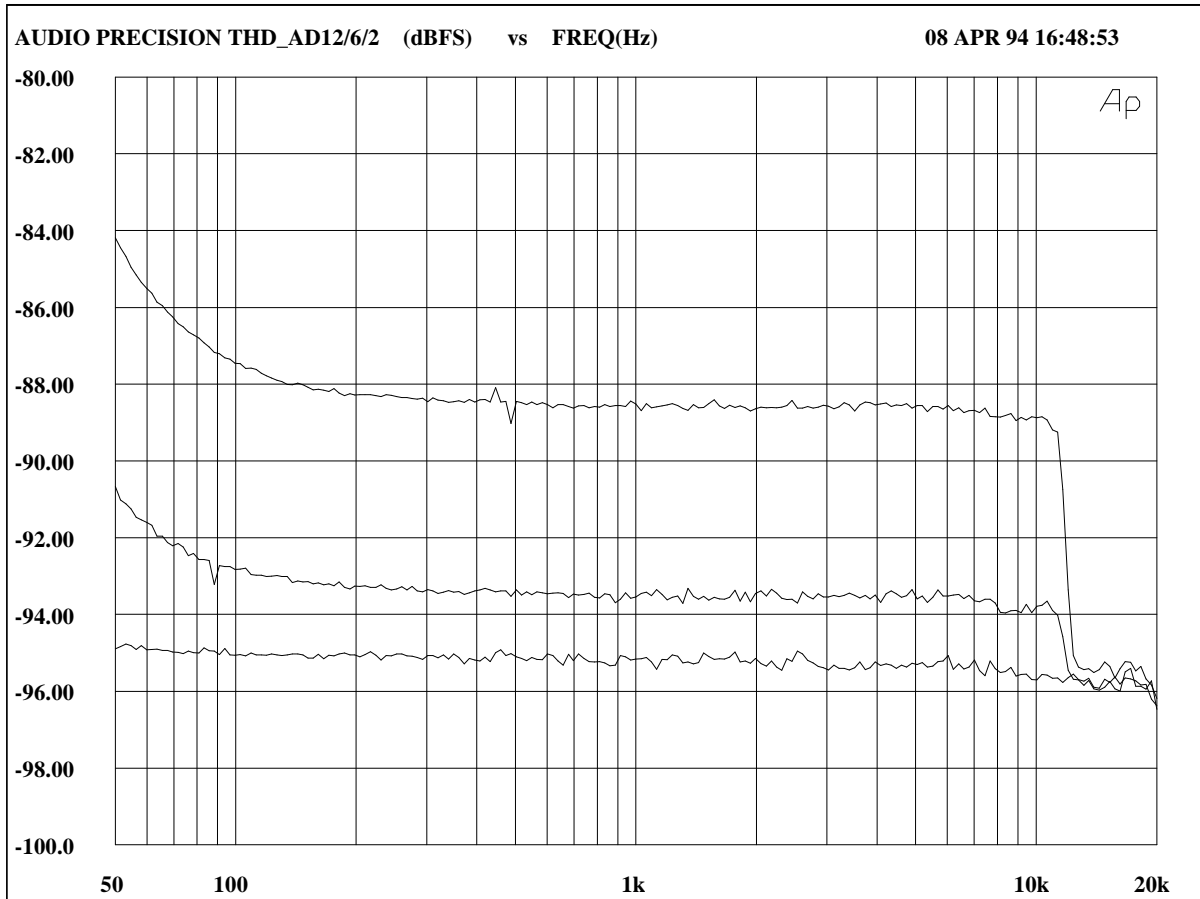


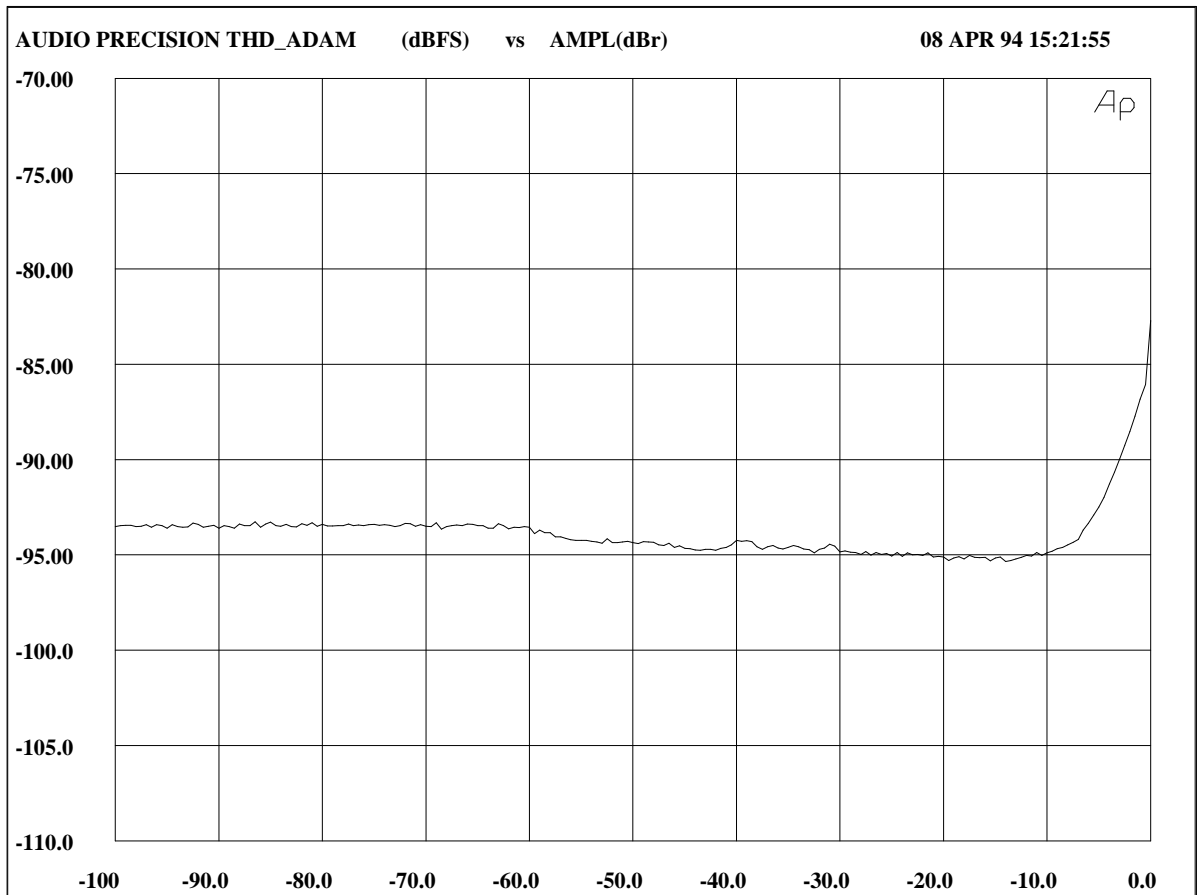
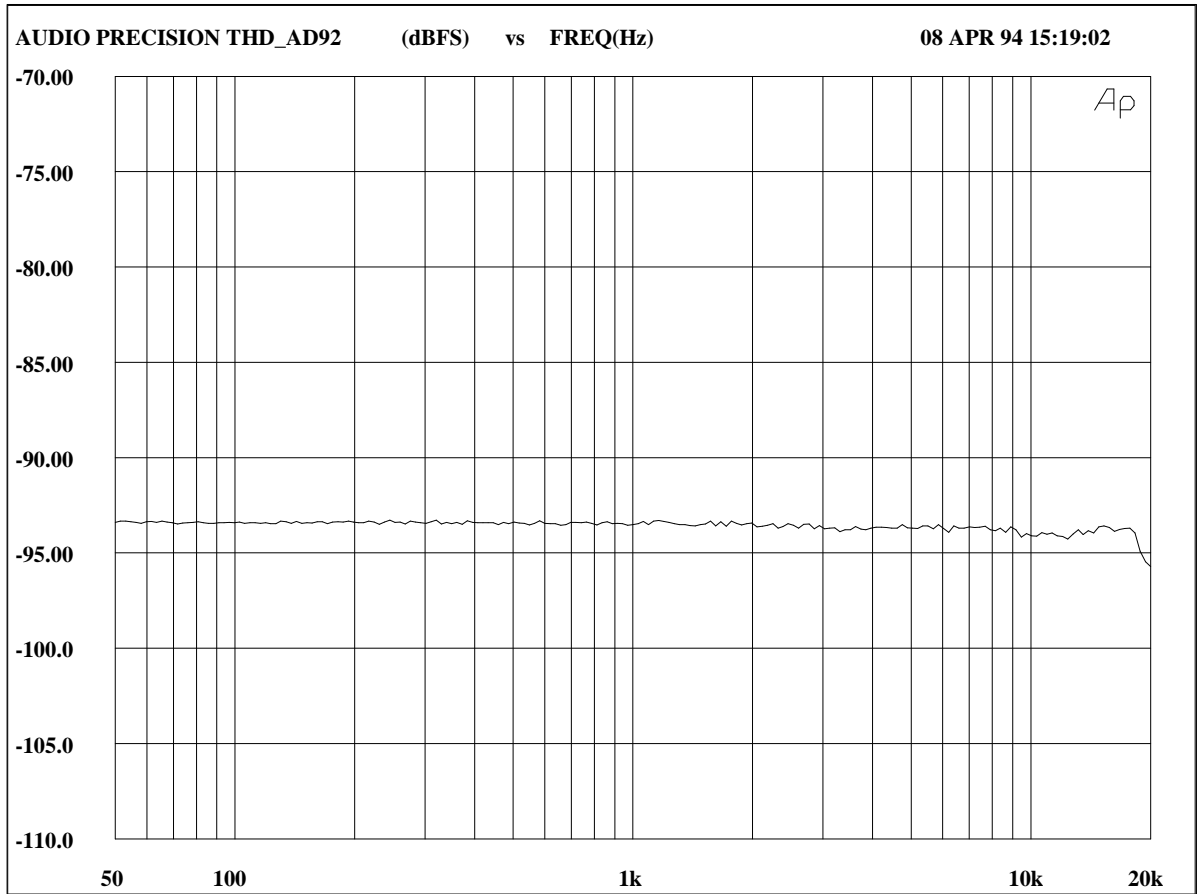


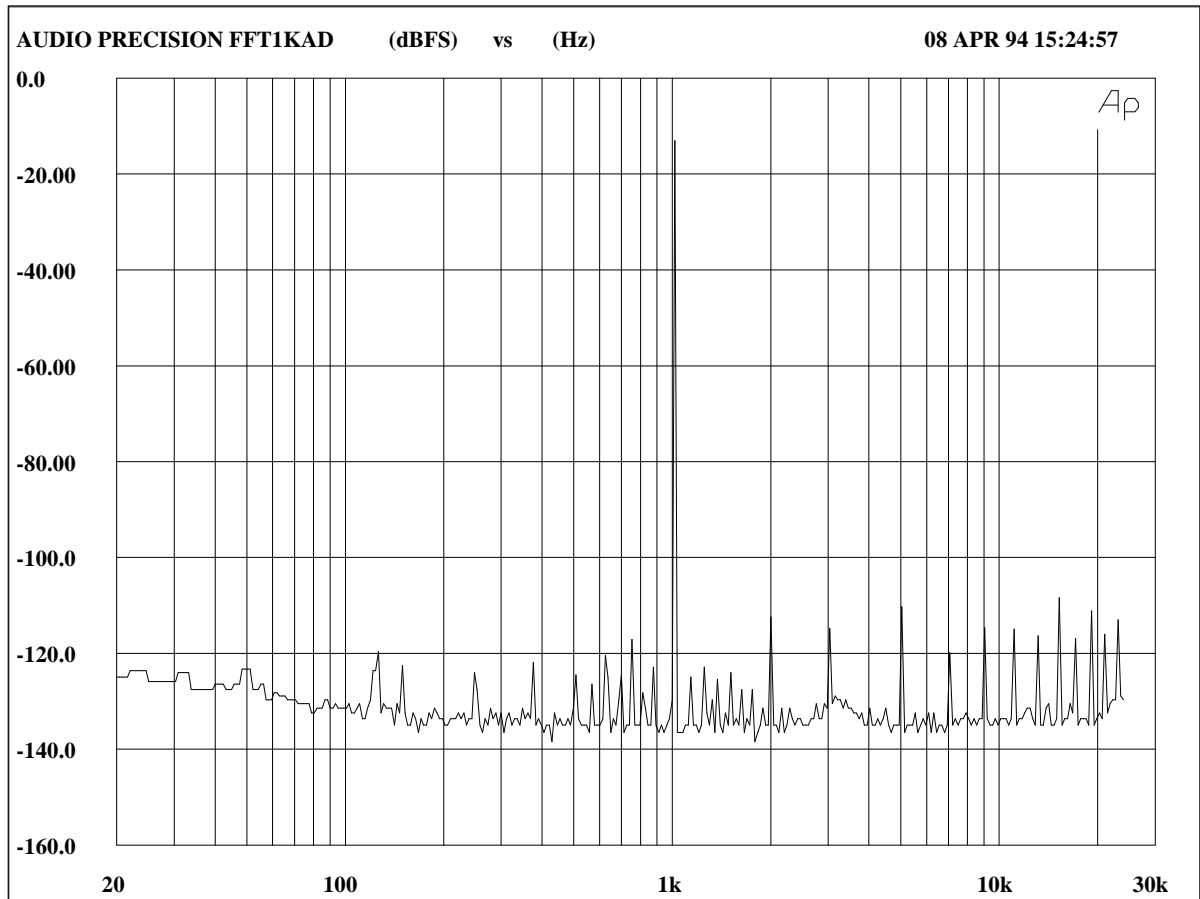
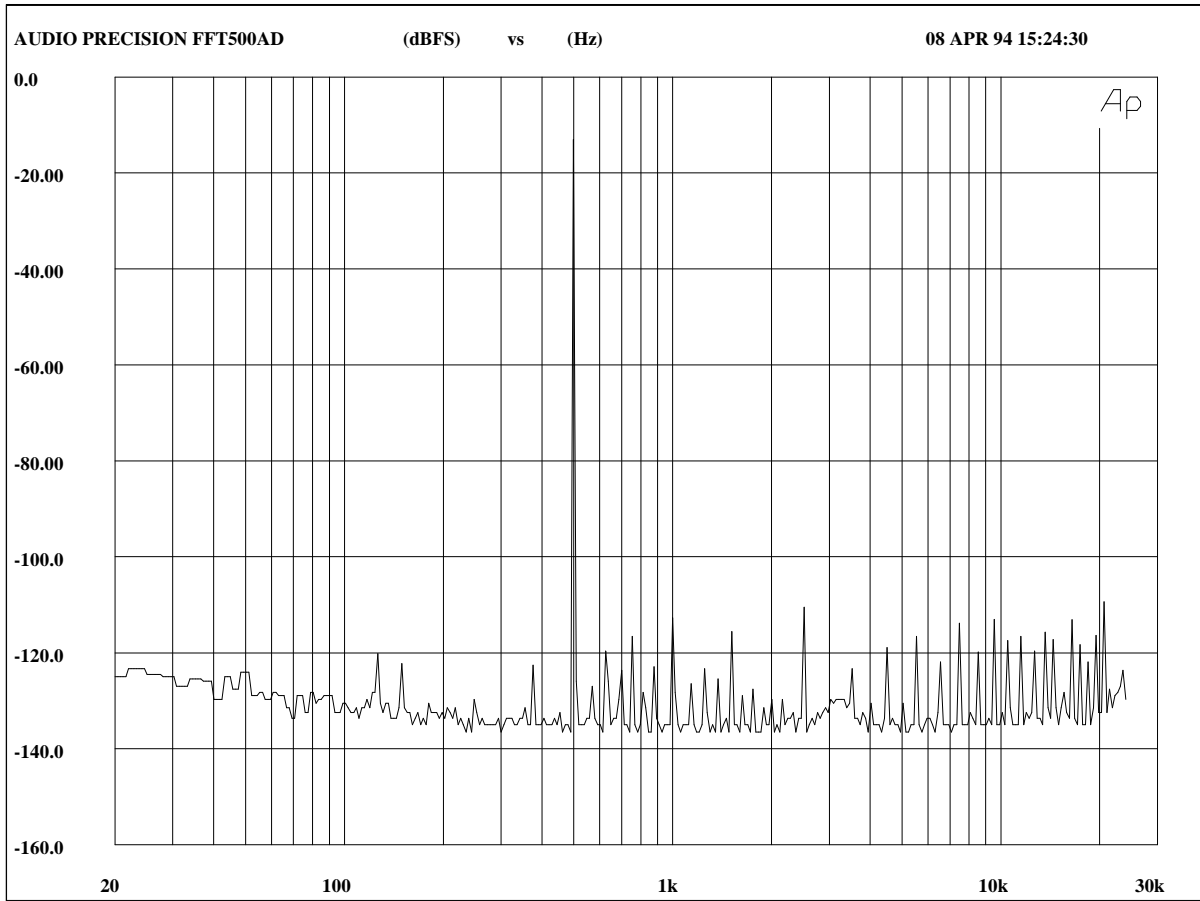


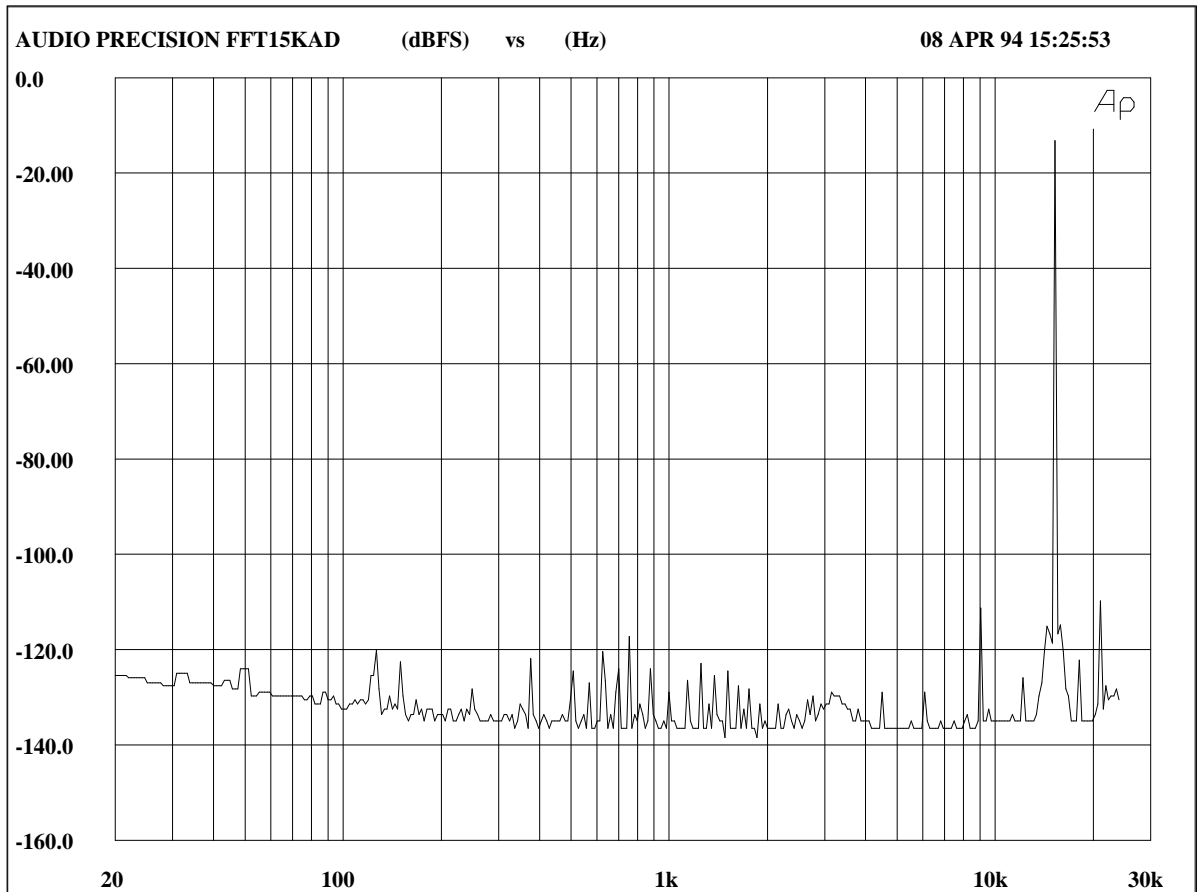
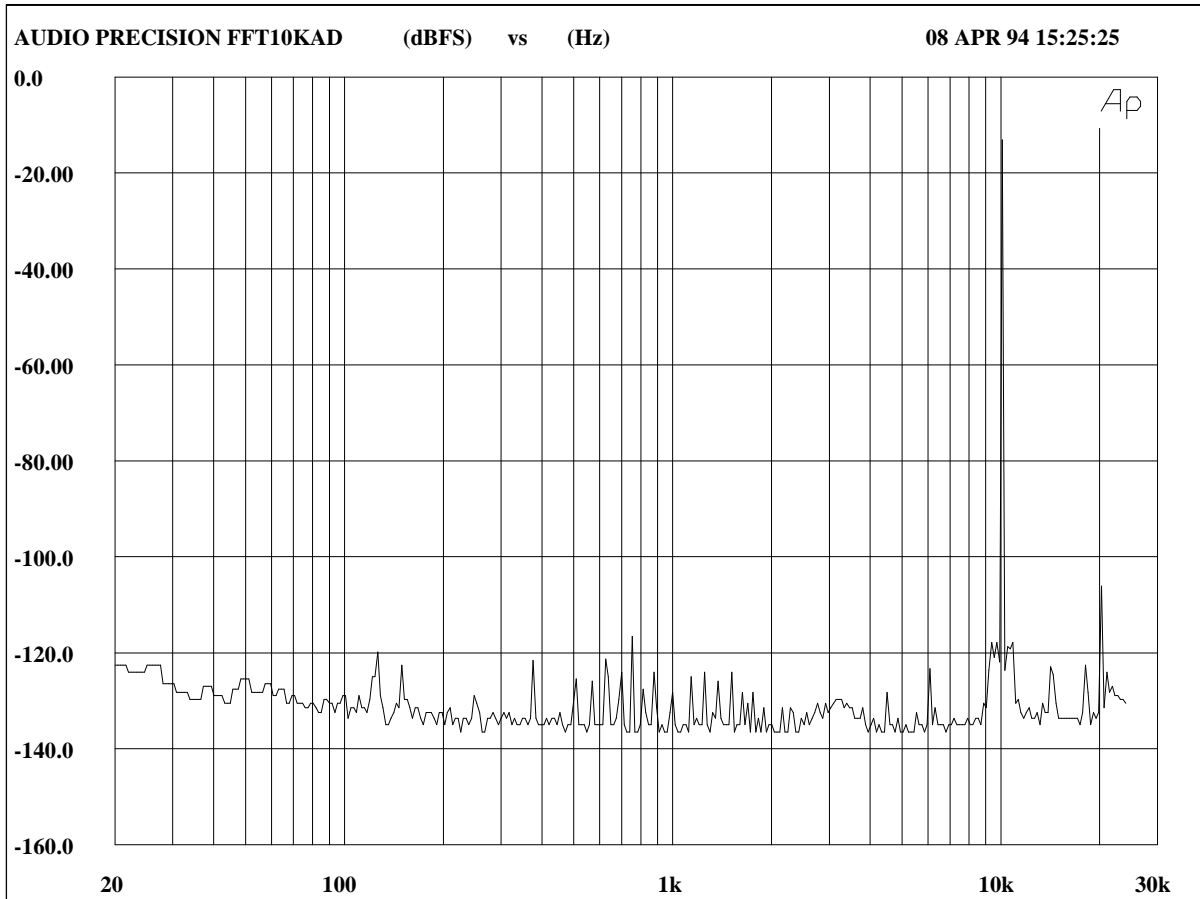


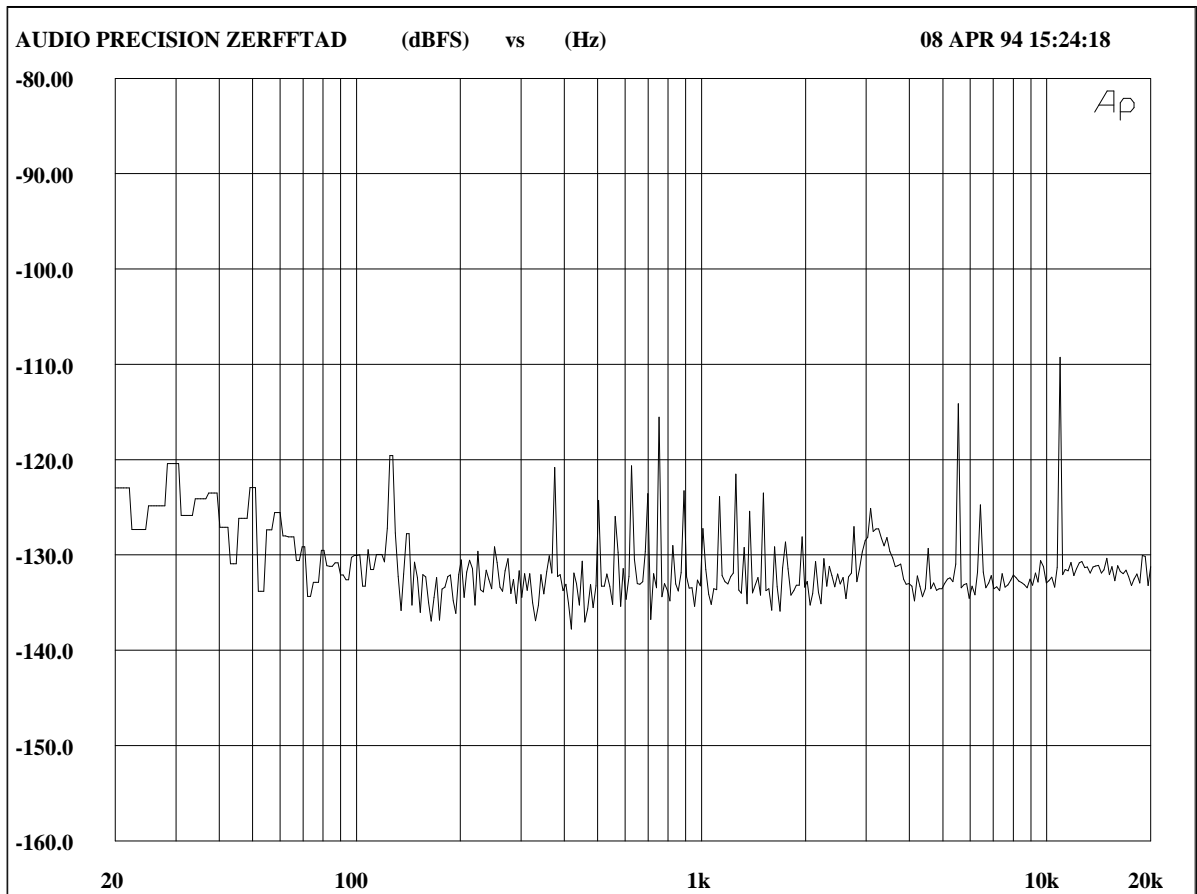




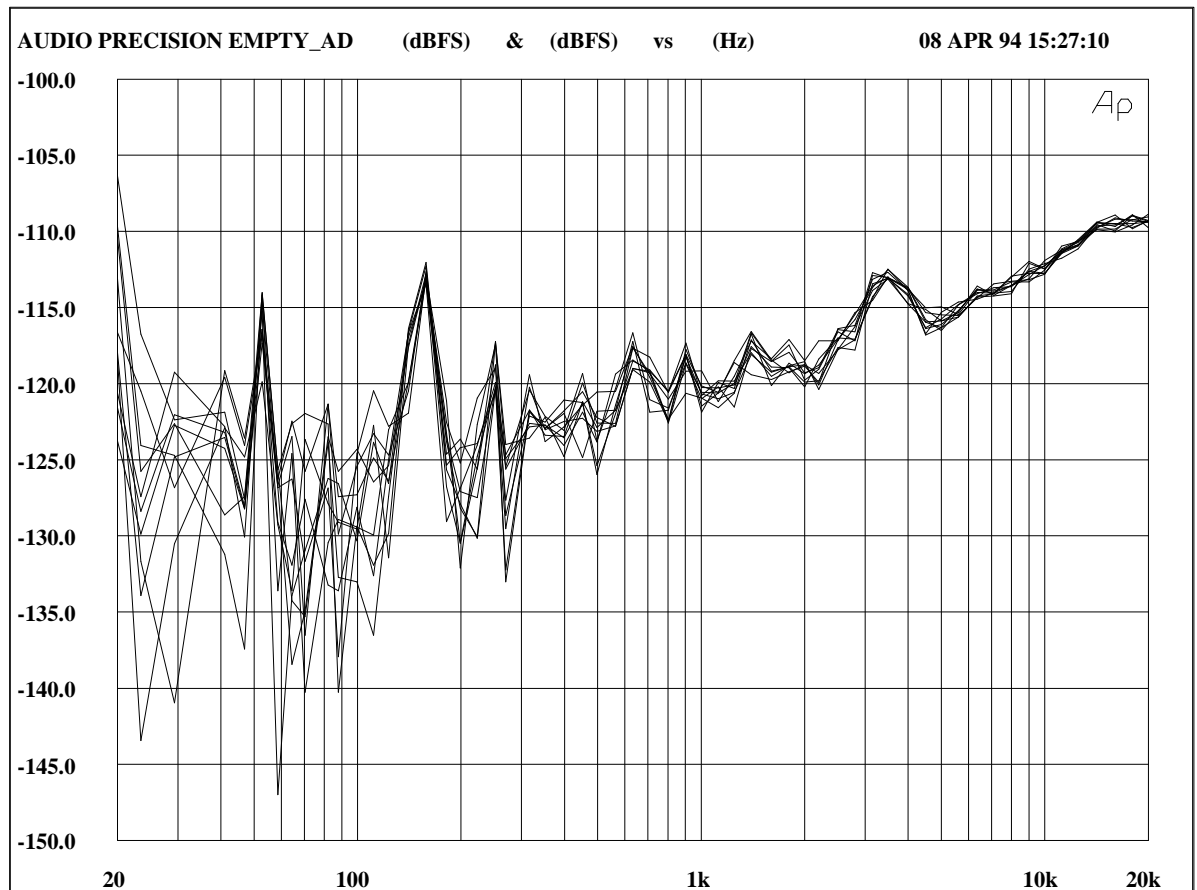








Valeur R.M.S : -93.27 dB FS



NAGRA D

Version 18 bits

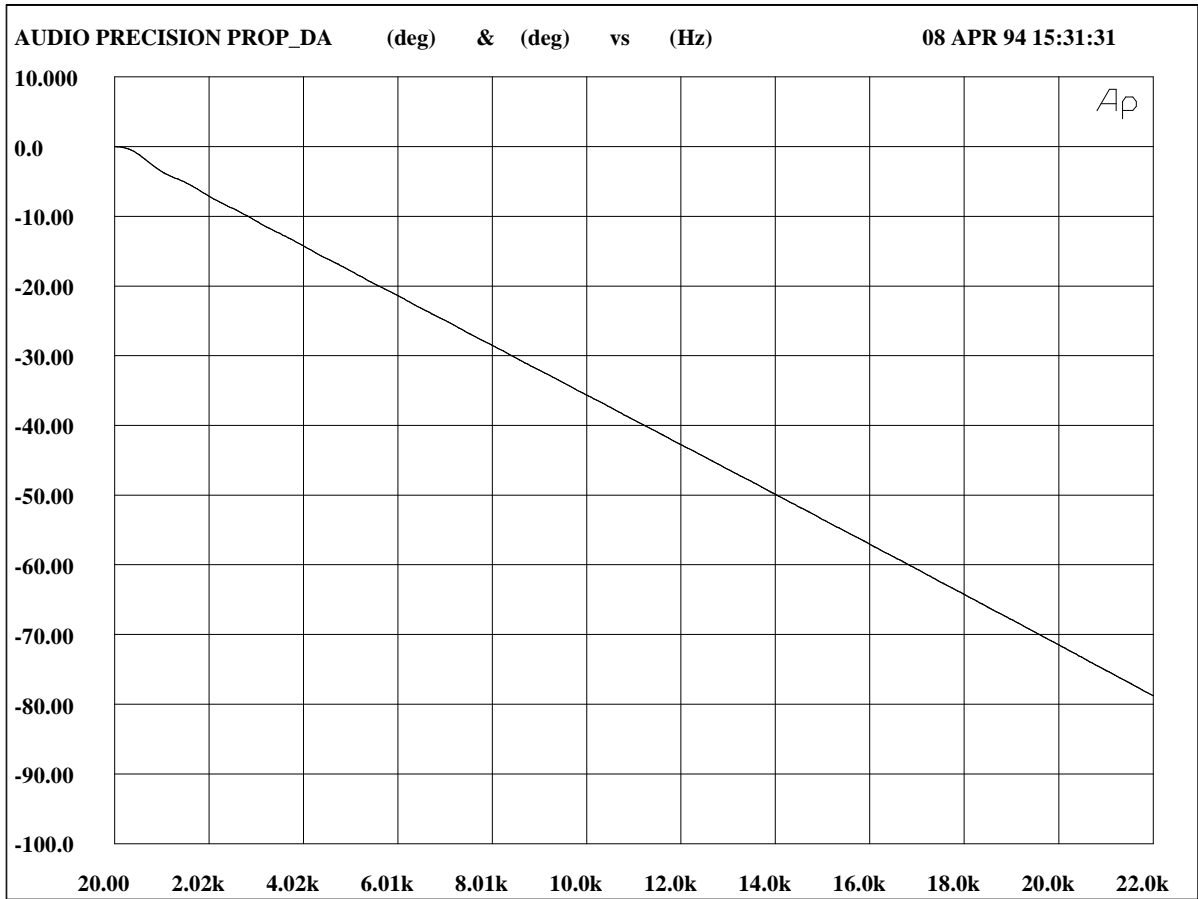
CONVERSION NUMERIQUE ANALOGIQUE

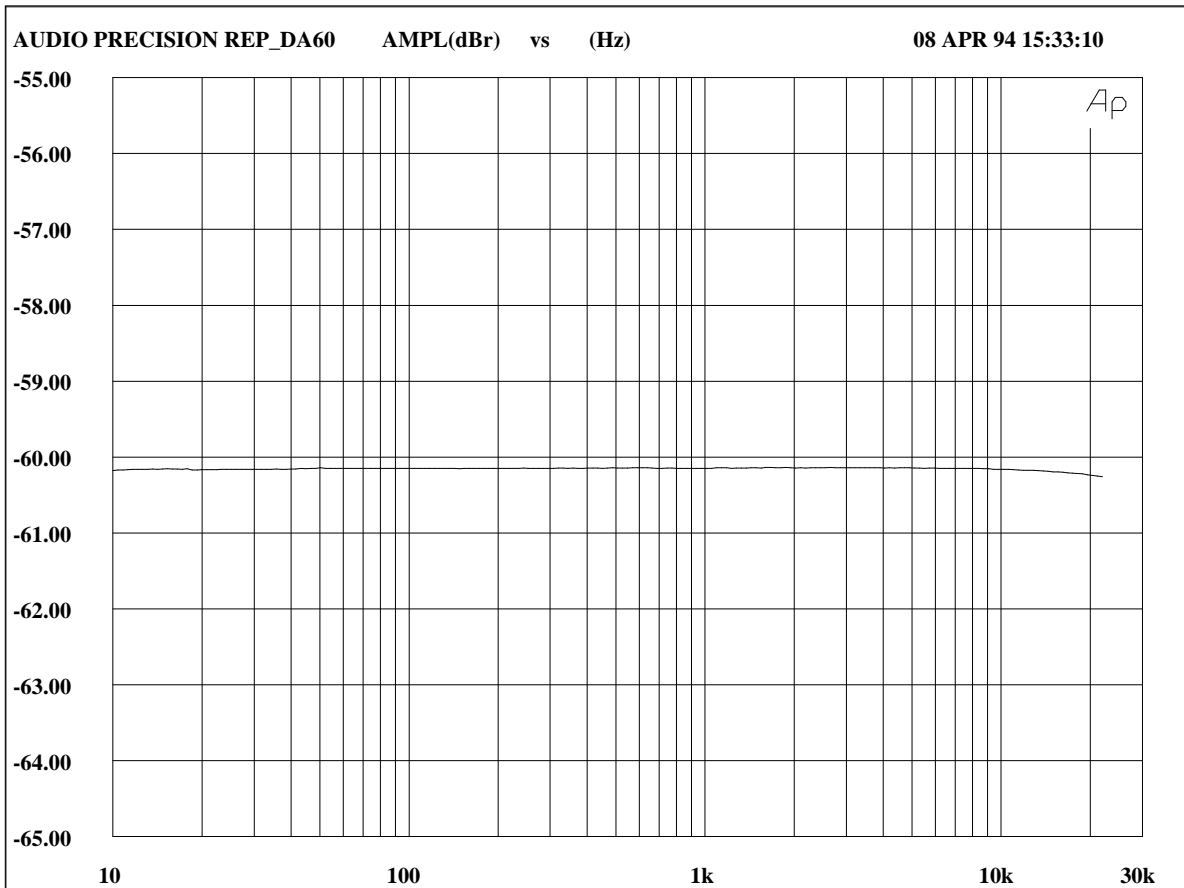
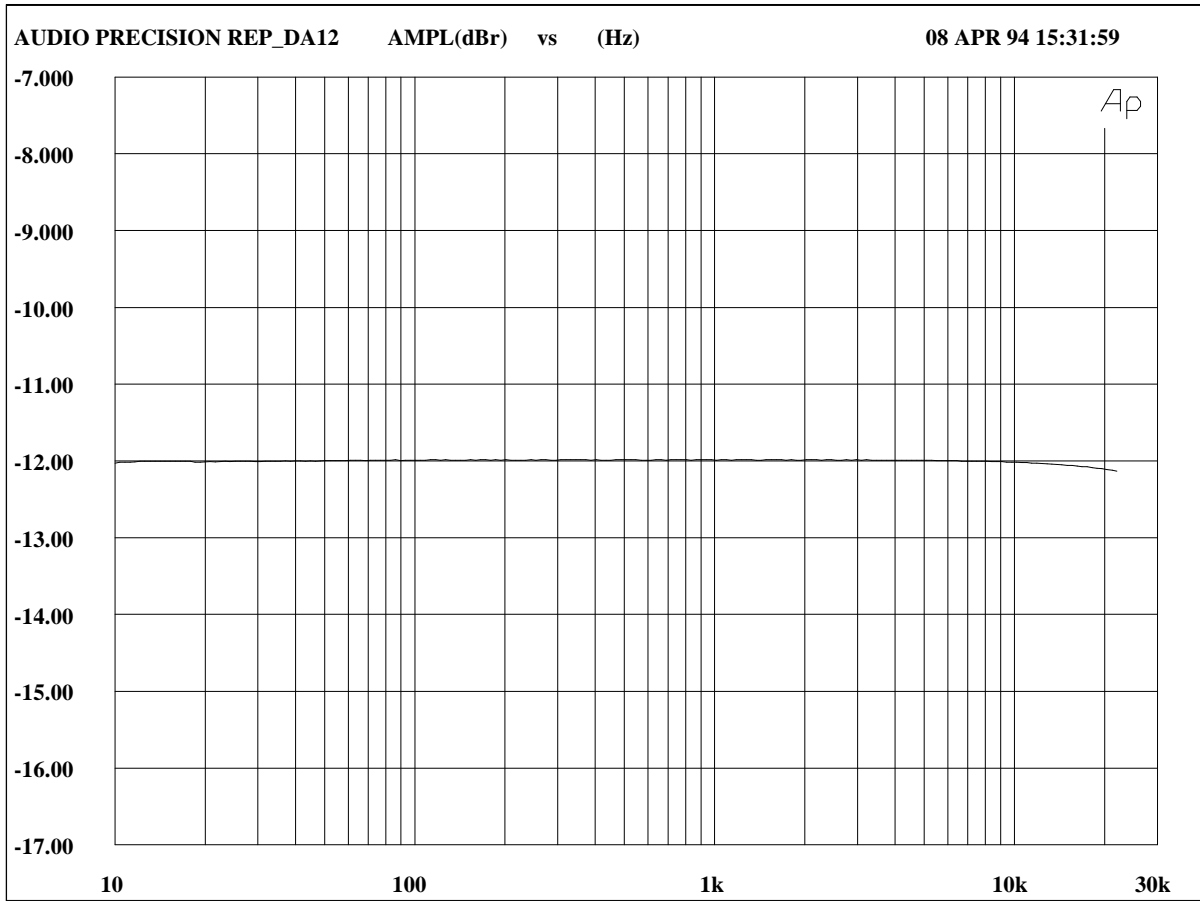
N° de série : 1000610
 Type Σ DPCM 18 bits
 Suréchantillonnage par
 Chip

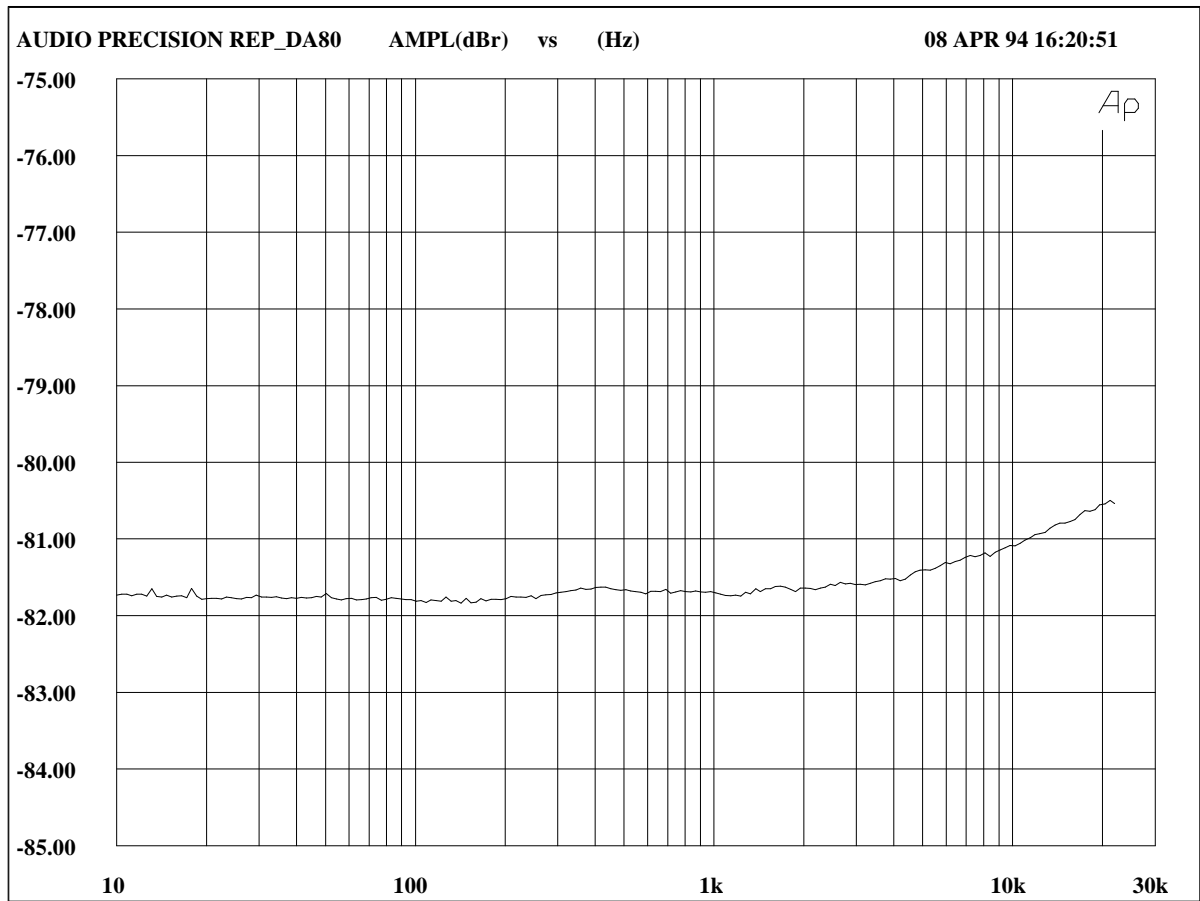
Précision de l'horloge interne (ppm)	non mesurée
Niveau Max (dBu)	13
Taux de réjection en mode commun à 15 kHz (dB)	non mesuré
Temps de traitement	1.072 ms
Dynamique à 1kHz (dB)	97.6
Erreur de Linéarité (1dB) à 1kHz (dB FS)	-72.8
Rapport signal /bruit (en dB par rapport à +12 dBu)	96.6
Bande Passante à - 1 dB (en kHz / ref : -12 dB FS)	non mesurée
Distorsion Maximale pour 1 kHz (20 Hz-22kHz en dB FS)	-58.8
Impédance d'entrée (k Ω)	non mesurée

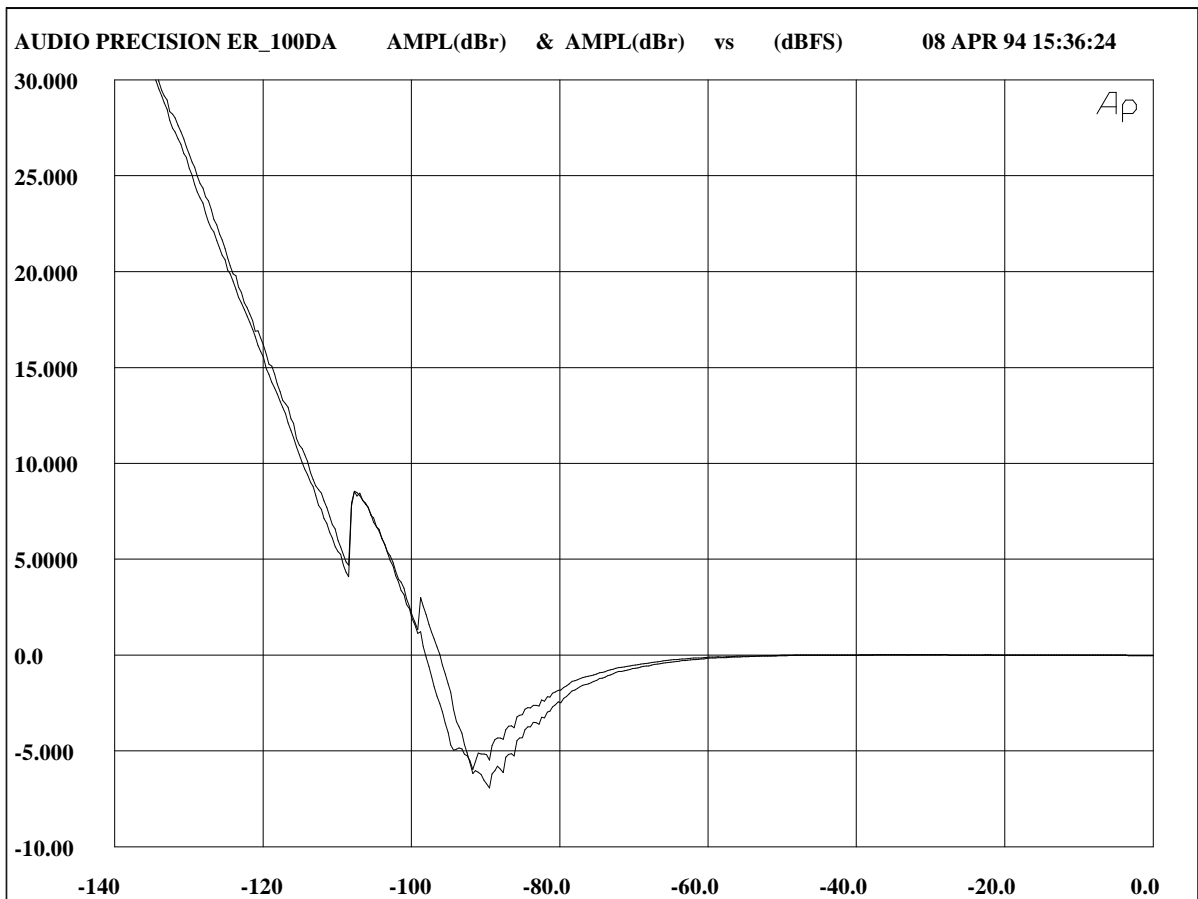
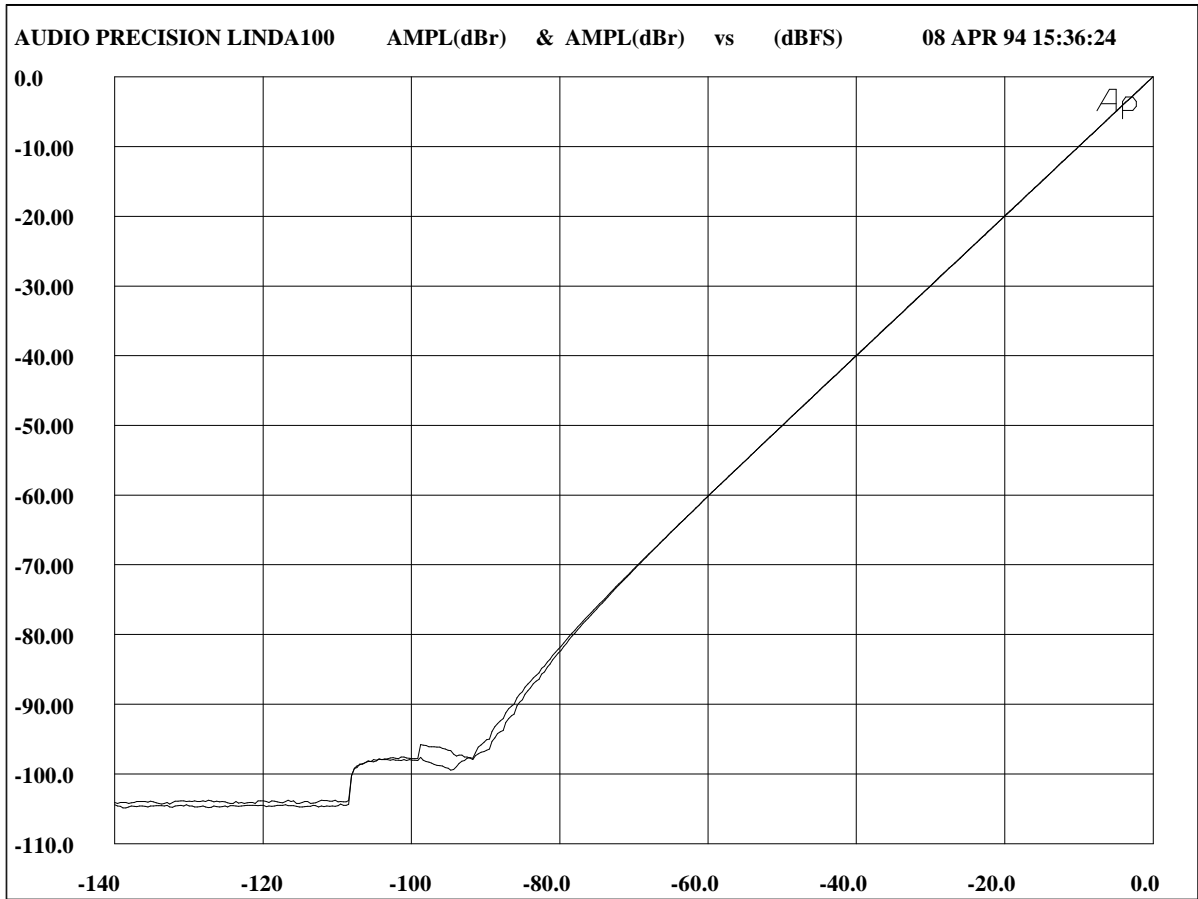
REMARQUES :

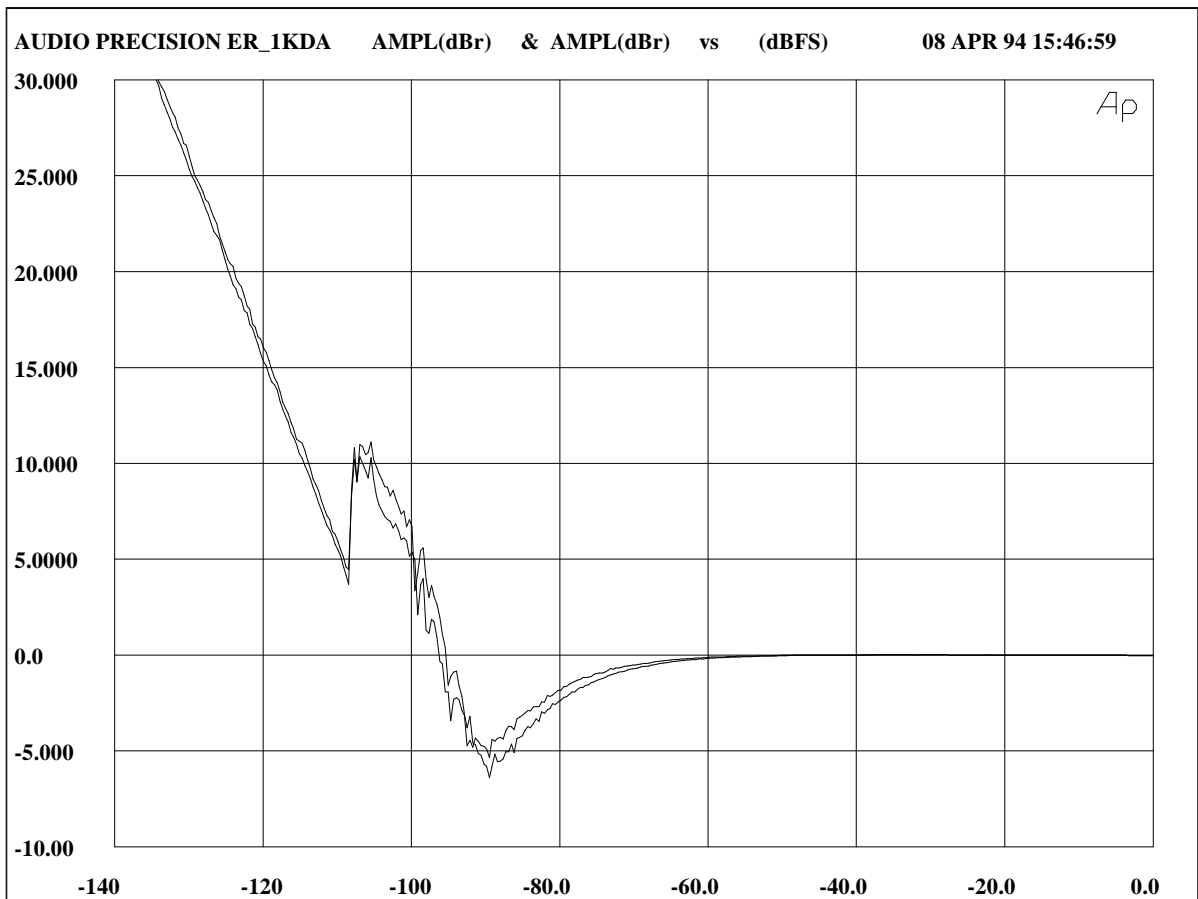
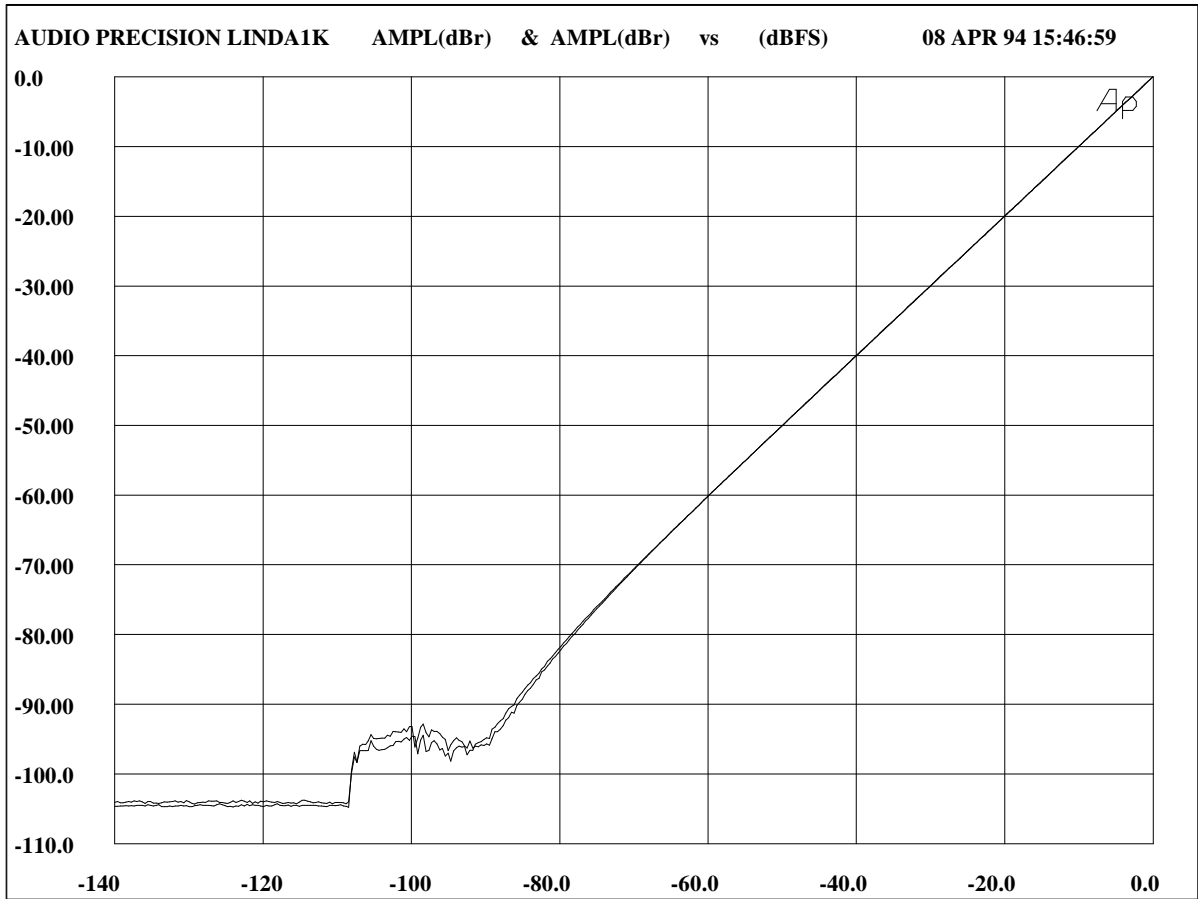
Performances comparables à celles d'un bon 16 bits pour la dynamique mais distorsion importante.

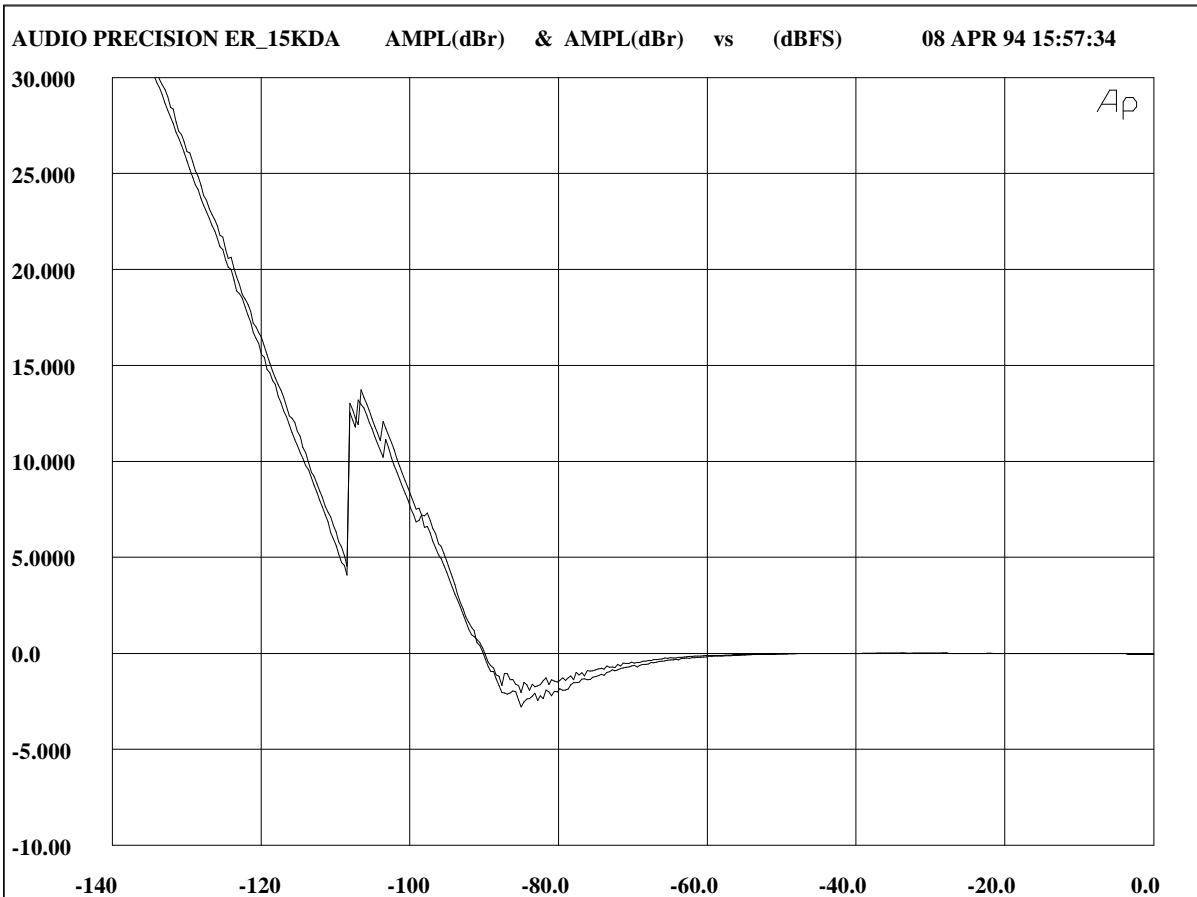
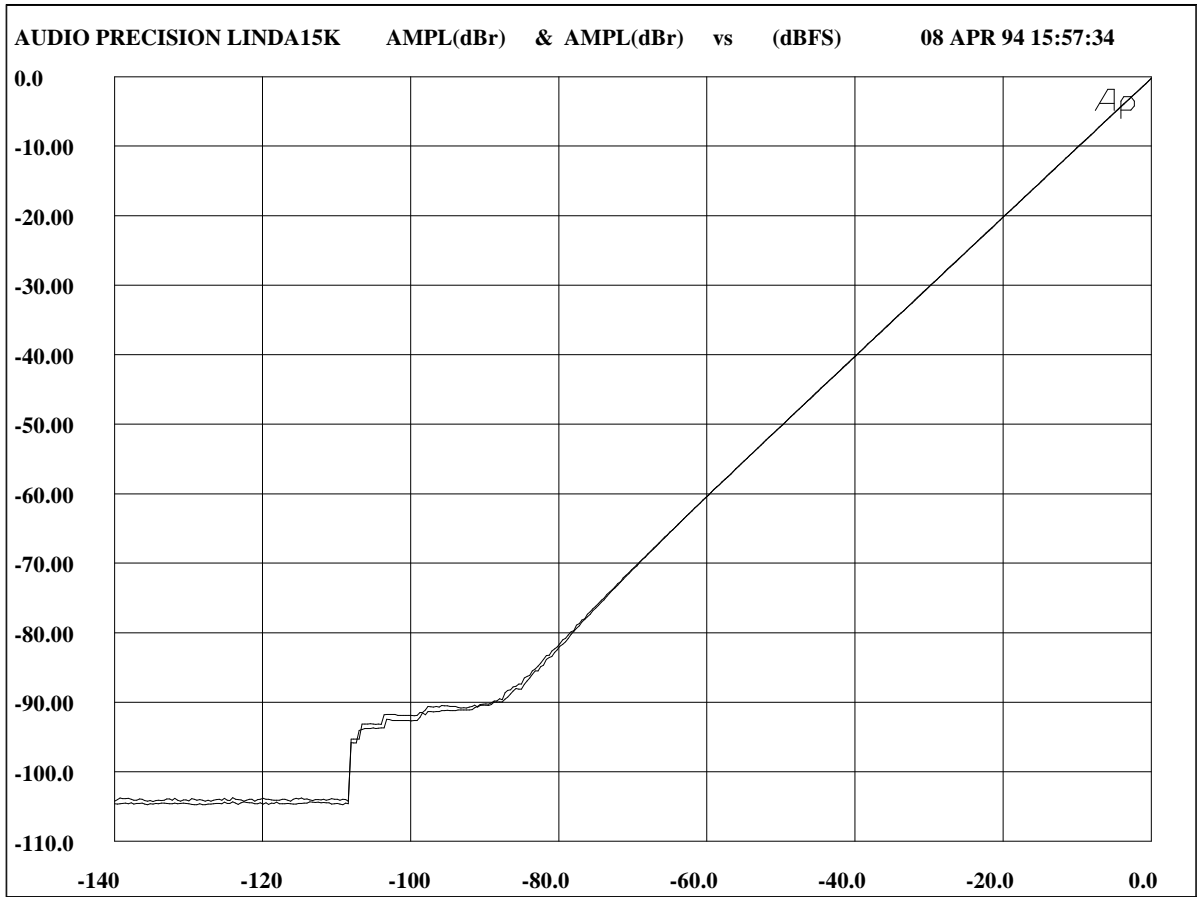


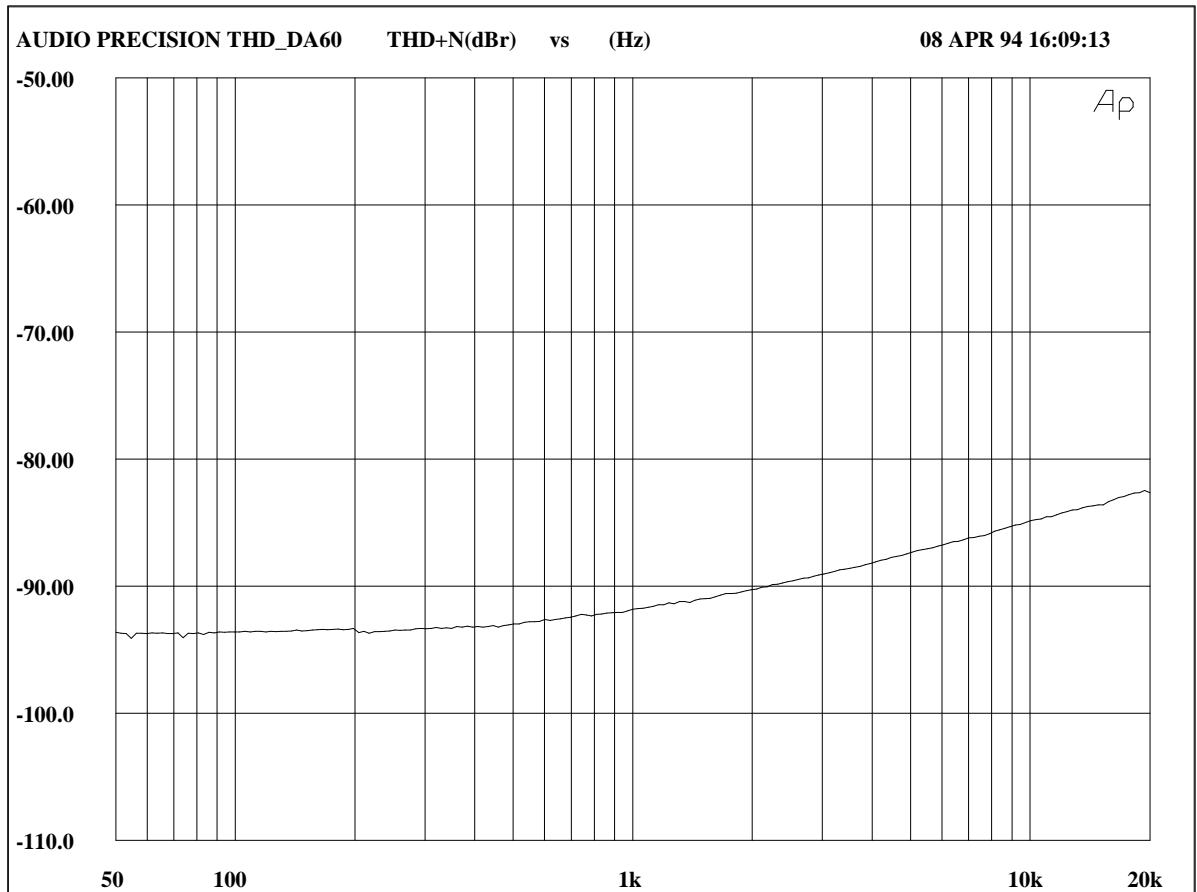
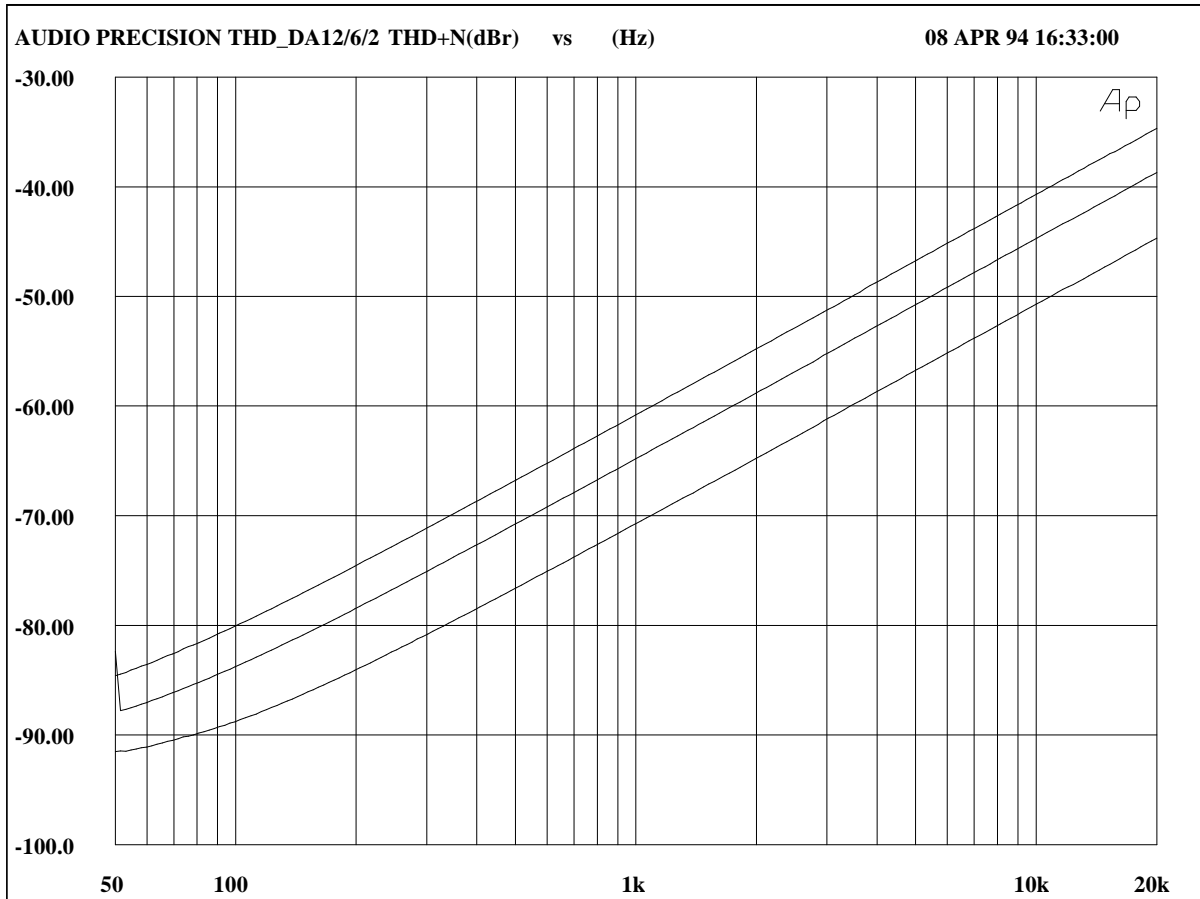


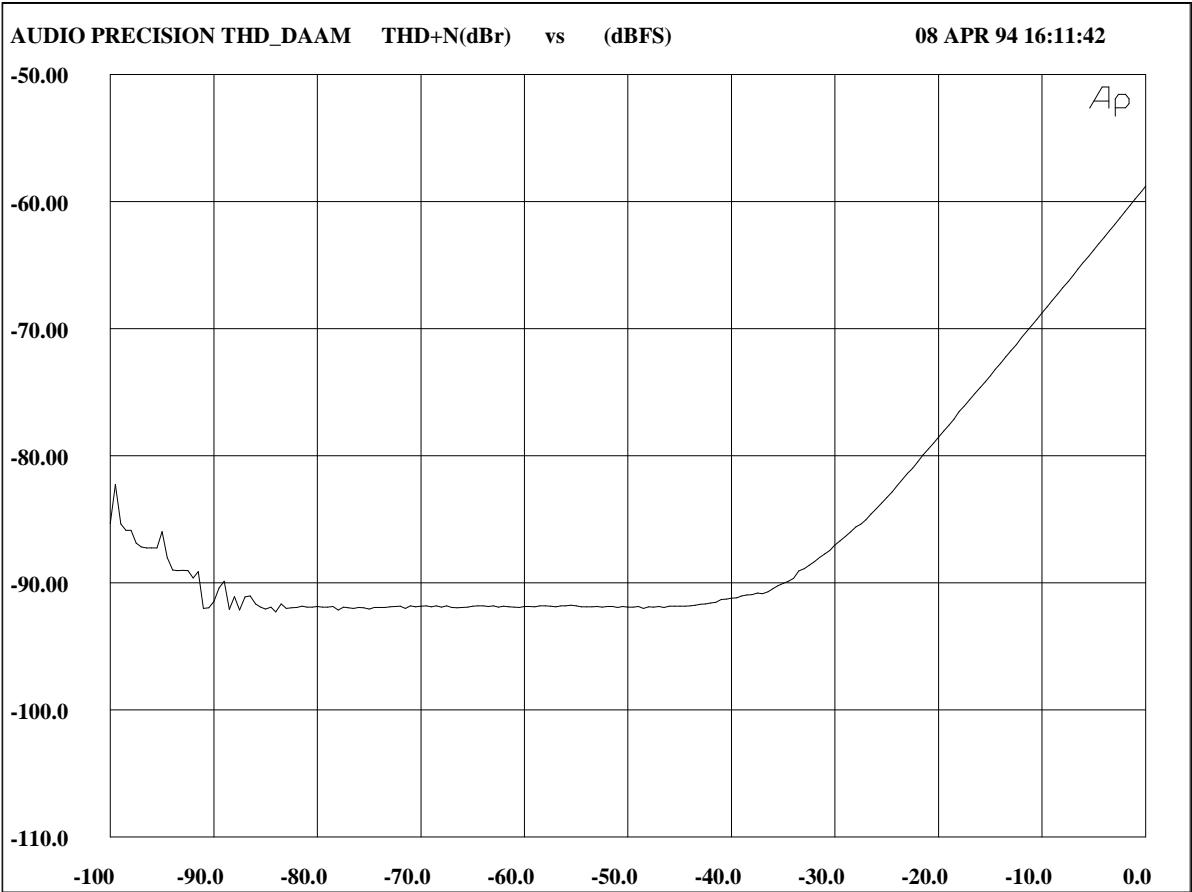


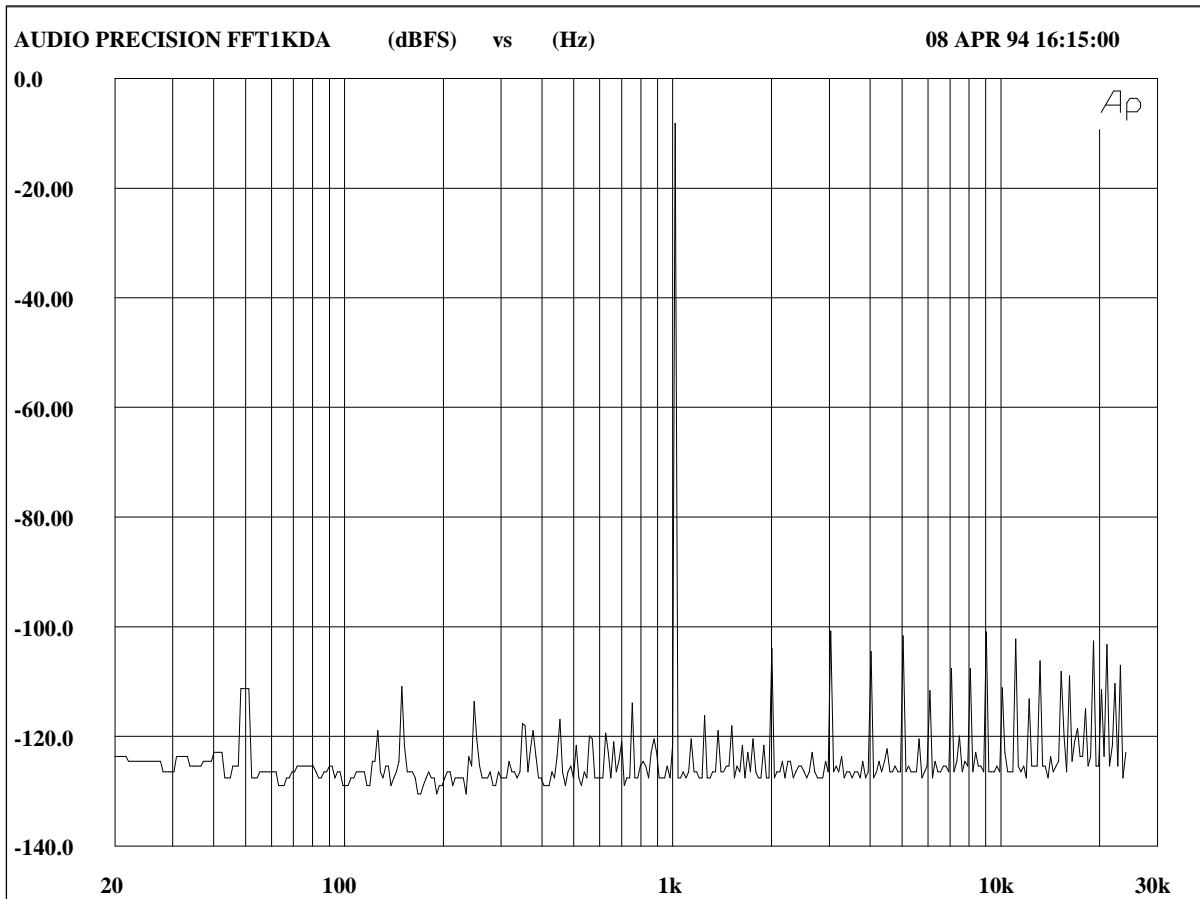
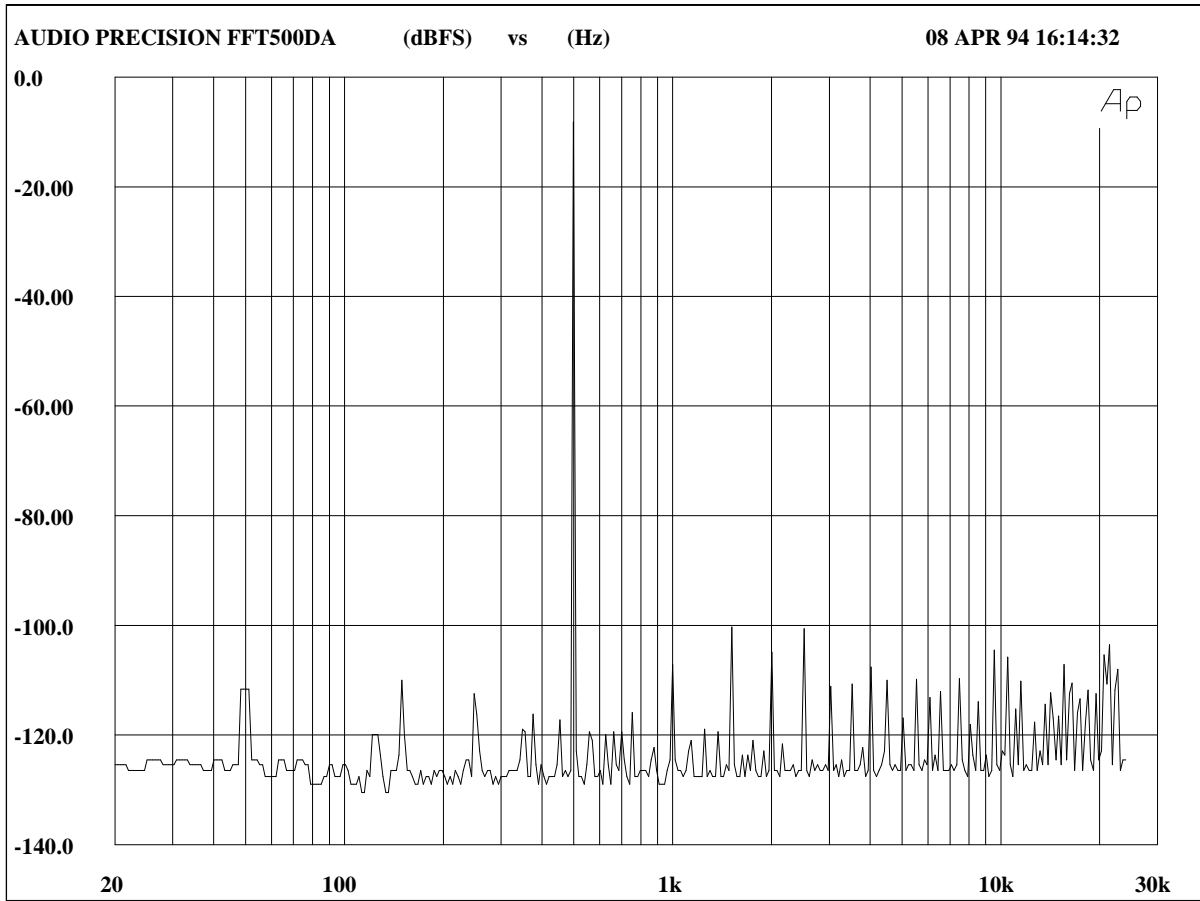


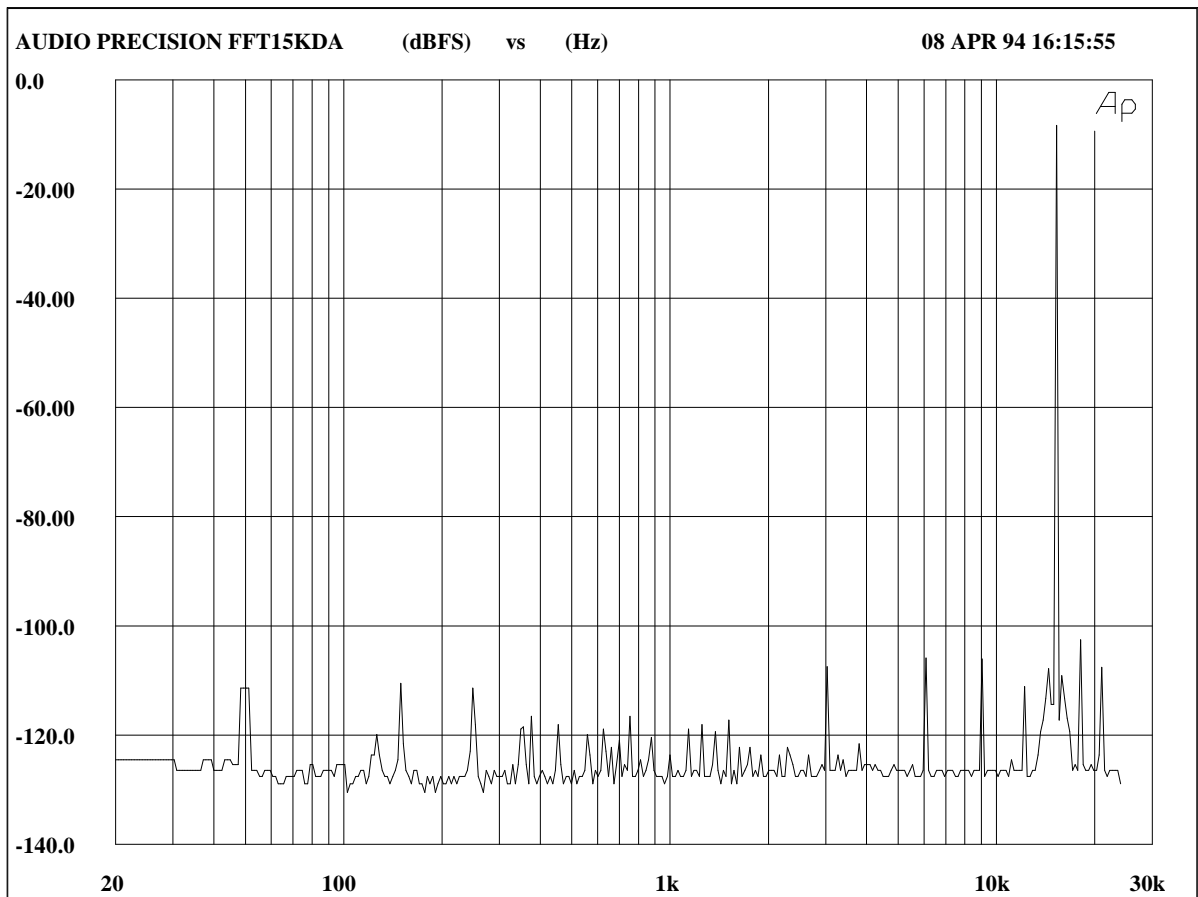
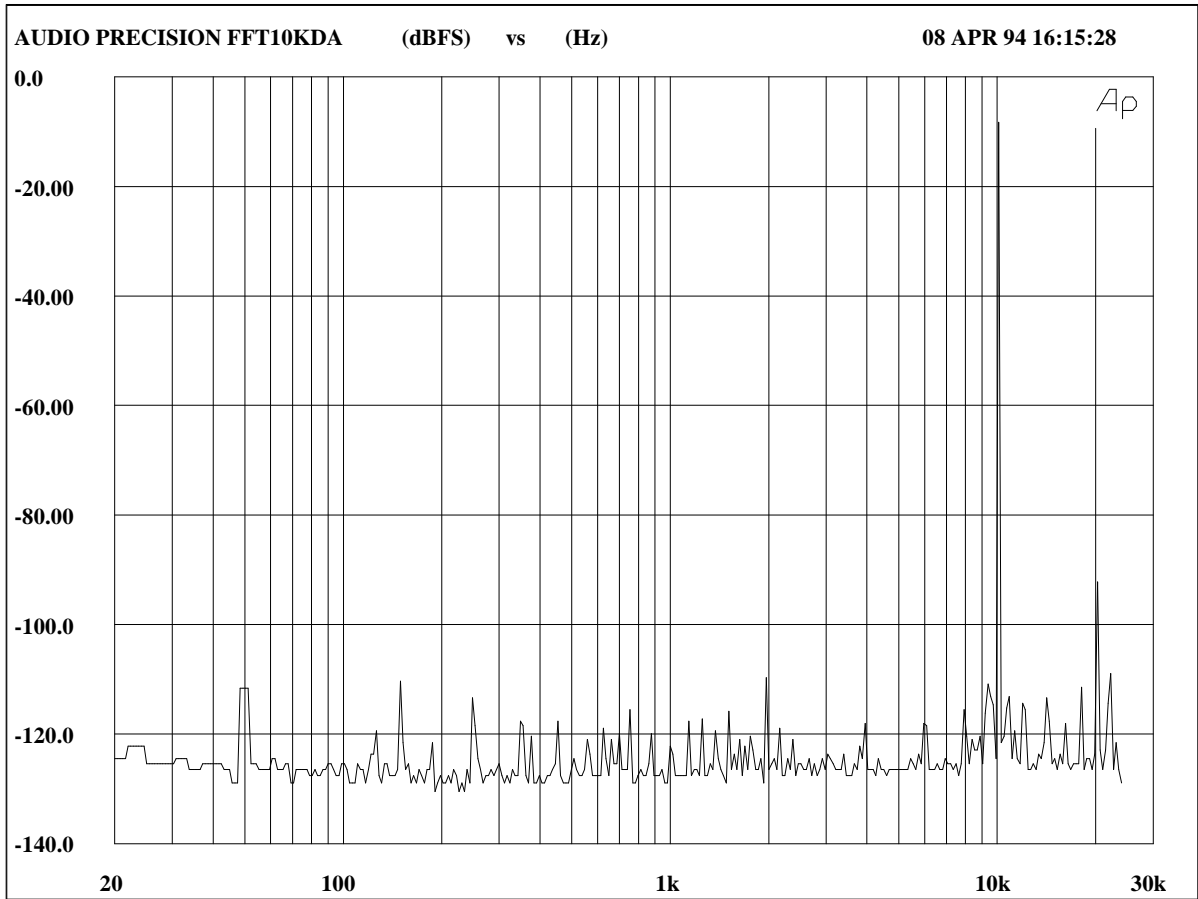


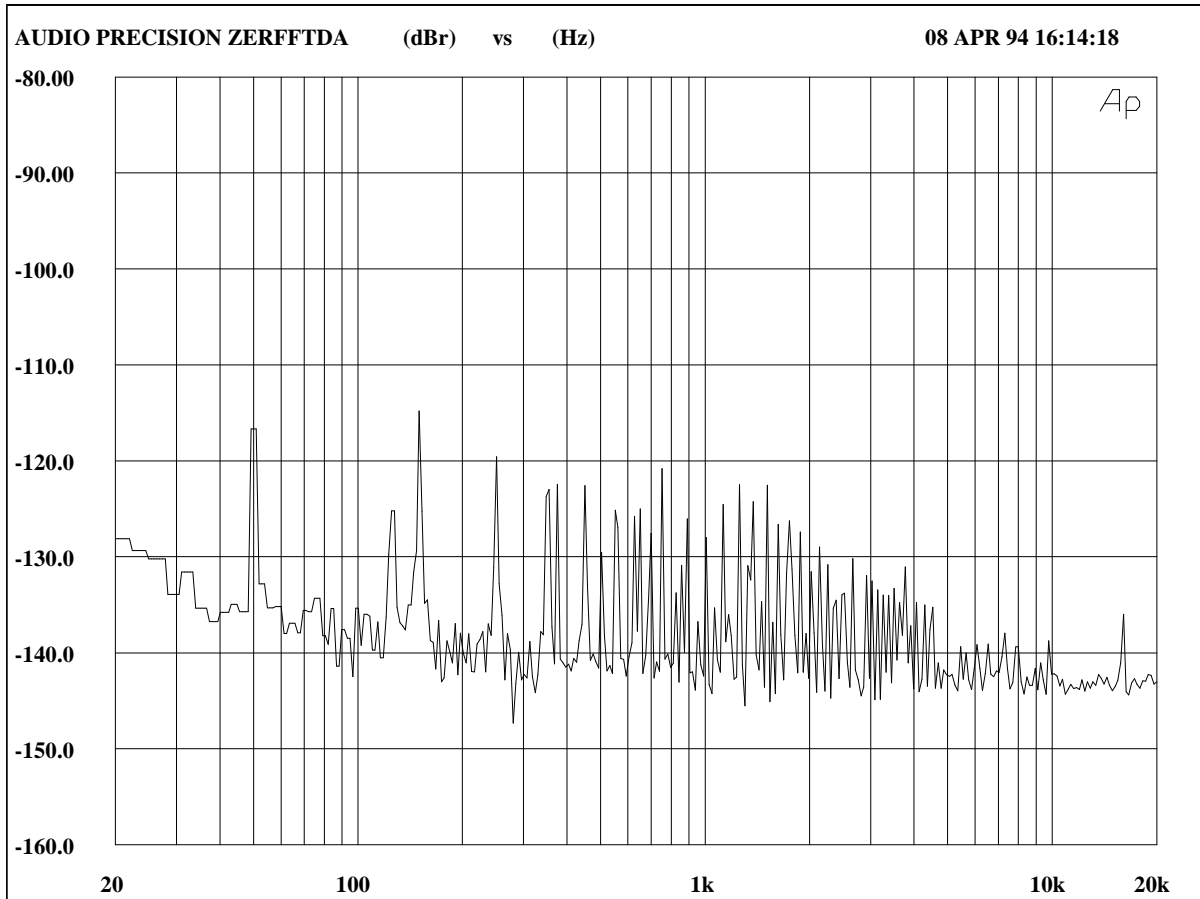




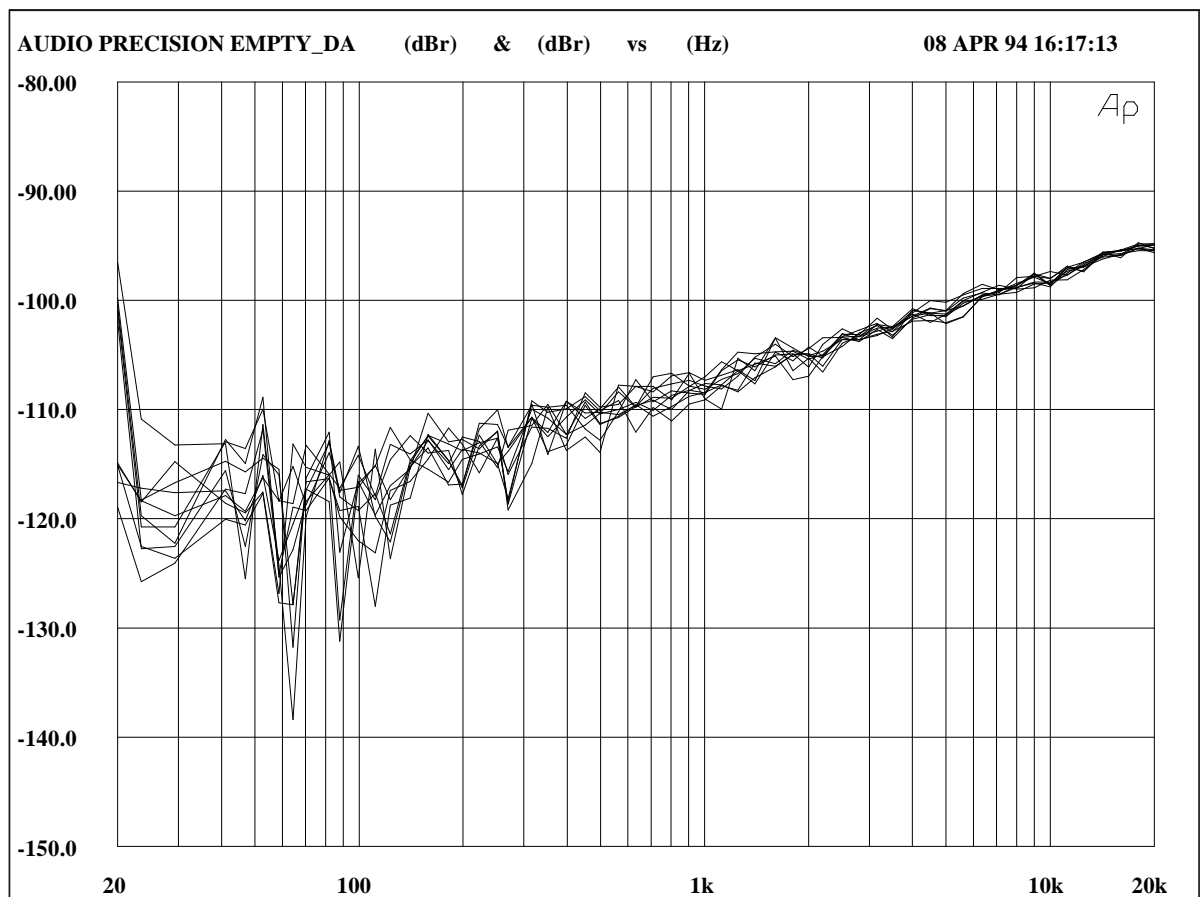








Valeur R.M.S : -94.73 dB FS

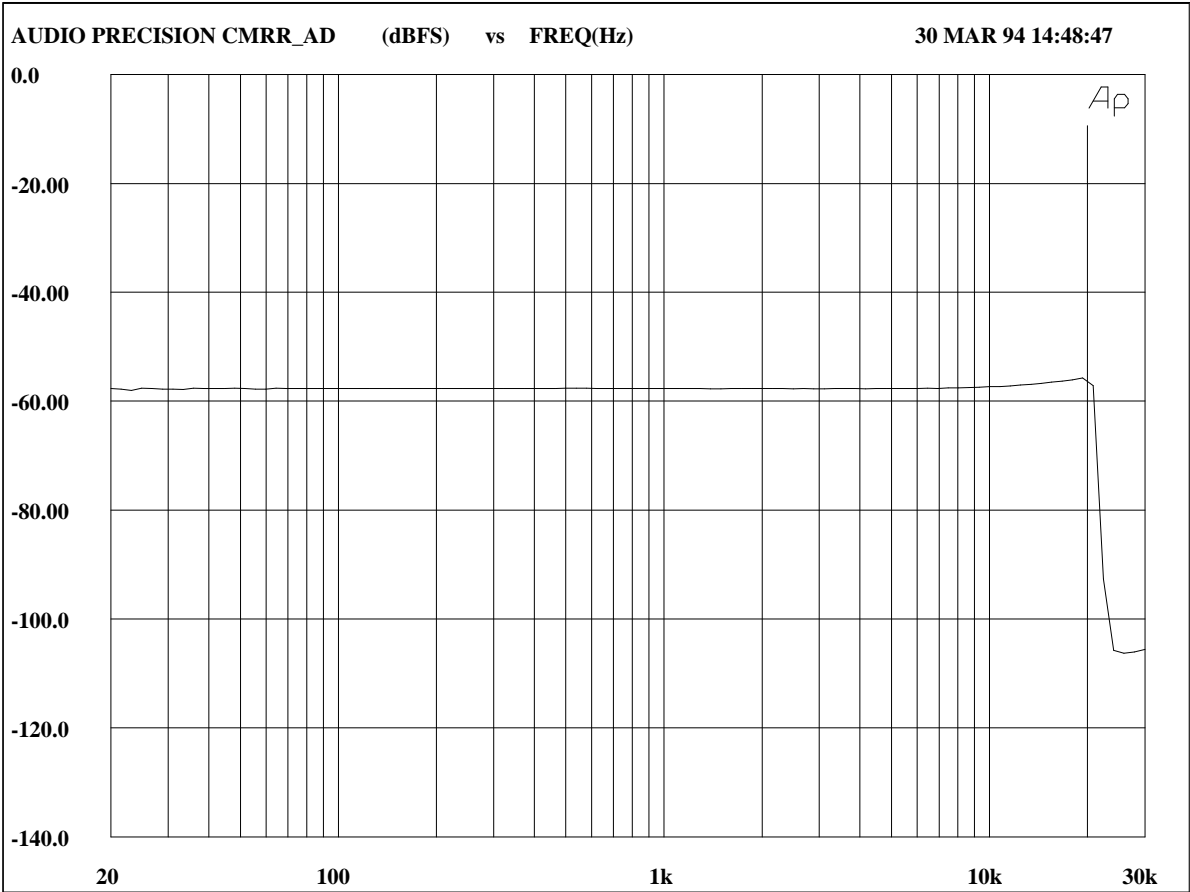


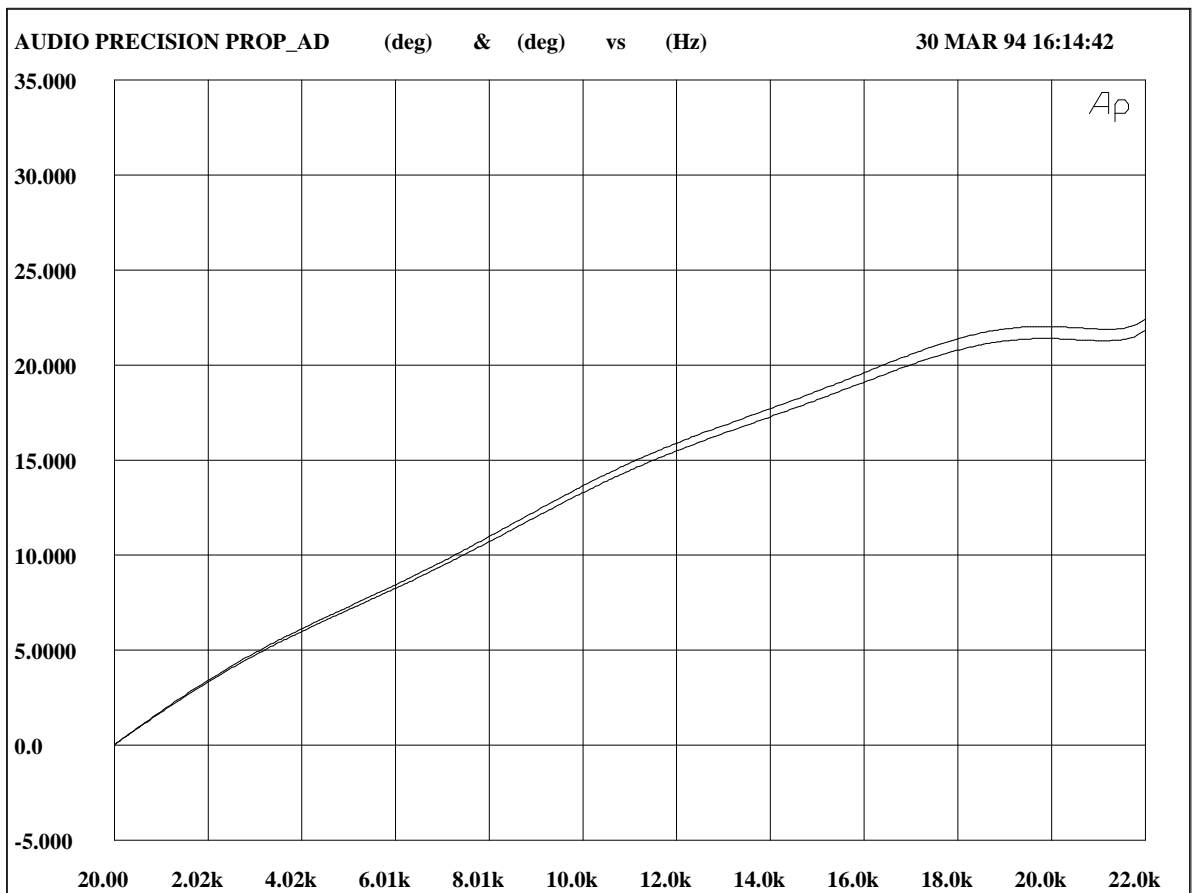
DAT SONY PCM 7030

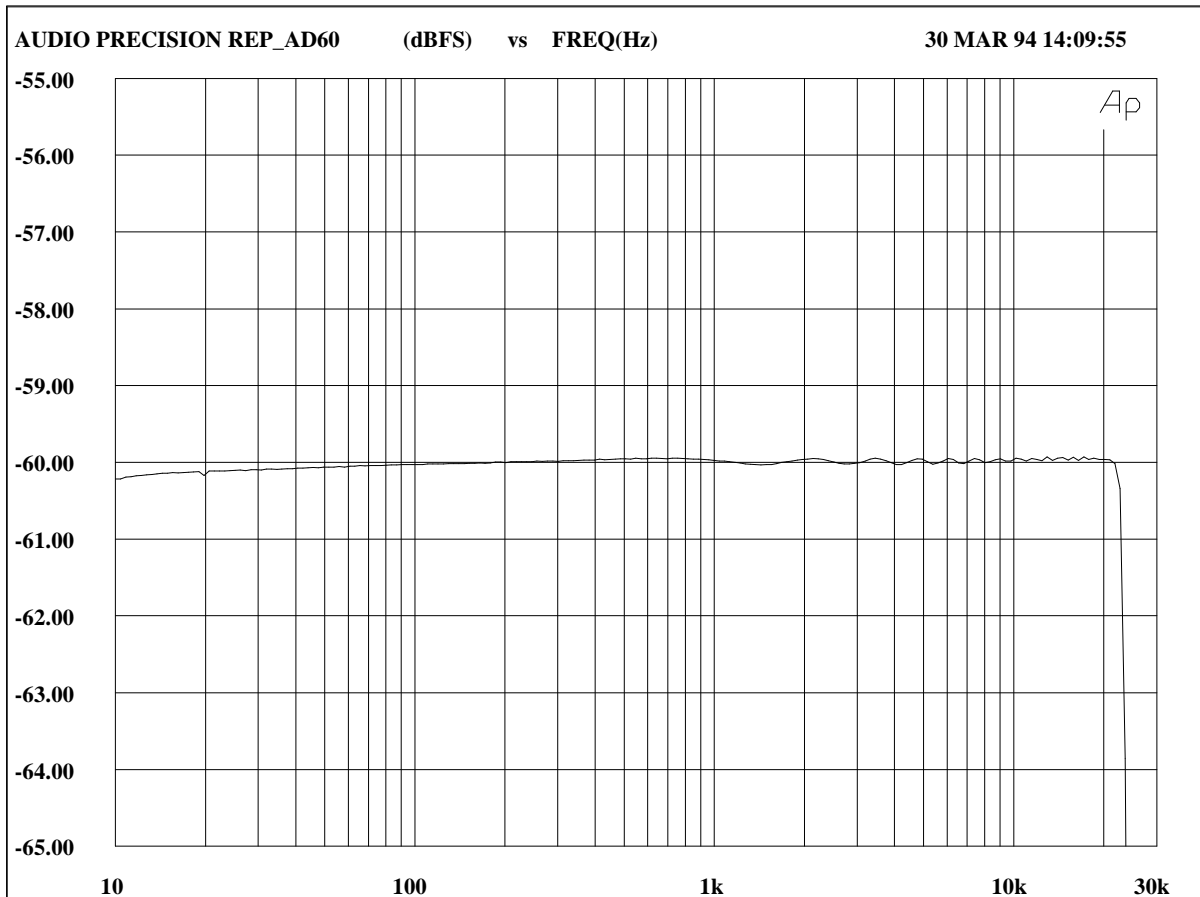
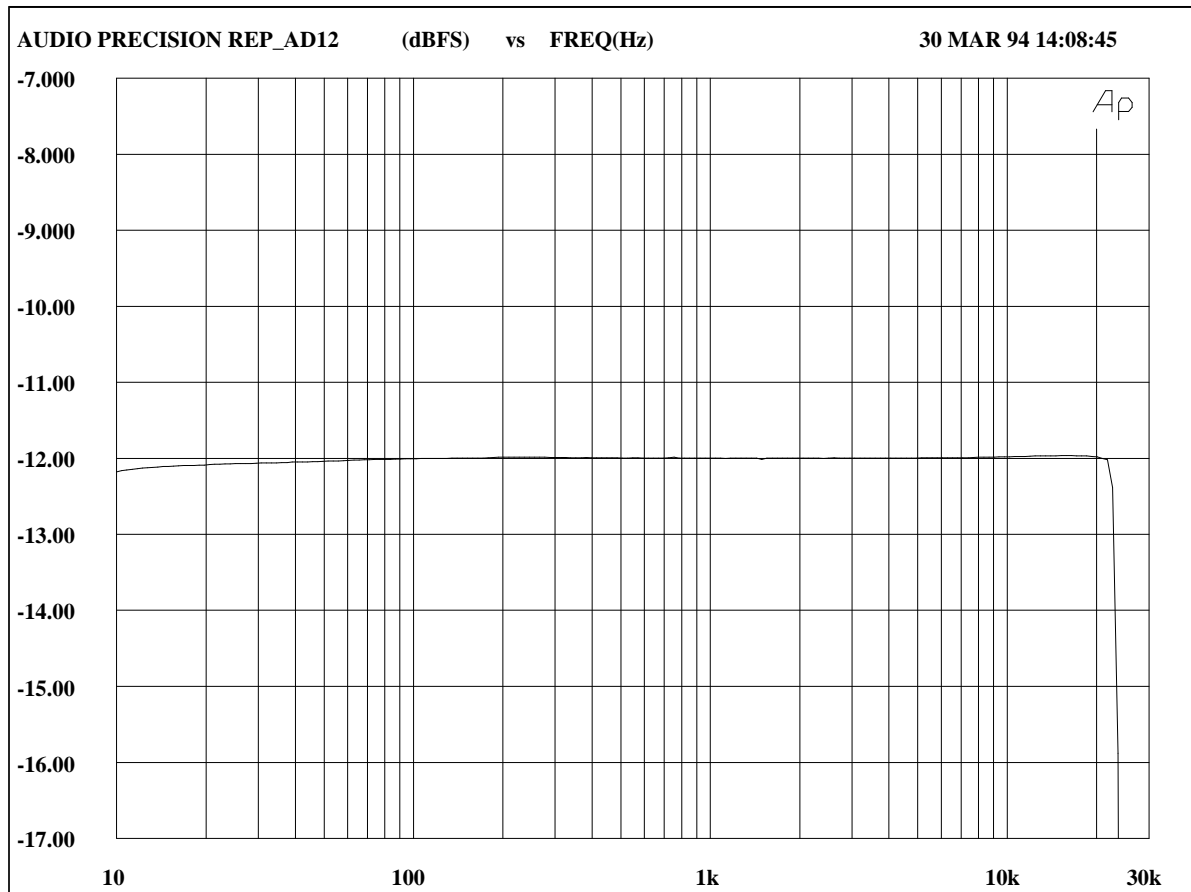
CONVERSION ANALOGIQUE NUMERIQUE

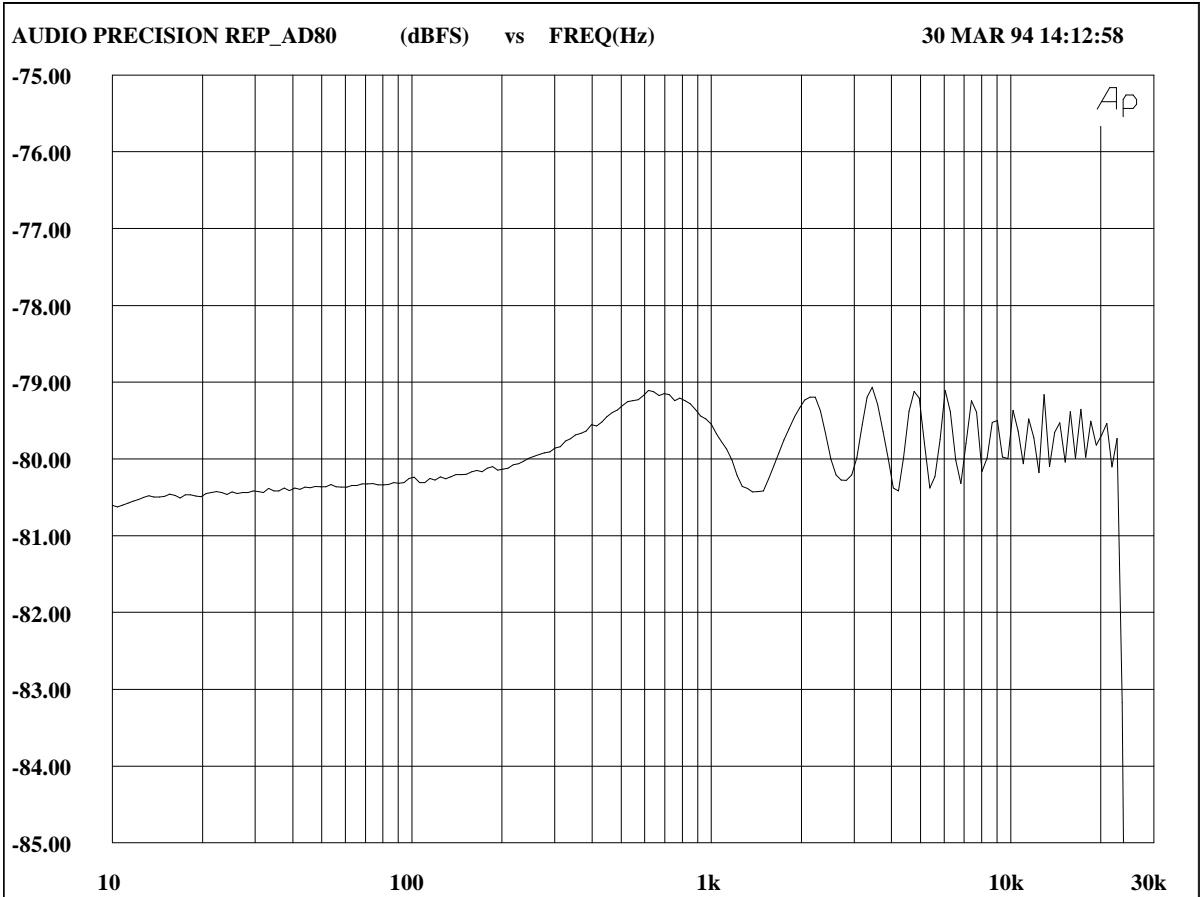
*N° de série : 55005
Type Σ DPCM 16 bits
Suréchantillonnage par
Chip Burr Brown PCM 61 P*

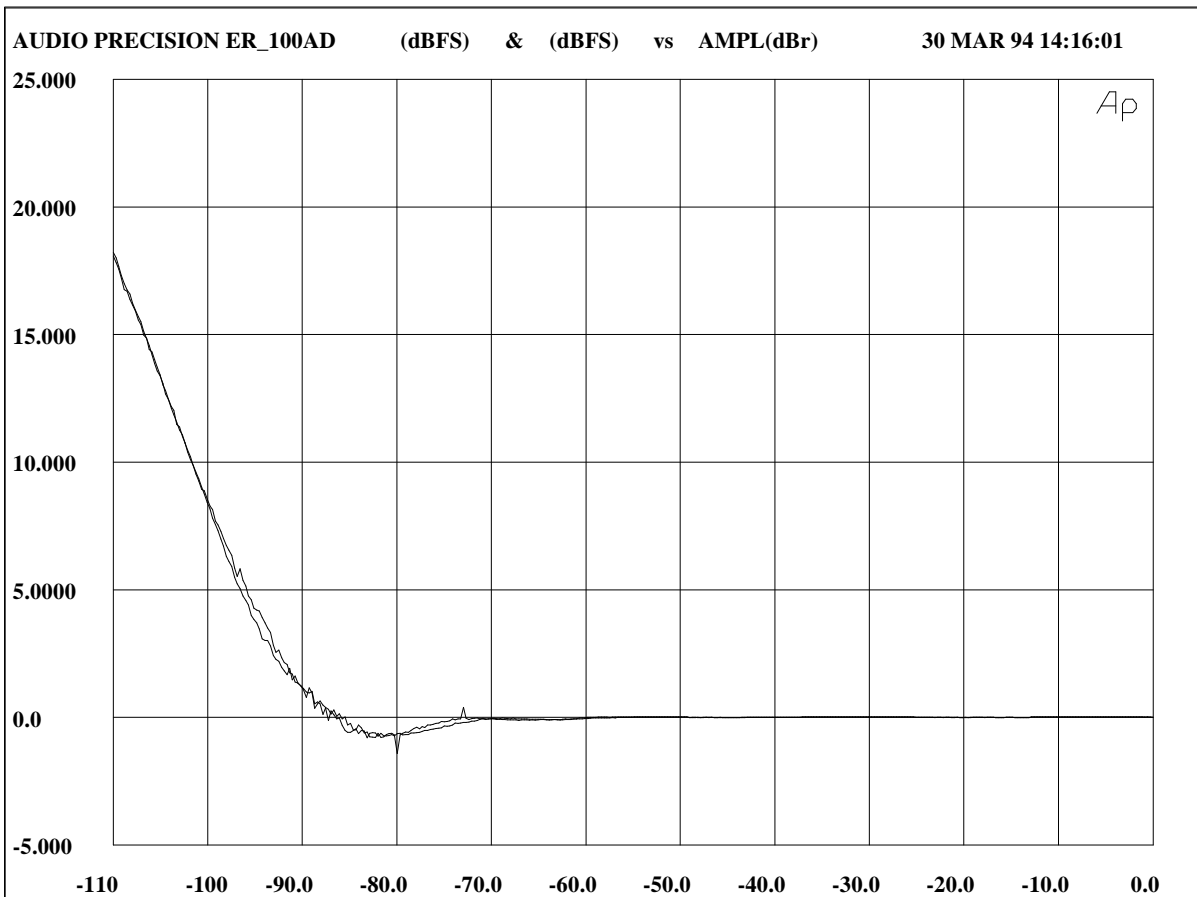
<i>Précision de l'horloge interne (ppm)</i>	<i>32</i>
<i>Niveau Max (dBu)</i>	<i>23.8</i>
<i>Taux de réjection en mode commun à 15 kHz (dB)</i>	<i>44</i>
<i>Temps de traitement</i>	<i>872.7 μs</i>
<i>Dynamique à 1kHz (dB)</i>	<i>92</i>
<i>Erreur de Linéarité (1dB) à 1kHz (dB FS)</i>	<i>84.6</i>
<i>Rapport signal /bruit (en dB par rapport à +12 dBu)</i>	<i>80.2</i>
<i>Bande Passante à - 1 dB (en kHz / ref : -12 dB FS)</i>	<i>22.7</i>
<i>Distorsion Maximale pour 1 kHz (20 Hz-22kHz en dB FS)</i>	<i>82.6</i>
<i>Impédance d'entrée (kΩ)</i>	<i>11</i>

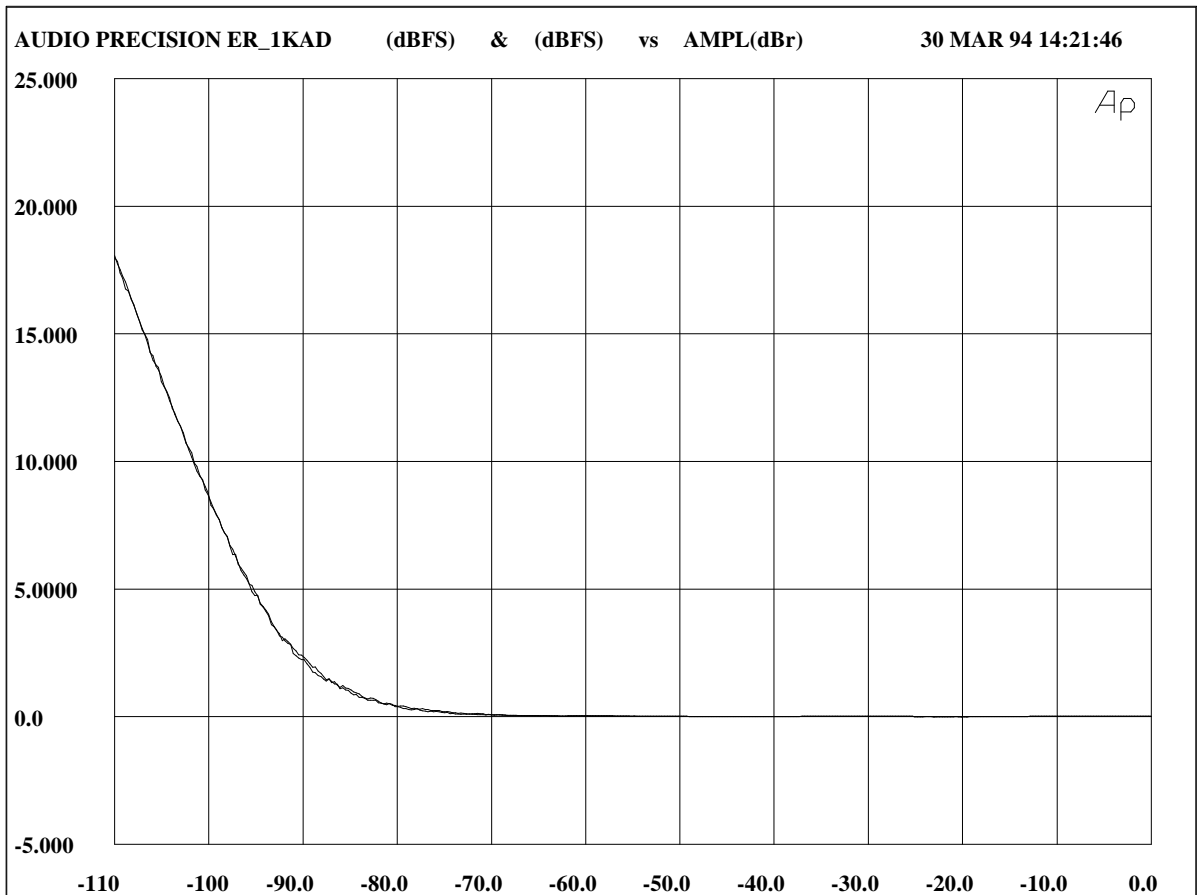
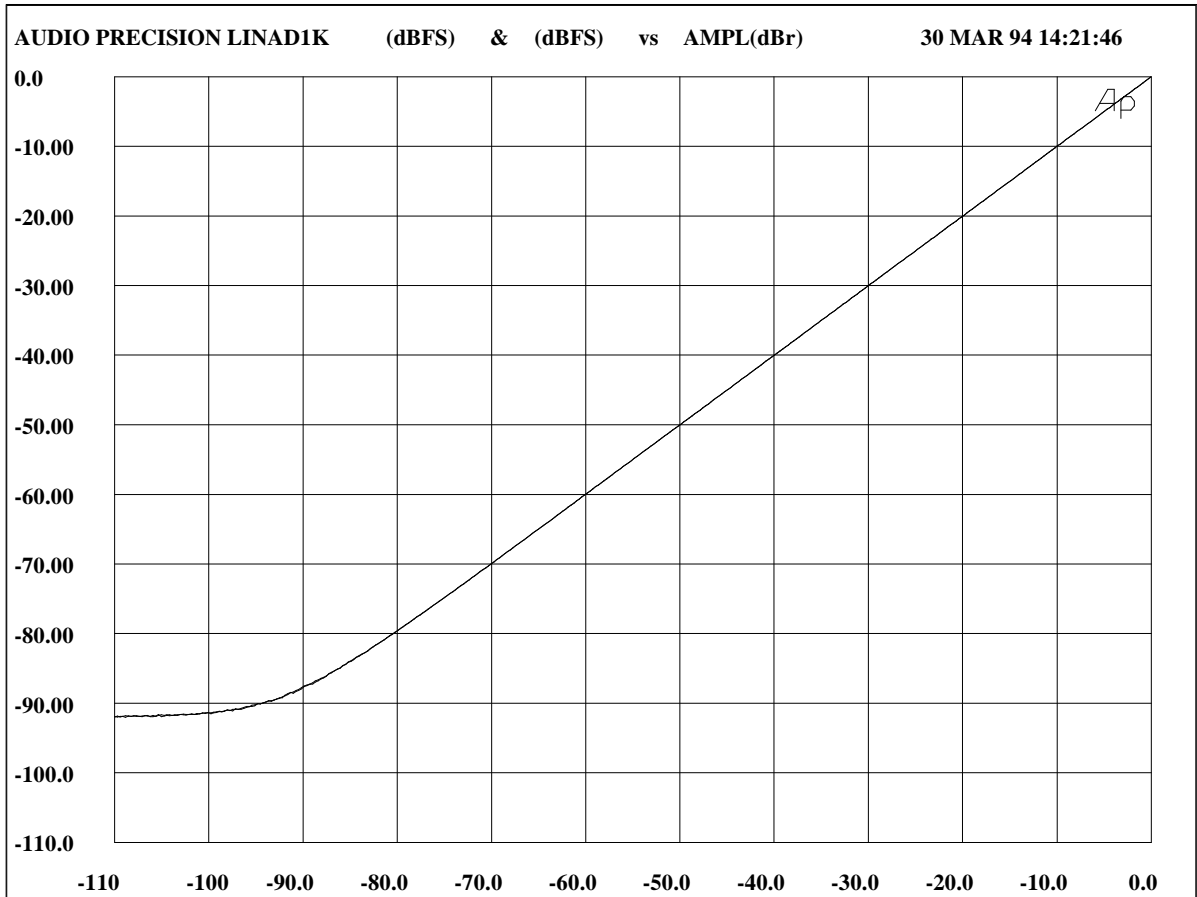


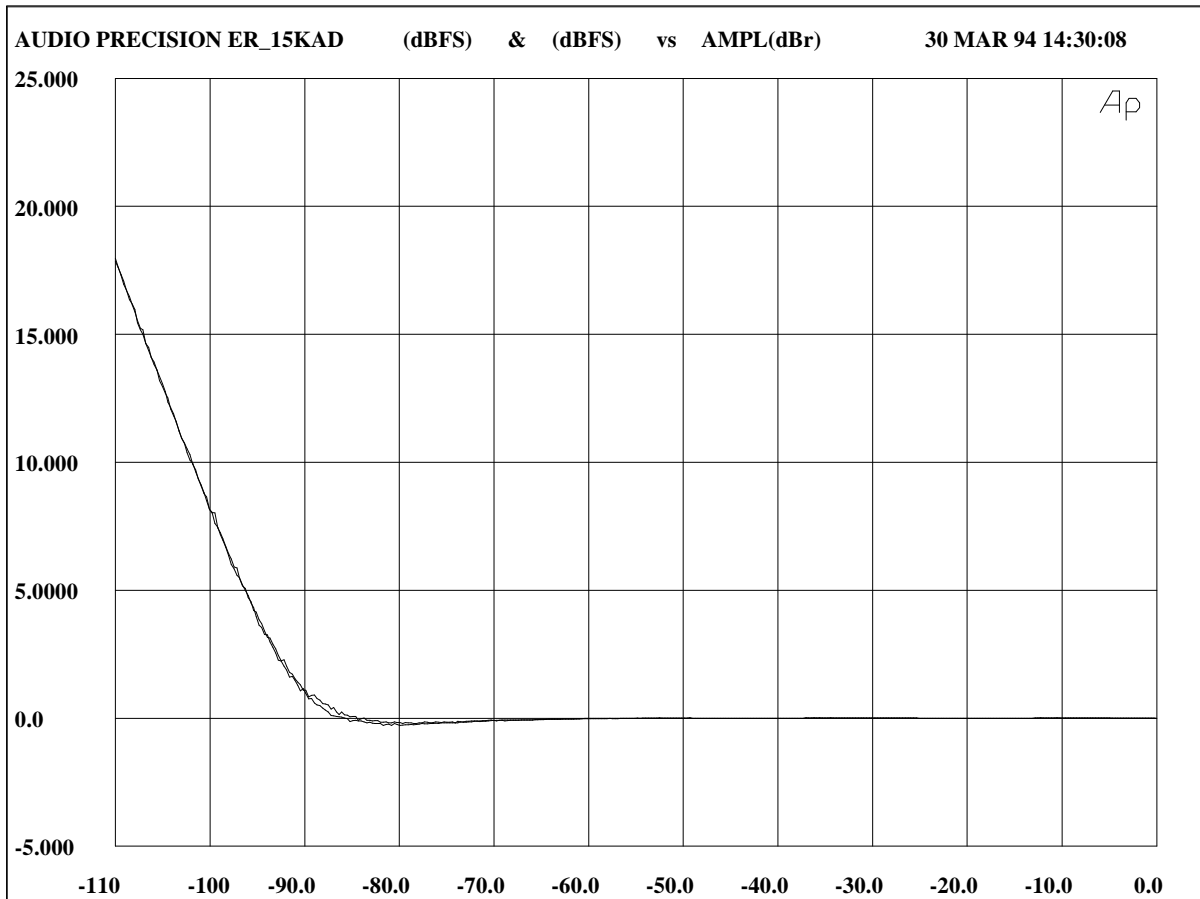
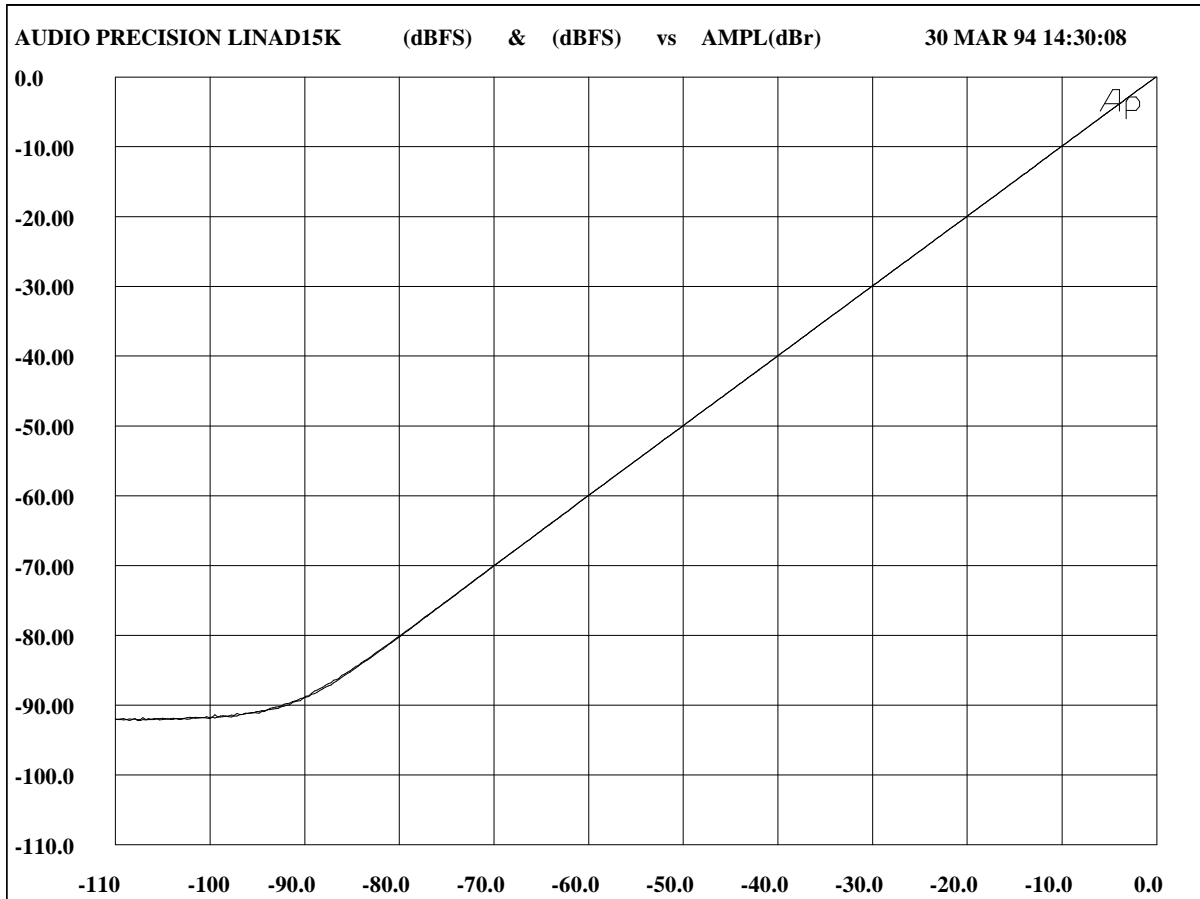


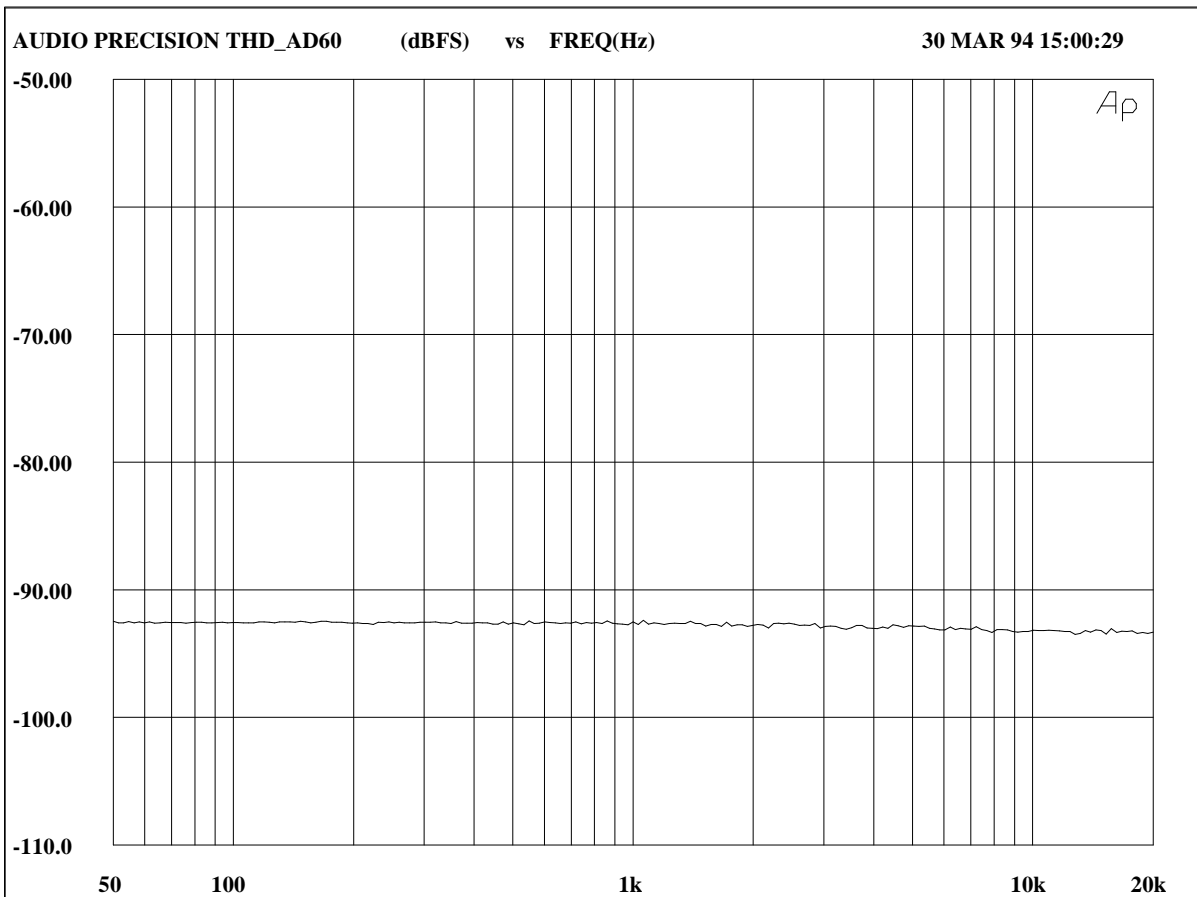
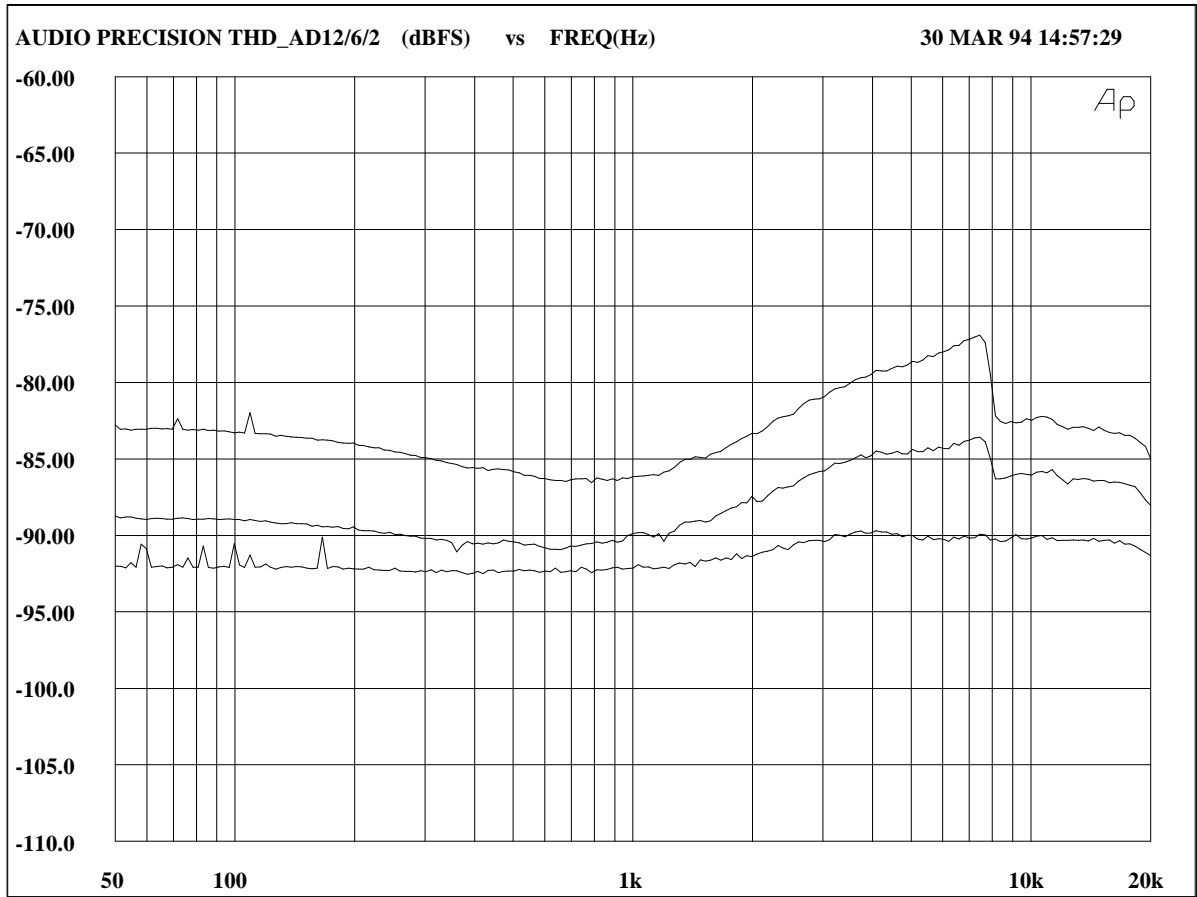


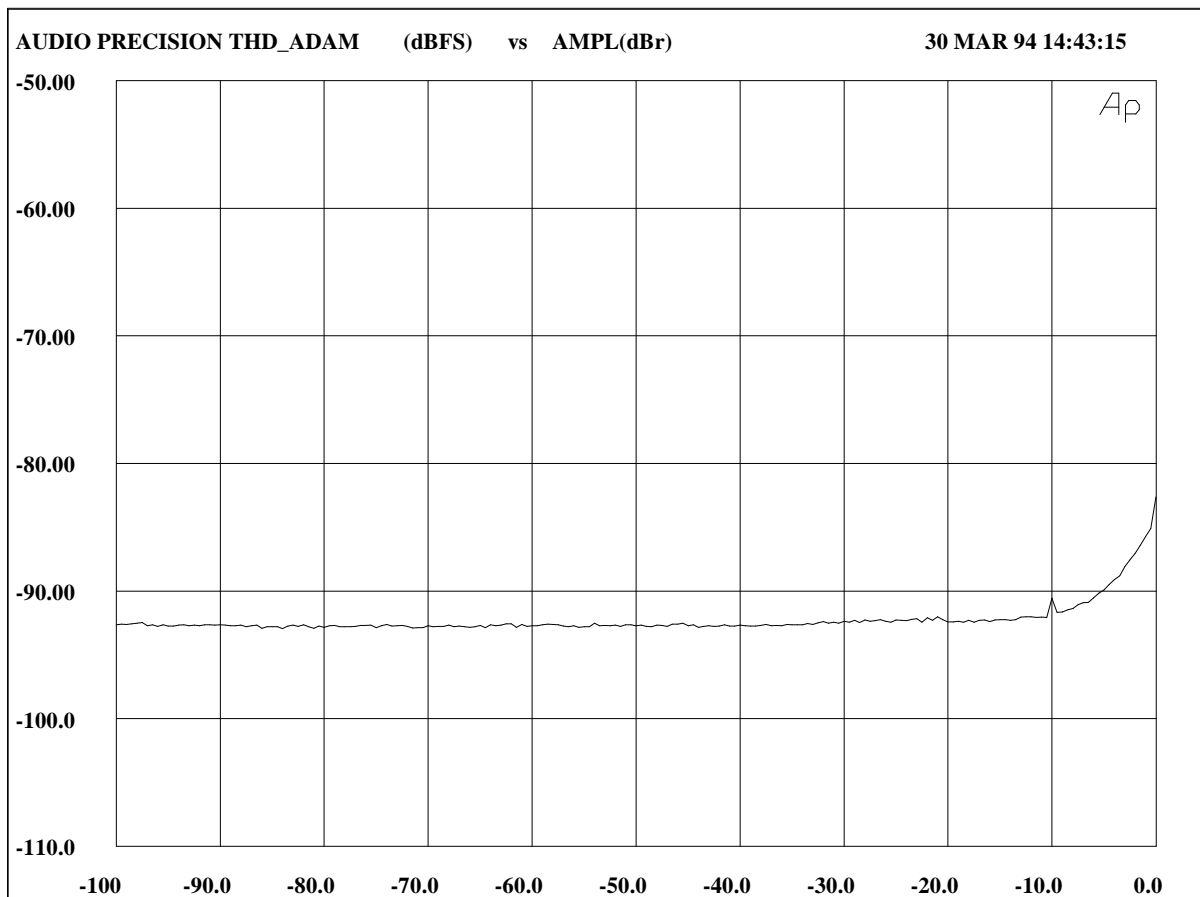
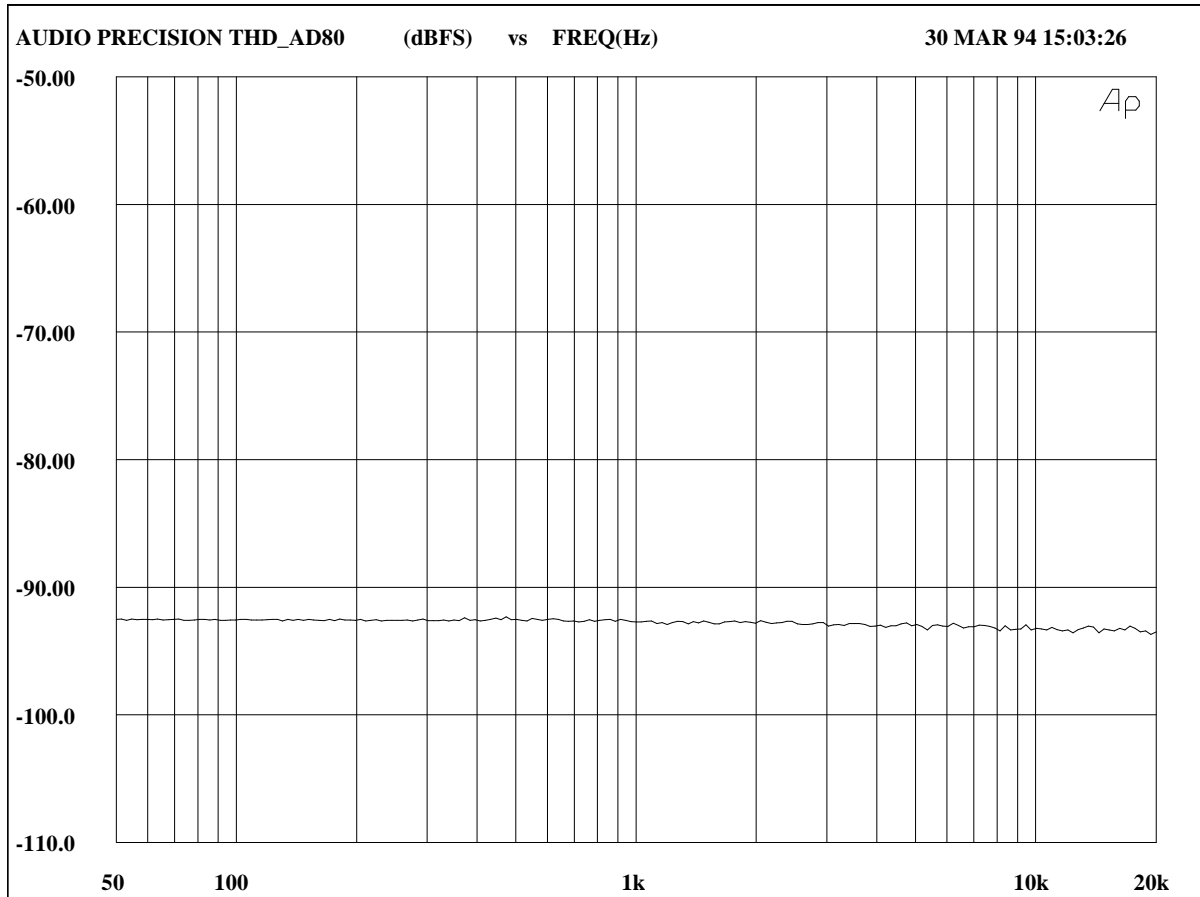


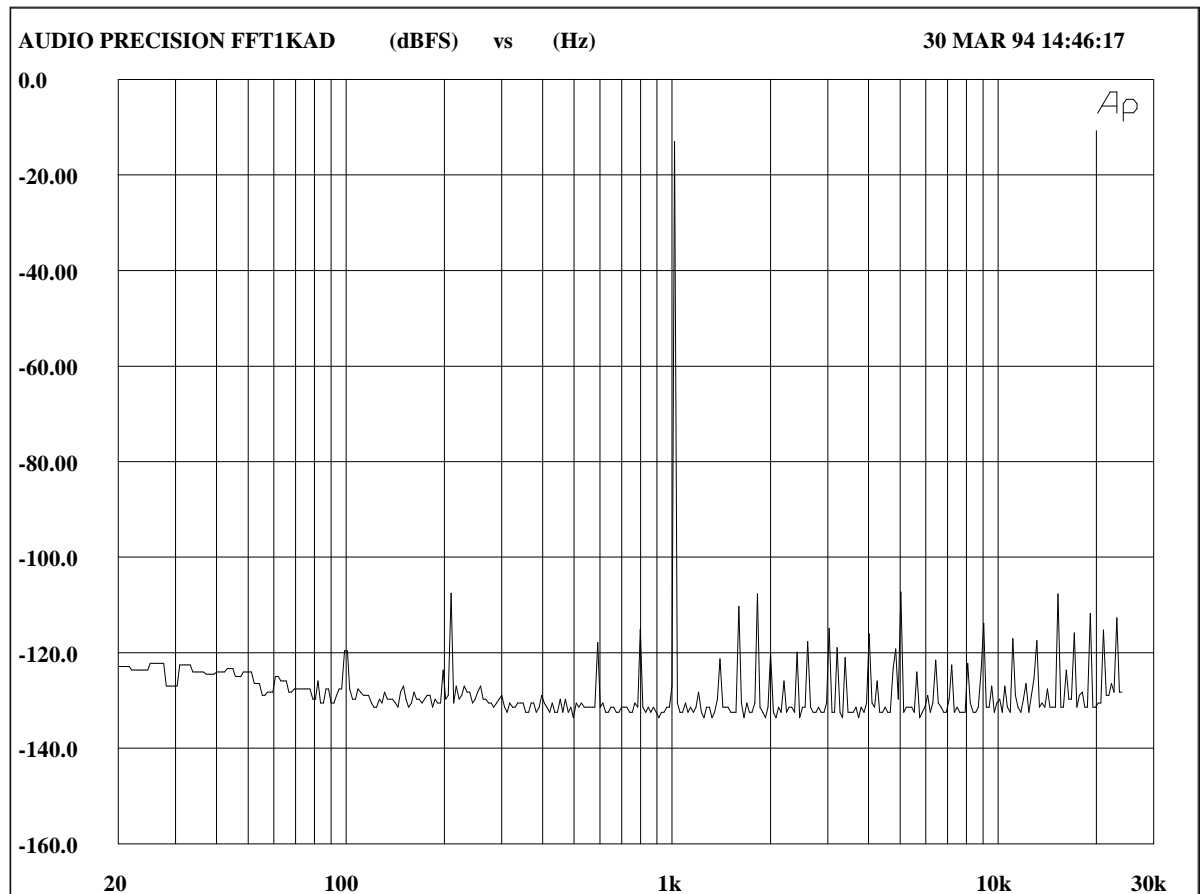
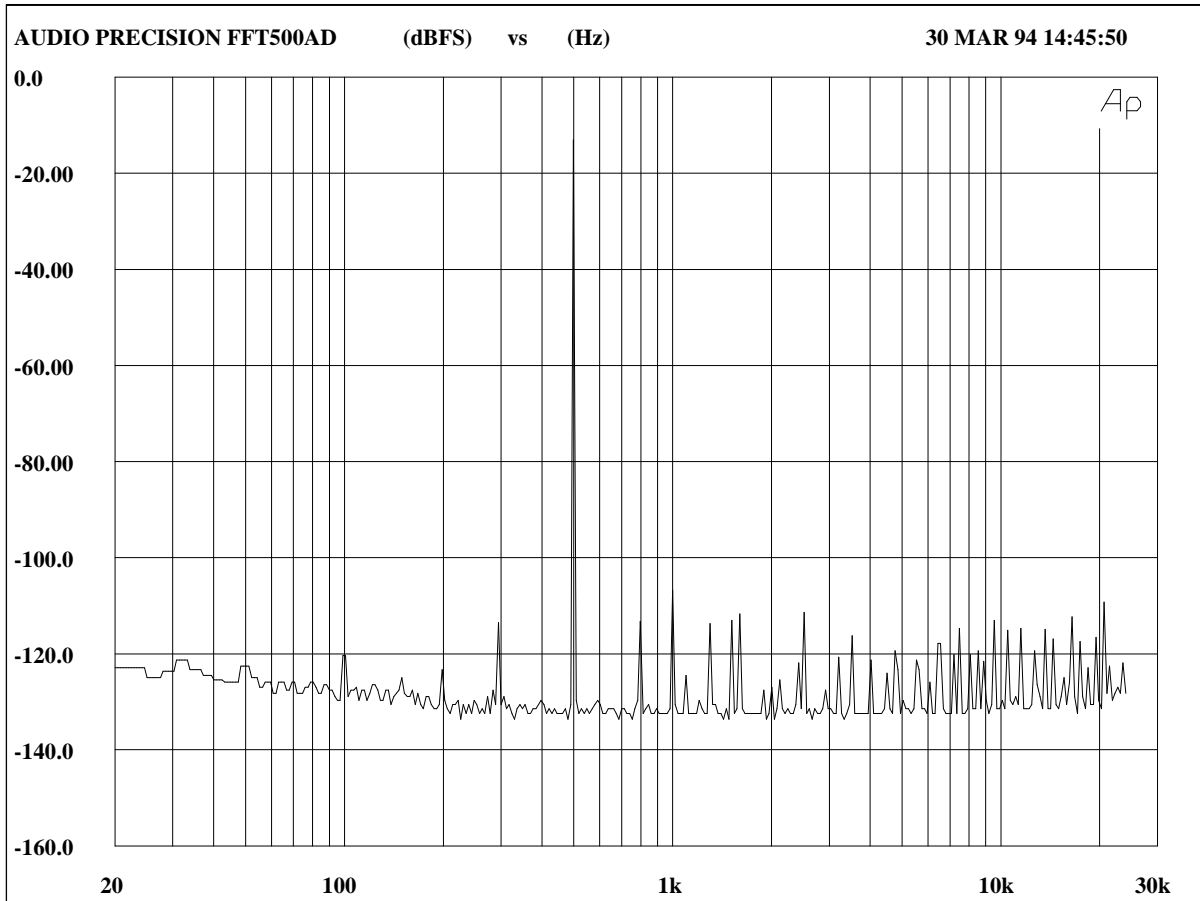


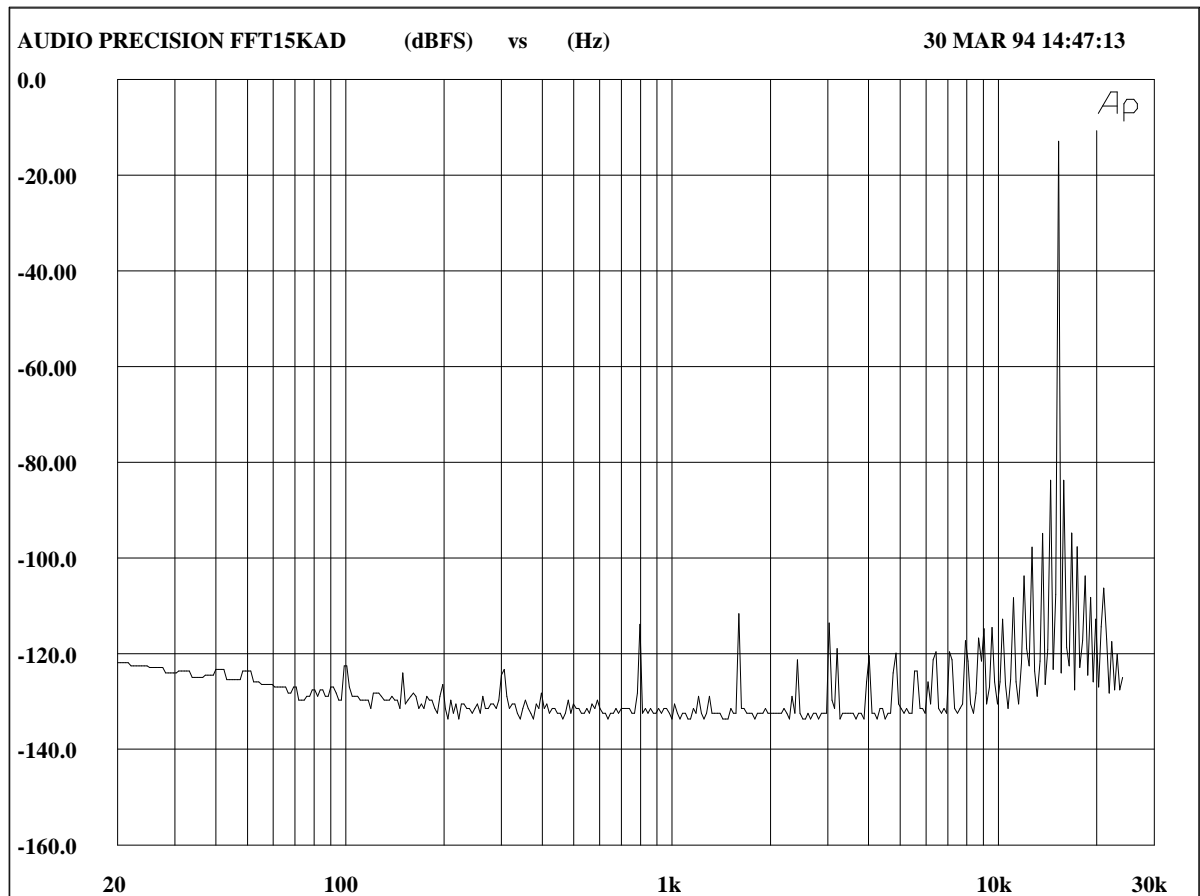
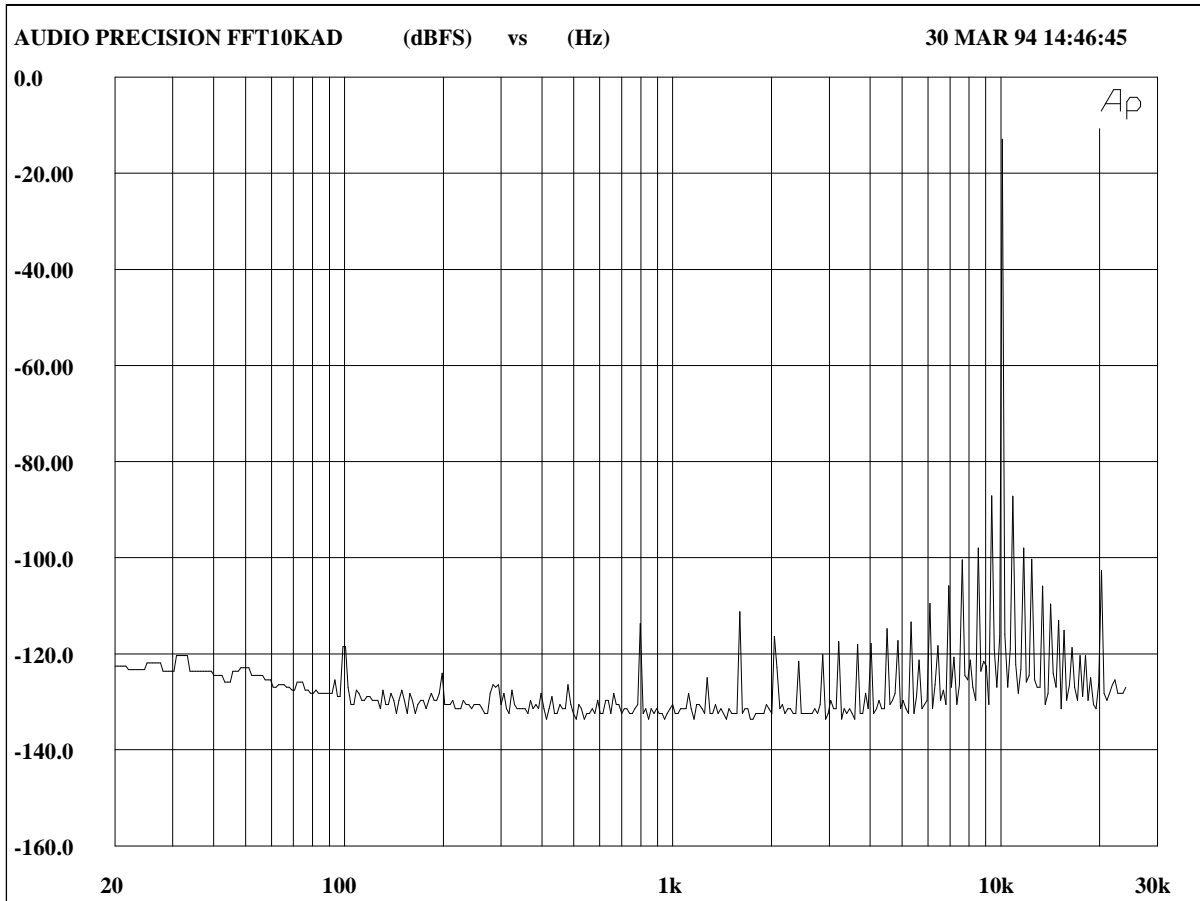


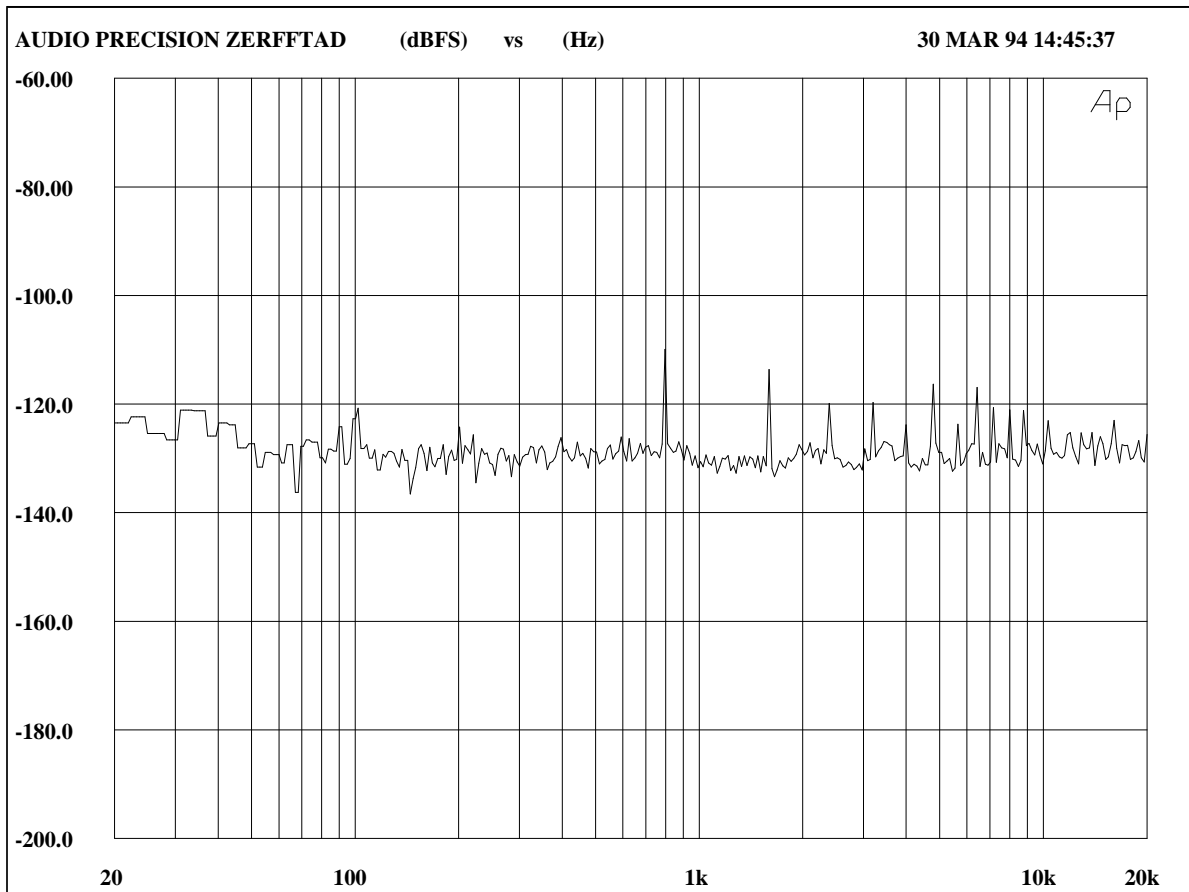




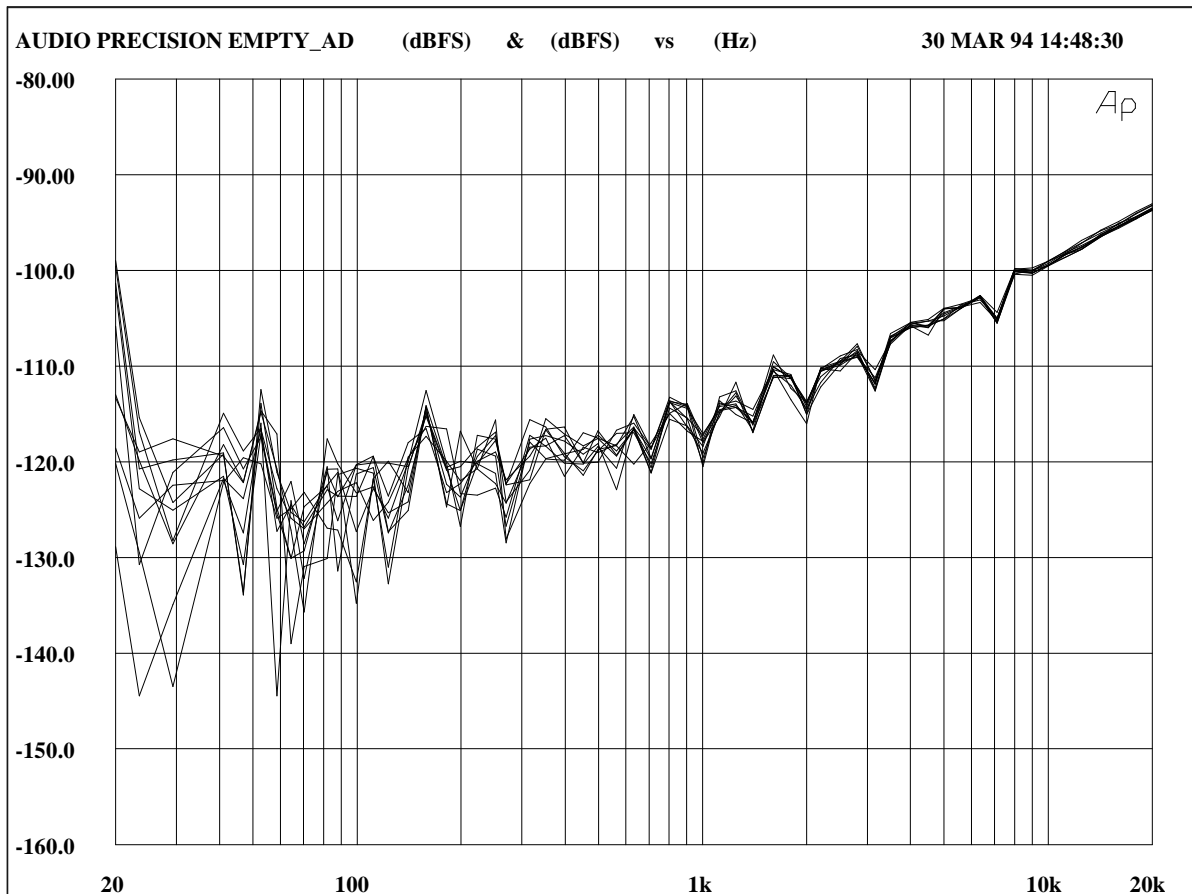








Valeur R.M.S : -92.23 dB FS

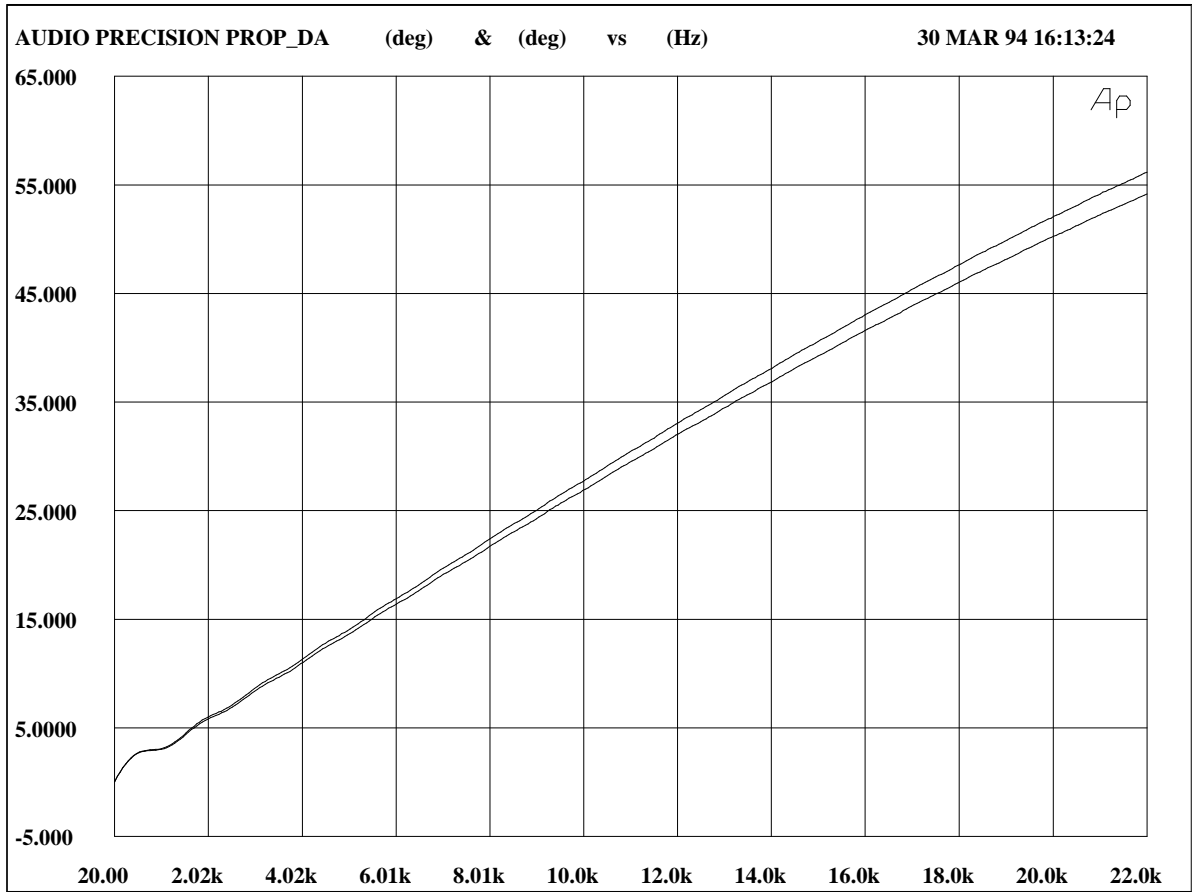


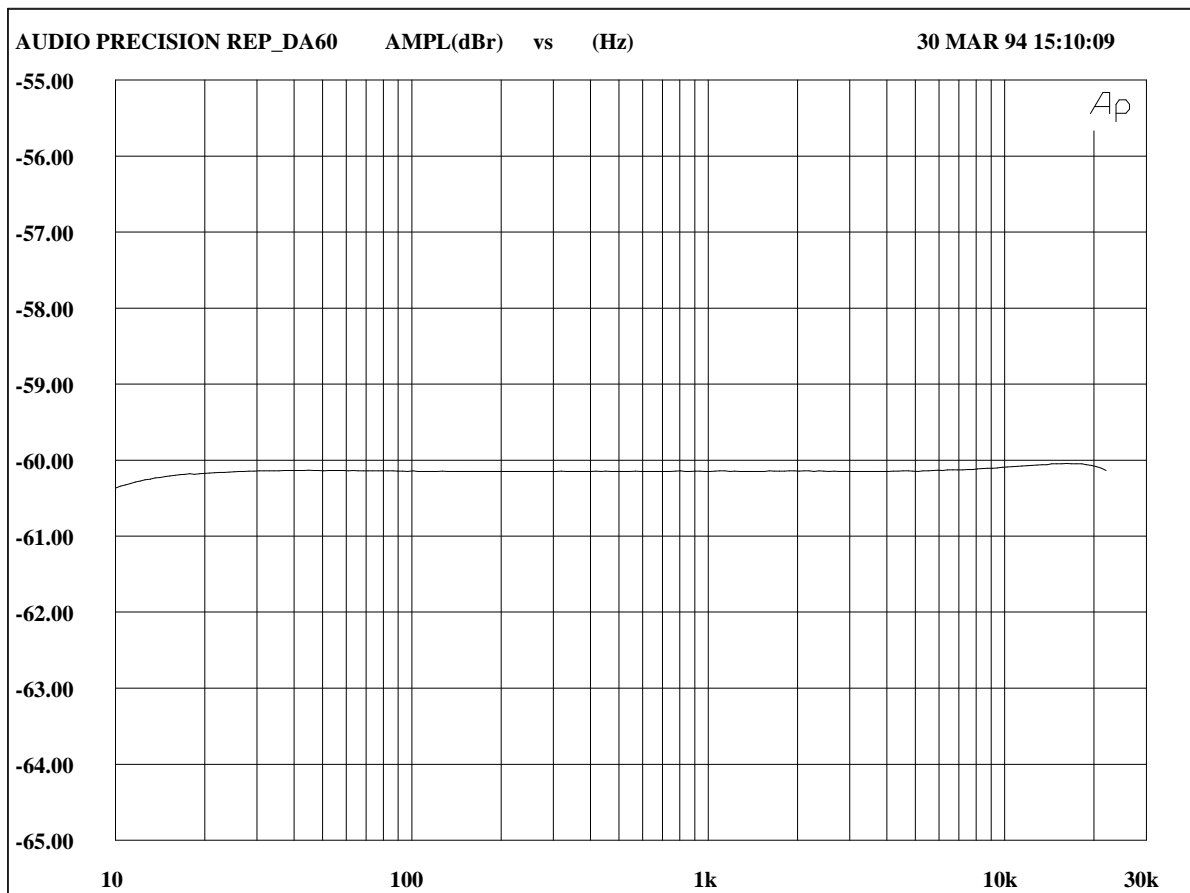
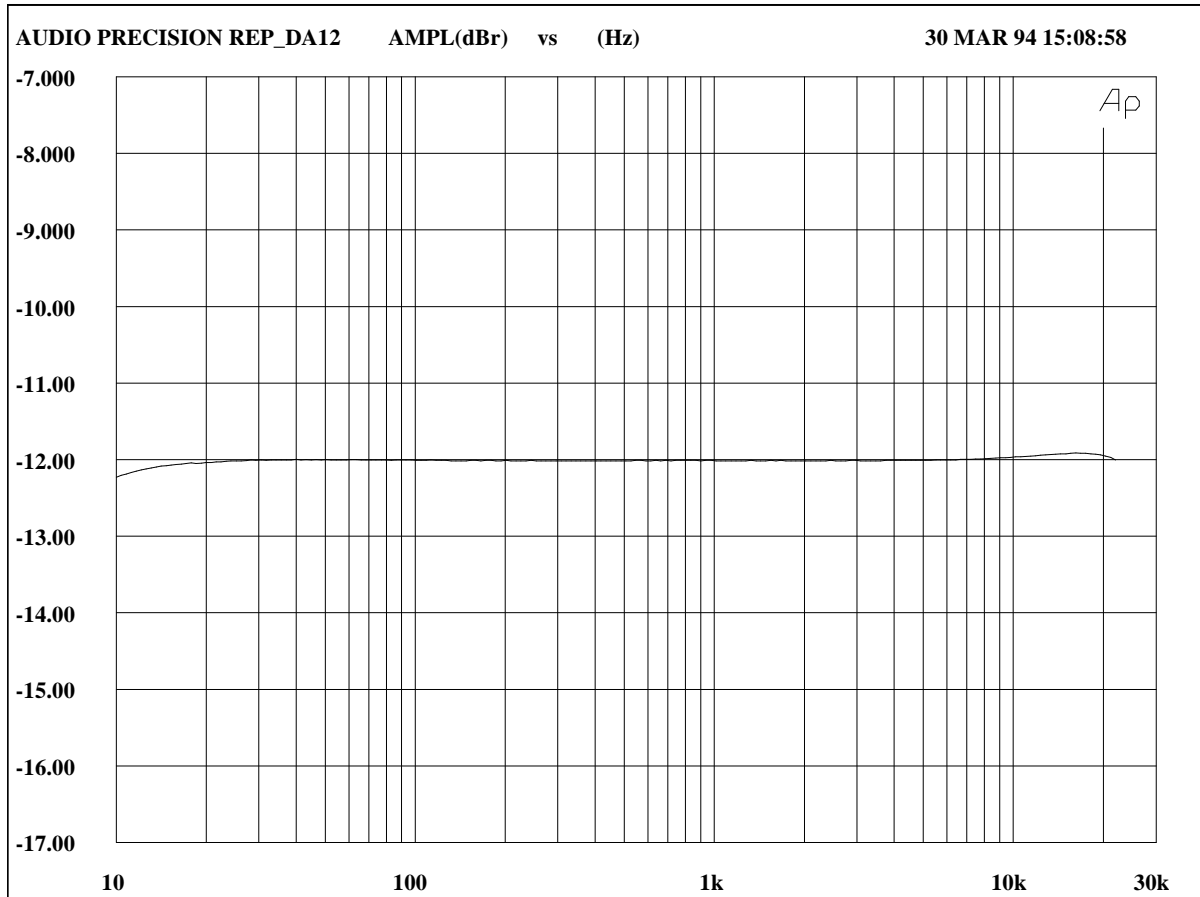
DAT SONY PCM 7030

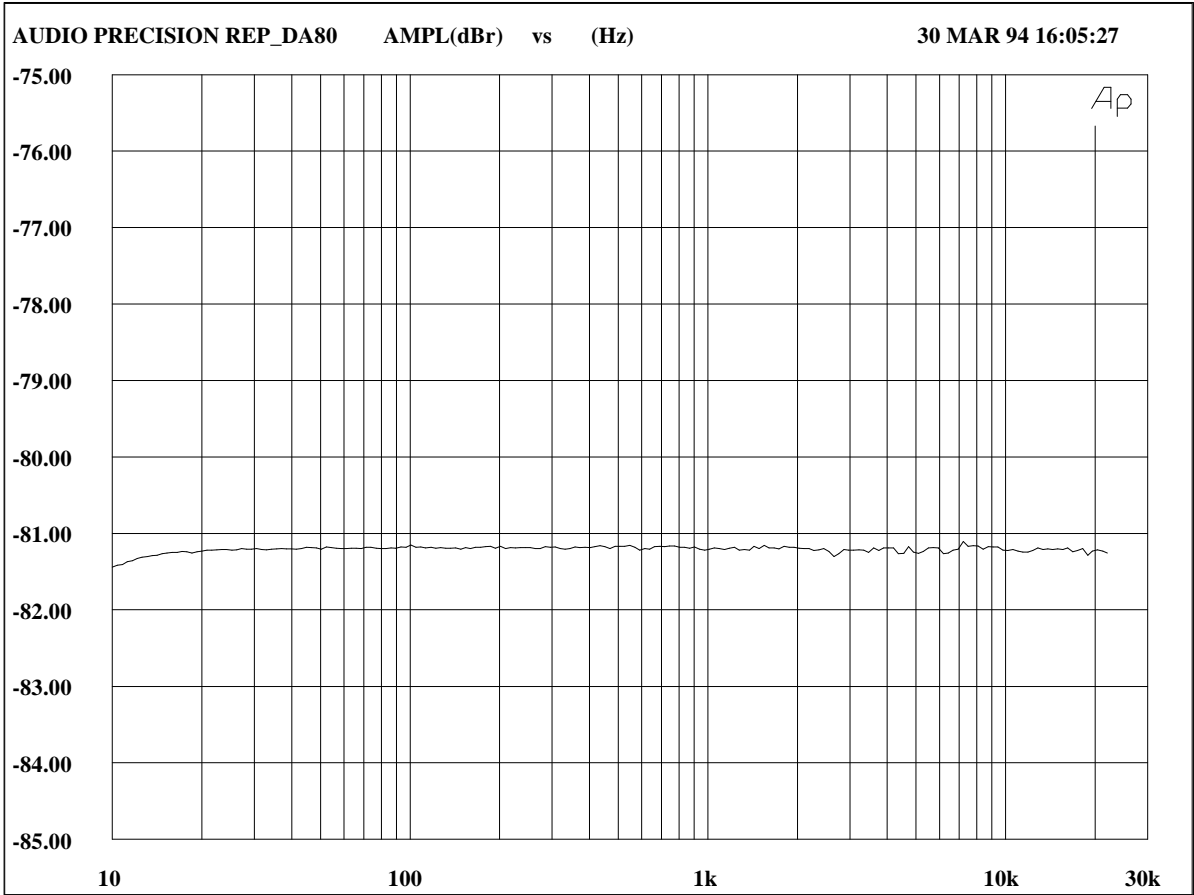
CONVERSION NUMERIQUE ANALOGIQUE

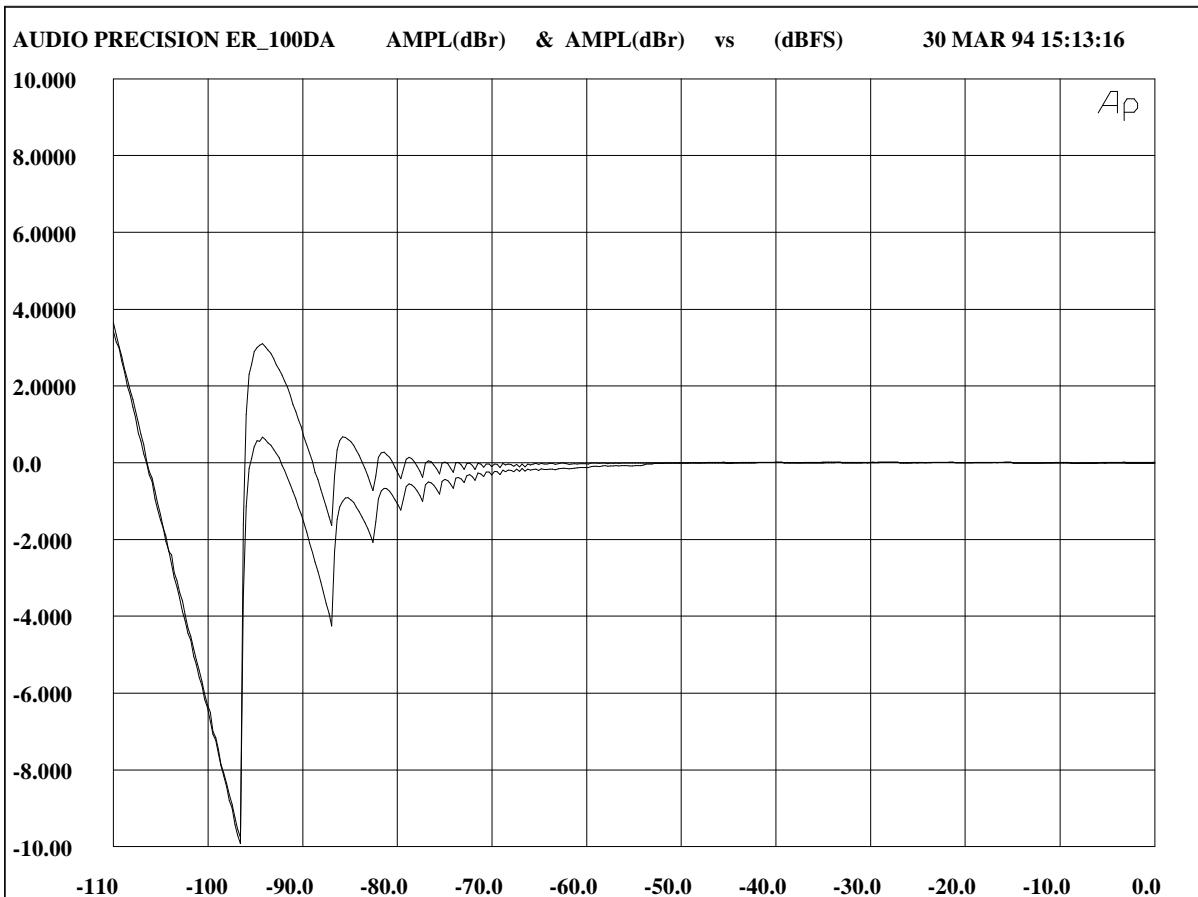
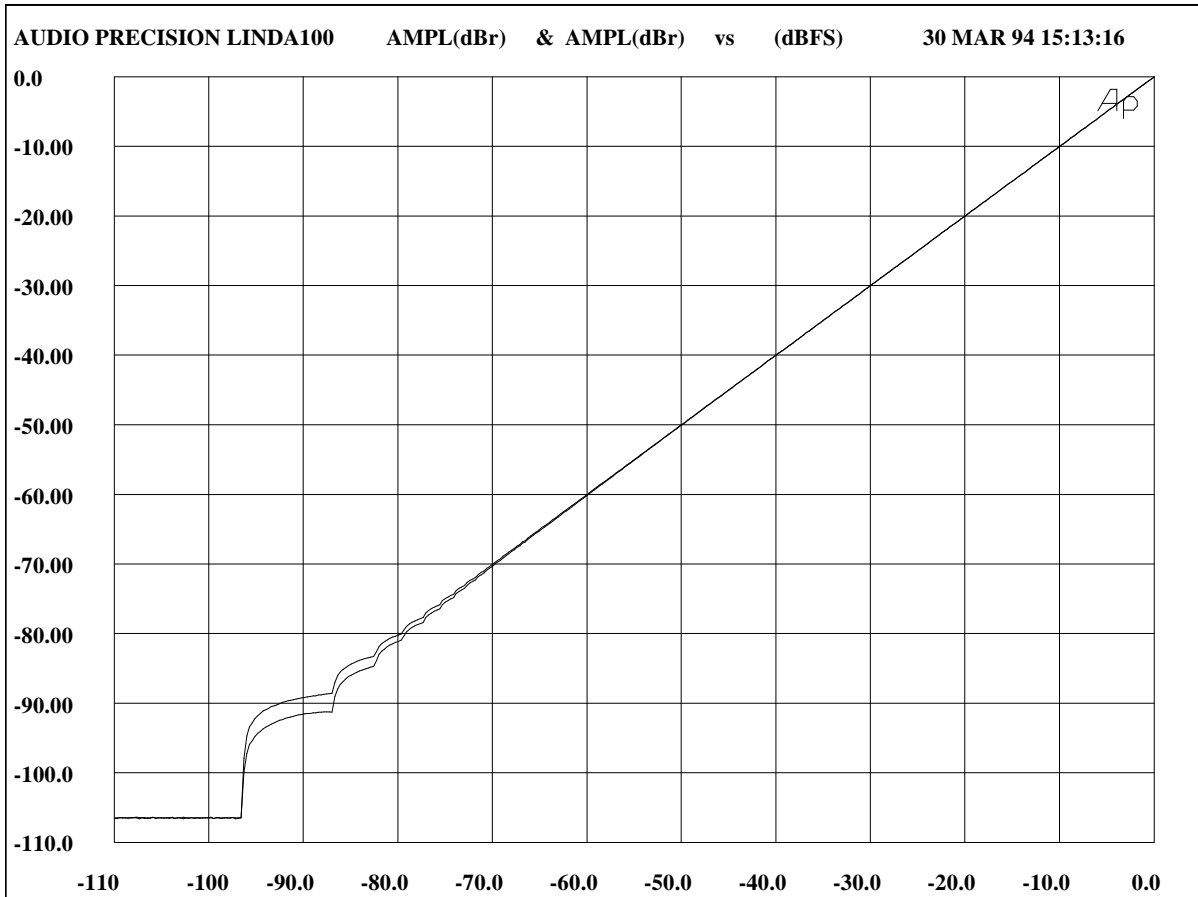
*N° de série : 55005
Type Σ DPCM 16 bits
Suréchantillonnage par
Chip Burr Brown*

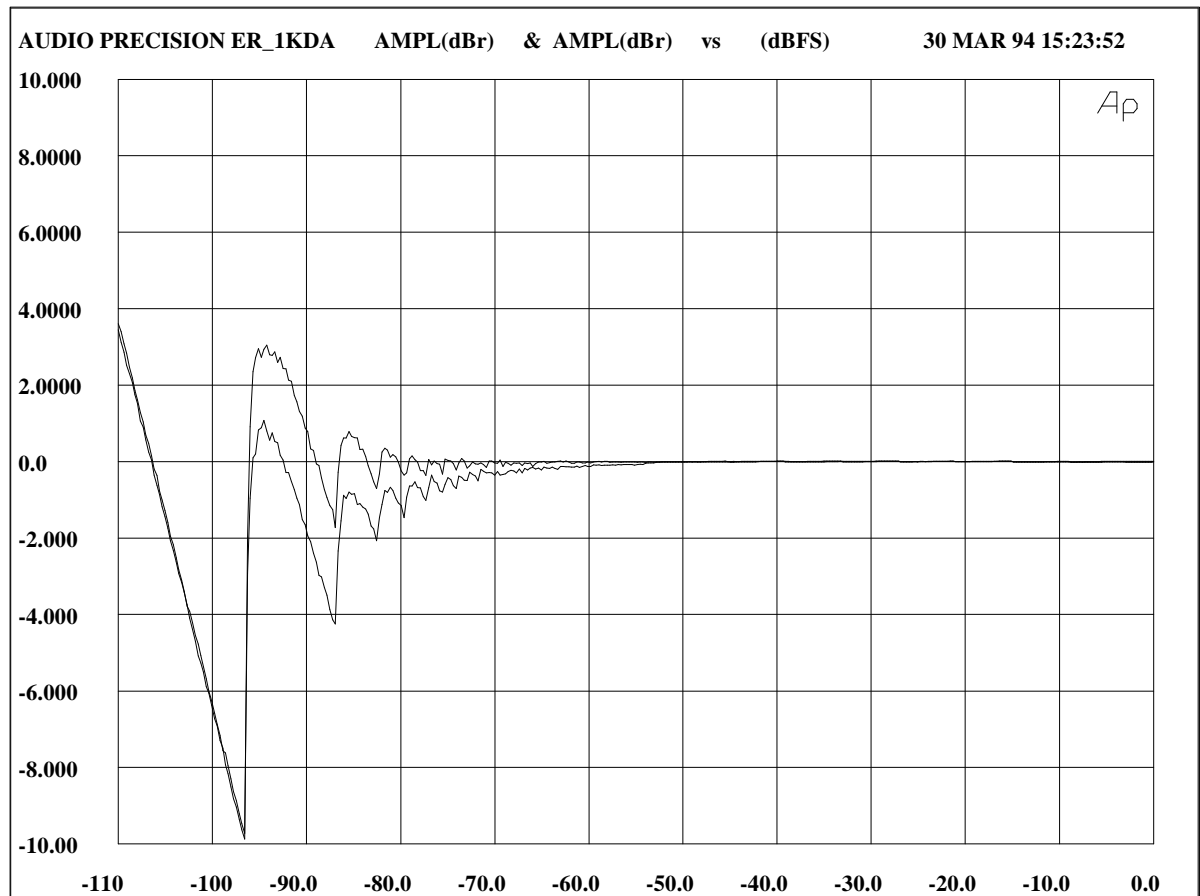
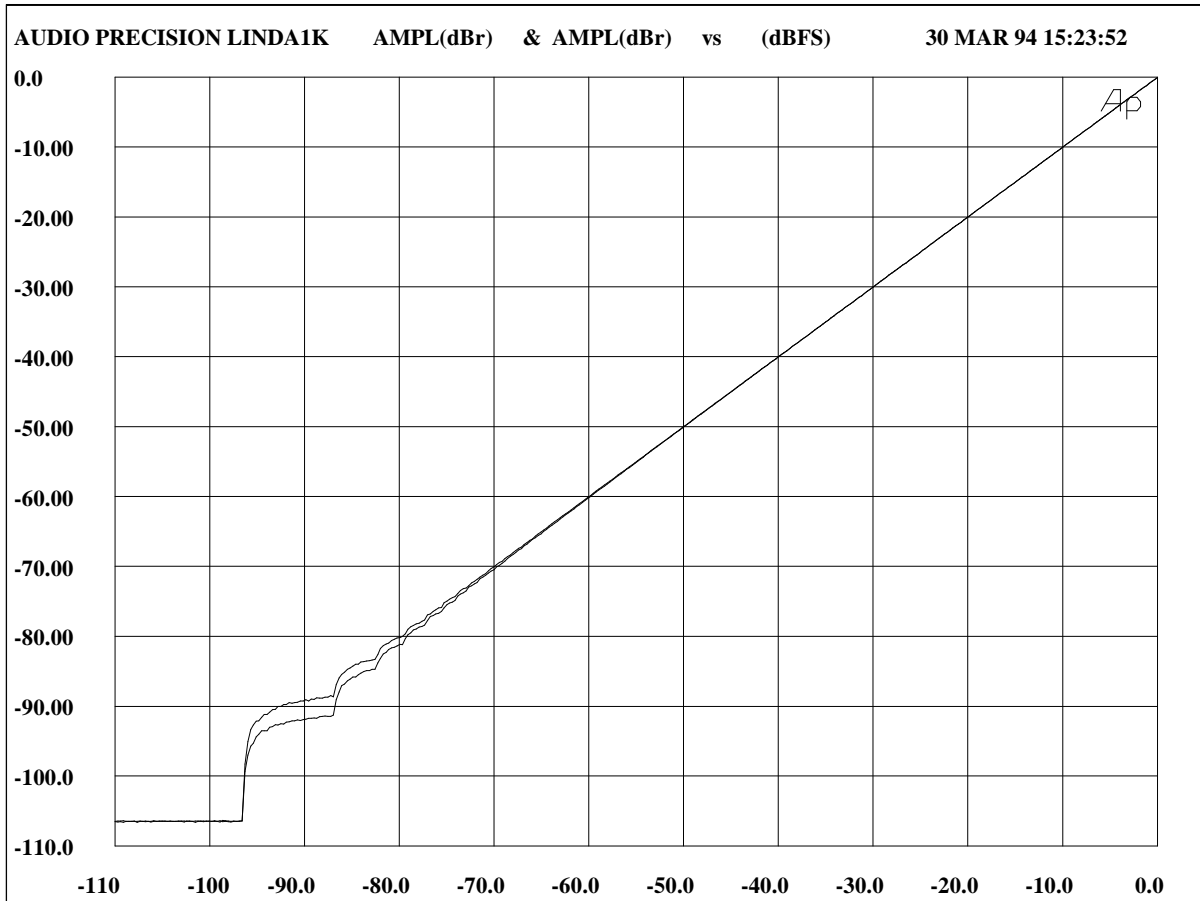
<i>Précision de l'horloge interne (ppm)</i>	<i>32</i>
<i>Niveau Max (dBu)</i>	<i>23.8</i>
<i>Taux de réjection en mode commun à 15 kHz (dB)</i>	<i>non mesuré</i>
<i>Temps de traitement</i>	<i>1.2 ms</i>
<i>Dynamique à 1kHz (dB)</i>	<i>96.3</i>
<i>Erreur de Linéarité (1dB) à 1kHz (dB FS)</i>	<i>77.3</i>
<i>Rapport signal /bruit (en dB par rapport à +12 dBu)</i>	<i>84.5</i>
<i>Bande Passante à - 1 dB (en kHz / ref : -12 dB FS)</i>	<i>non mesurée</i>
<i>Distorsion Maximale pour 1 kHz (20 Hz-22kHz en dB FS)</i>	<i>-86.6</i>
<i>Impédance d'entrée (kΩ)</i>	<i>non mesurée</i>

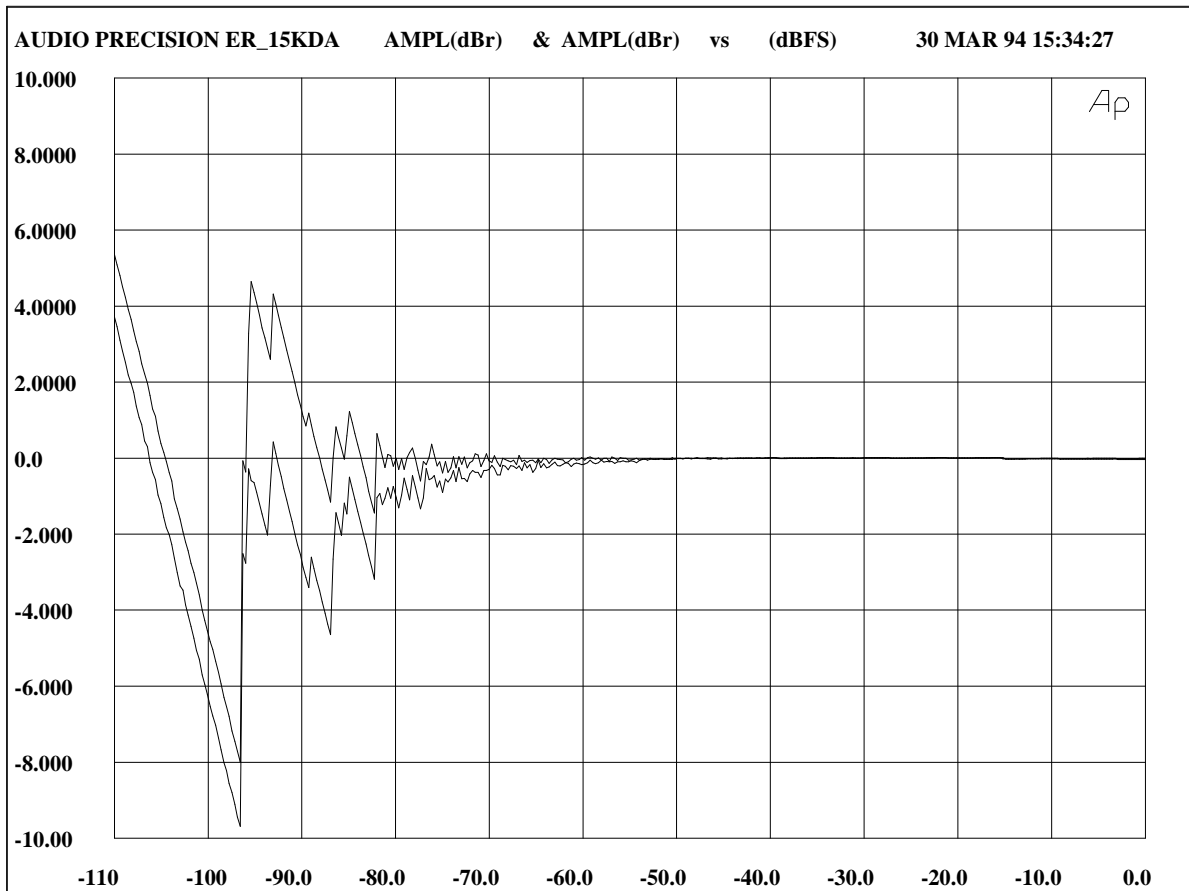
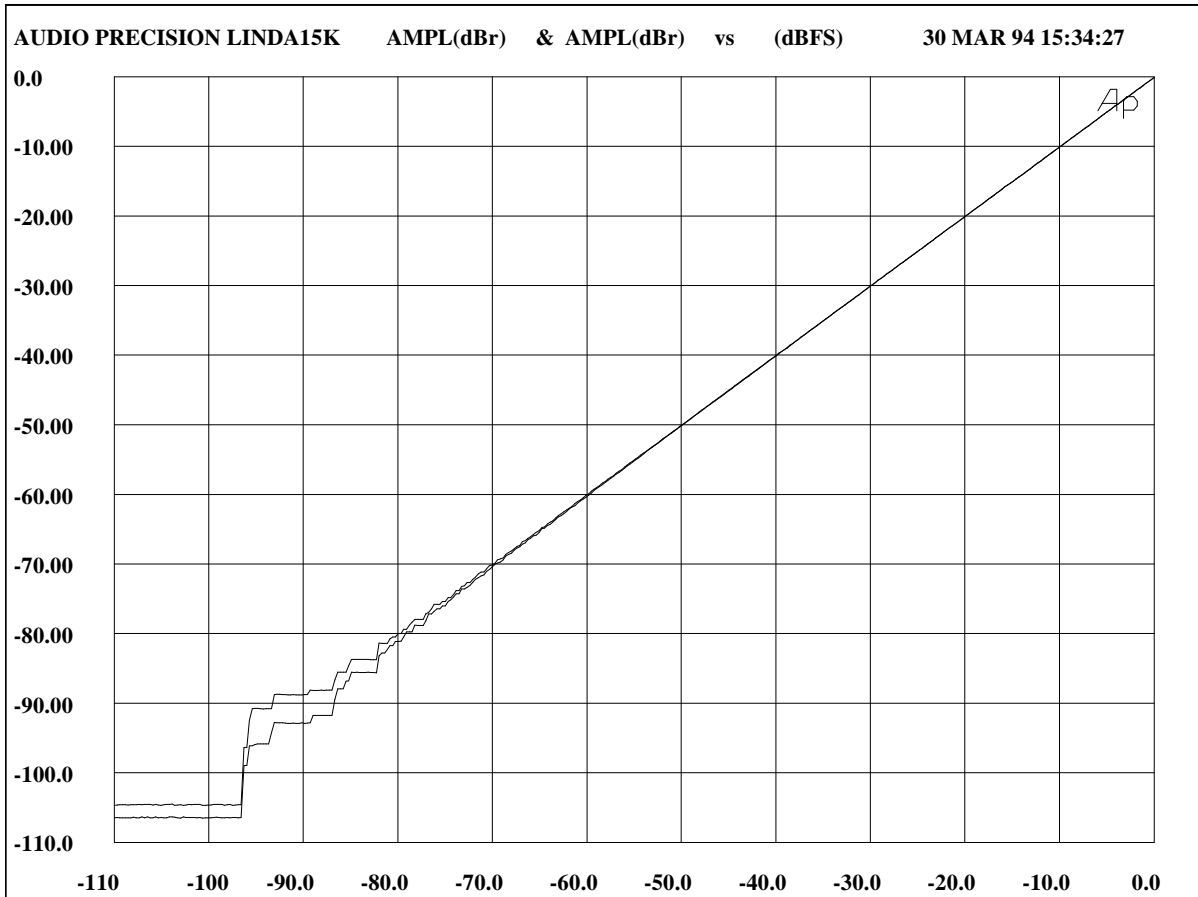


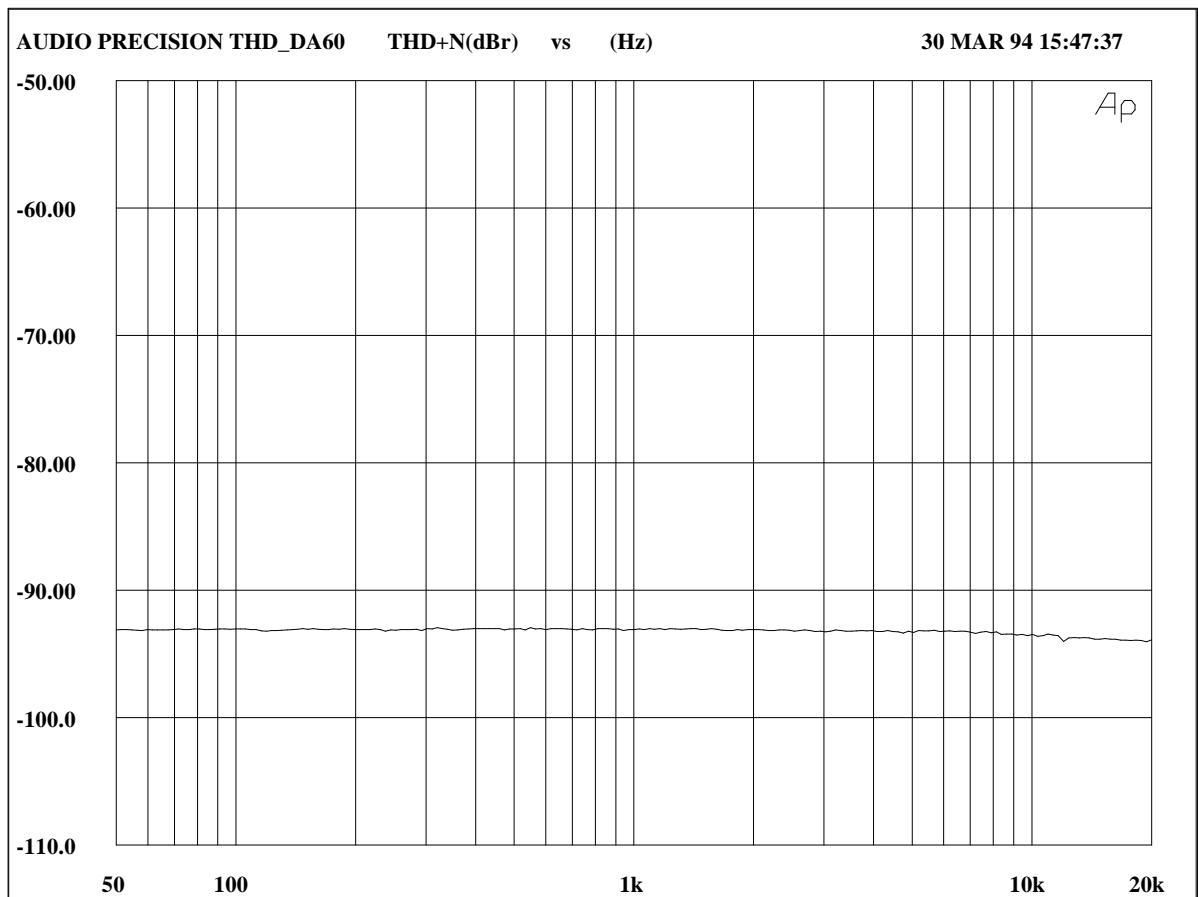
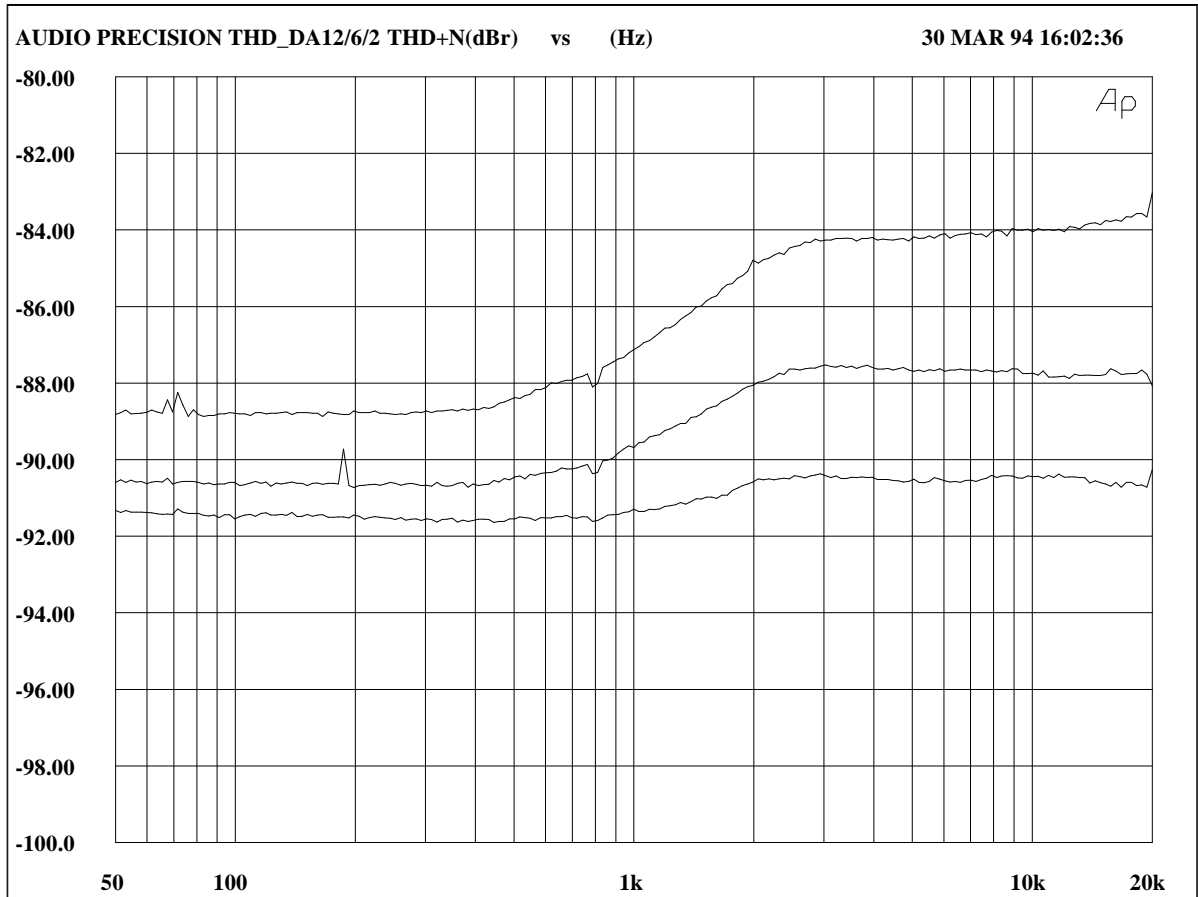


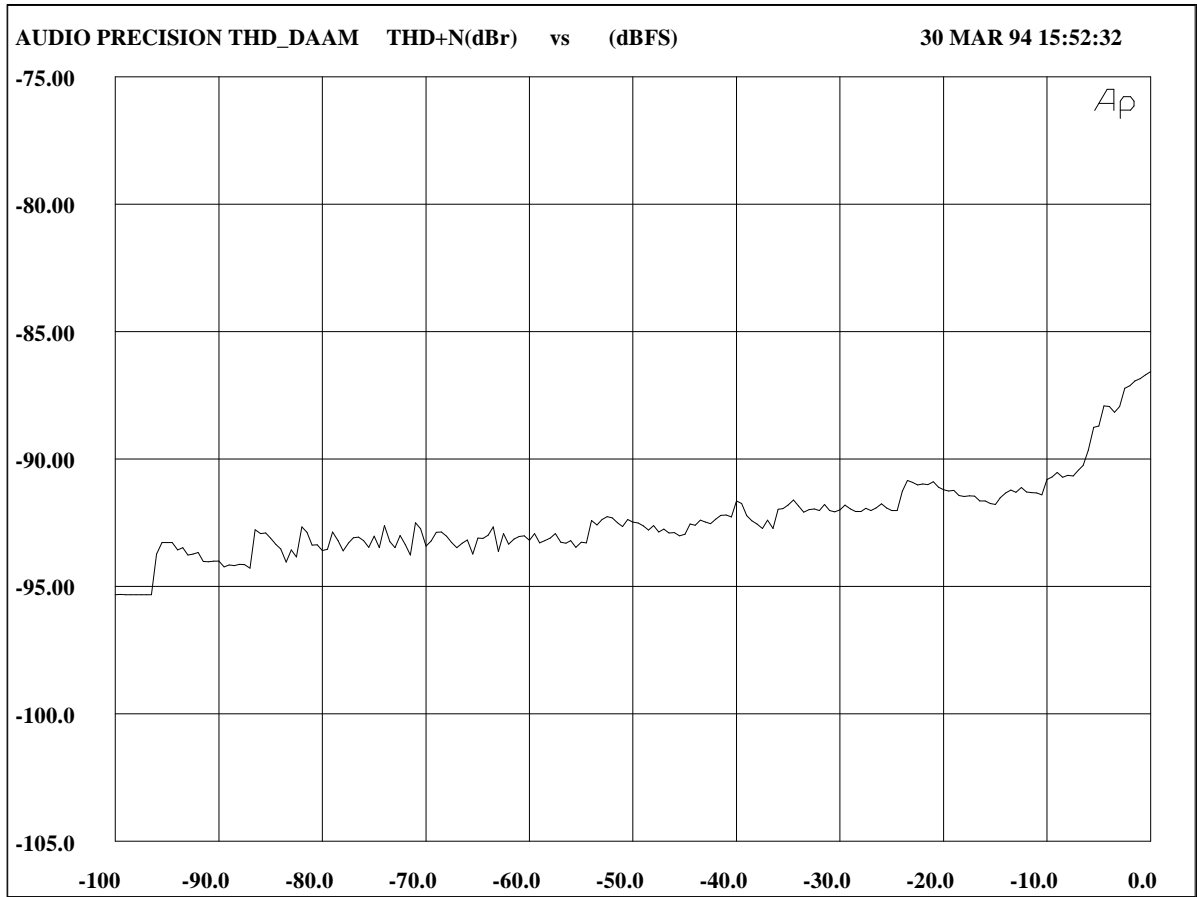


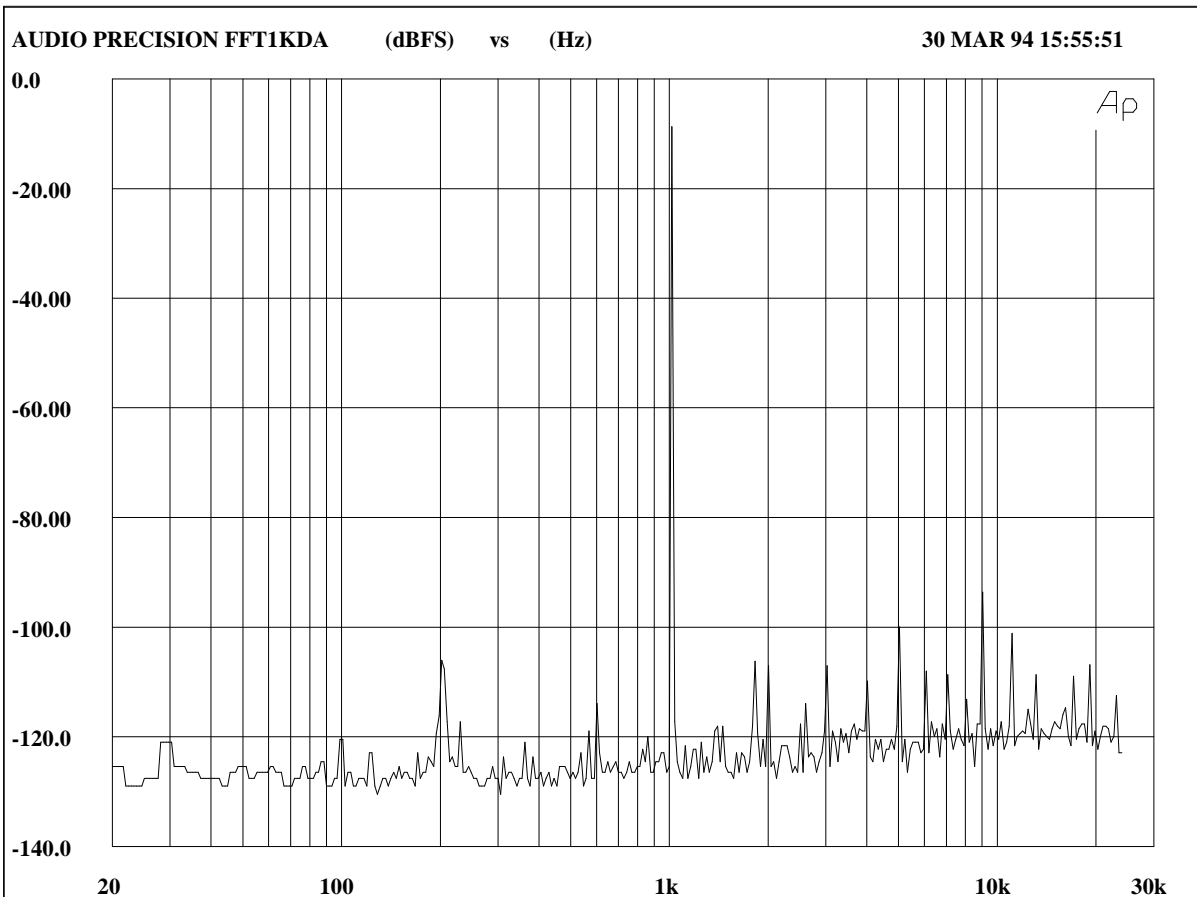
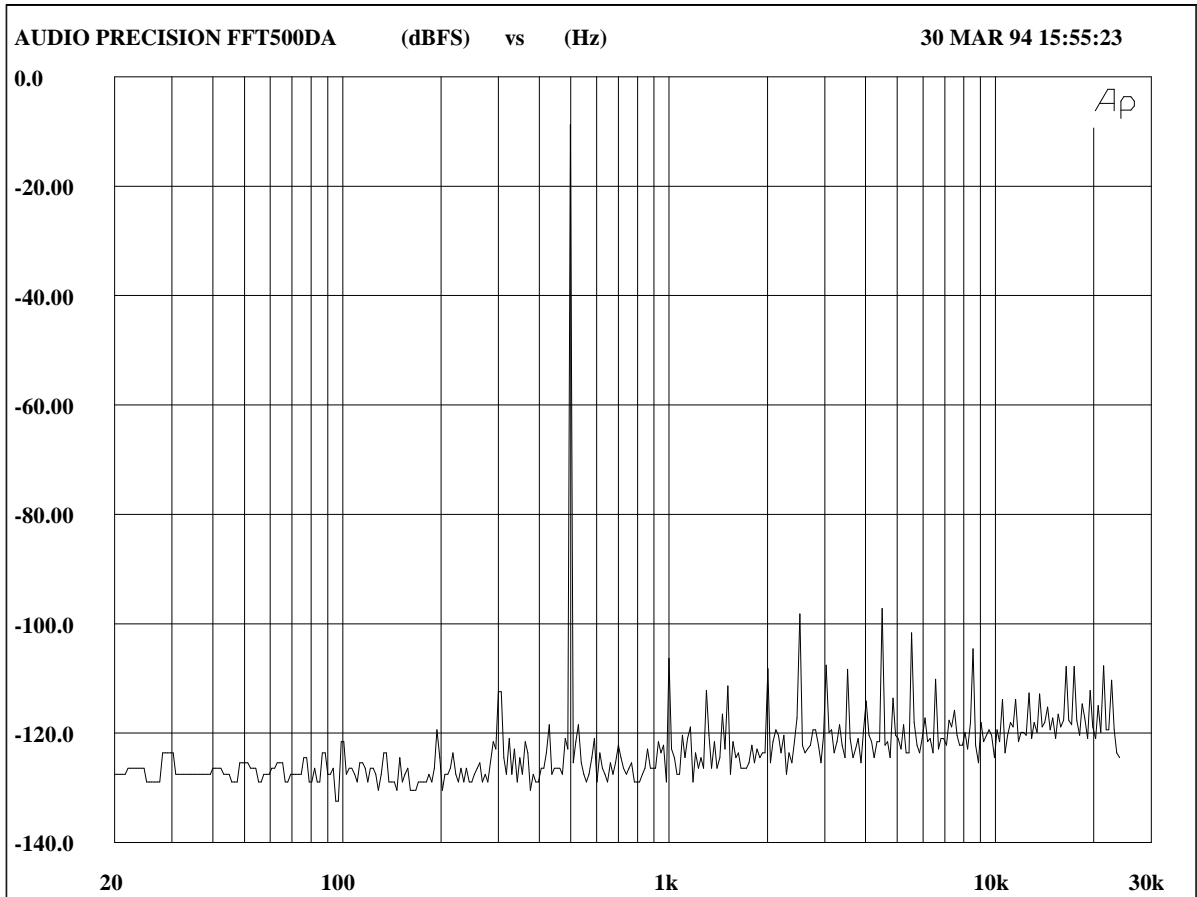


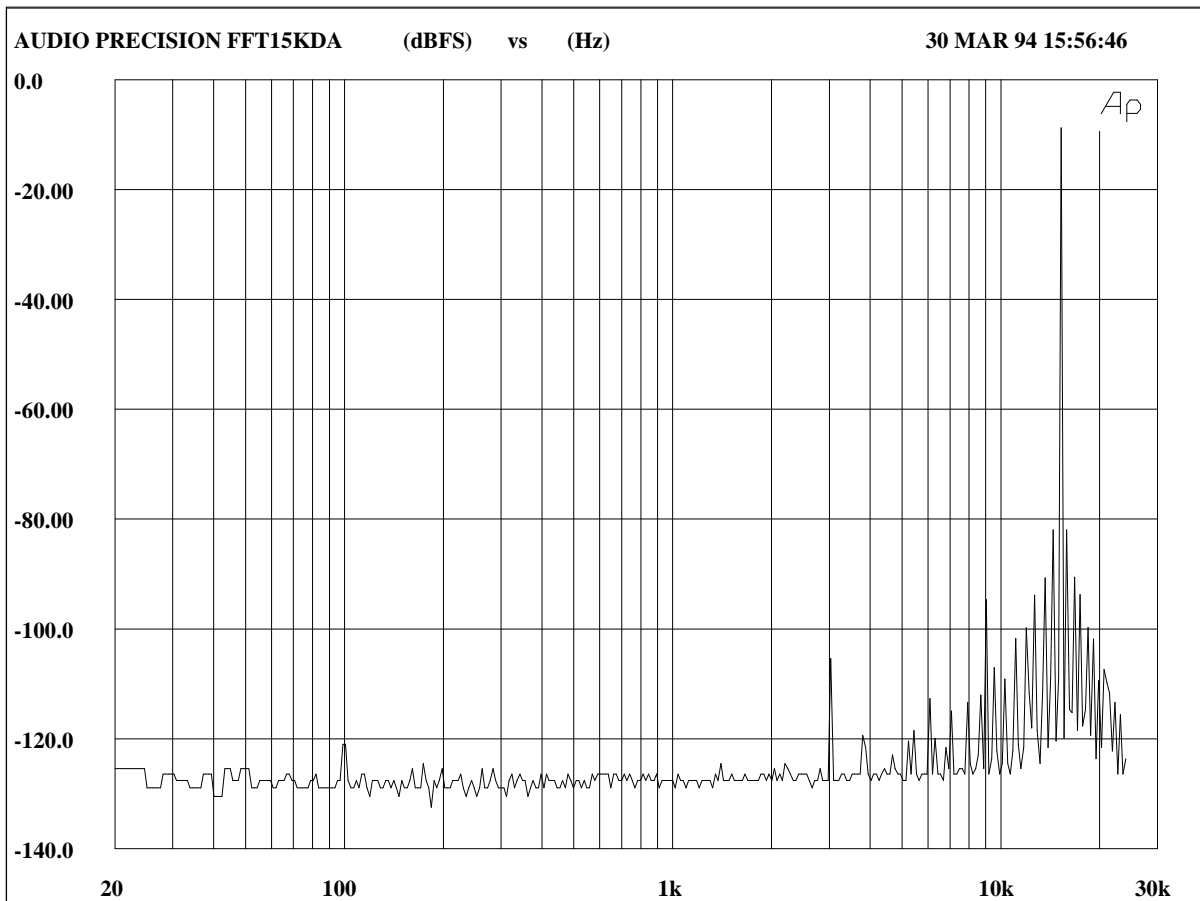
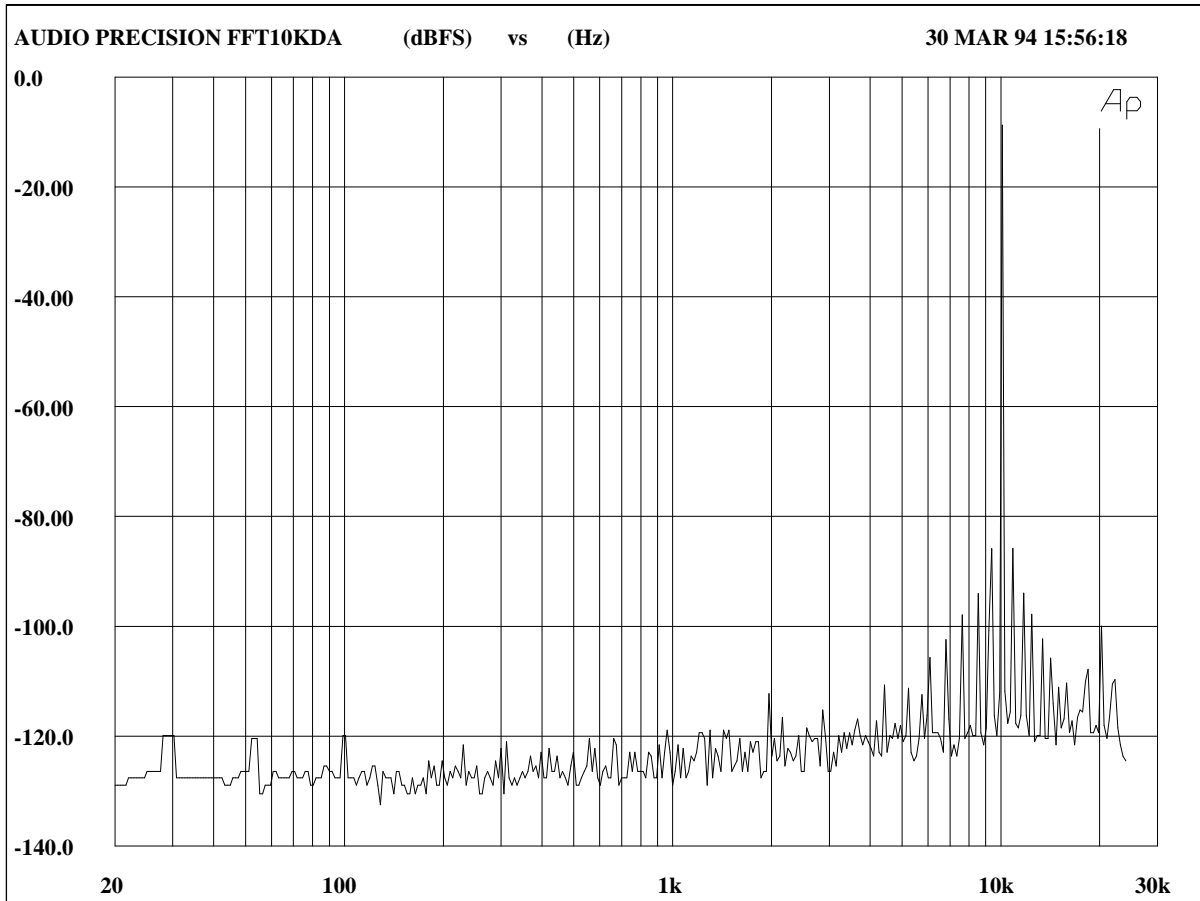


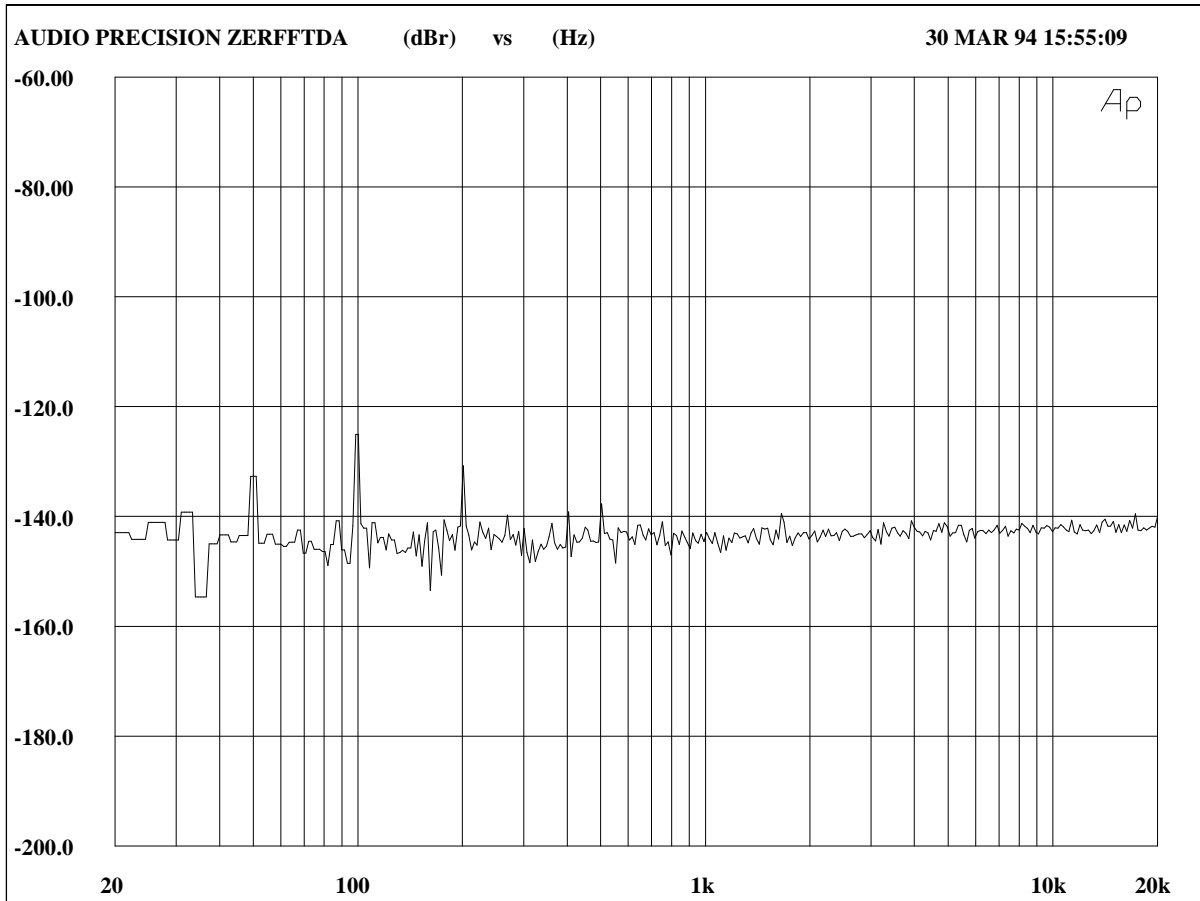




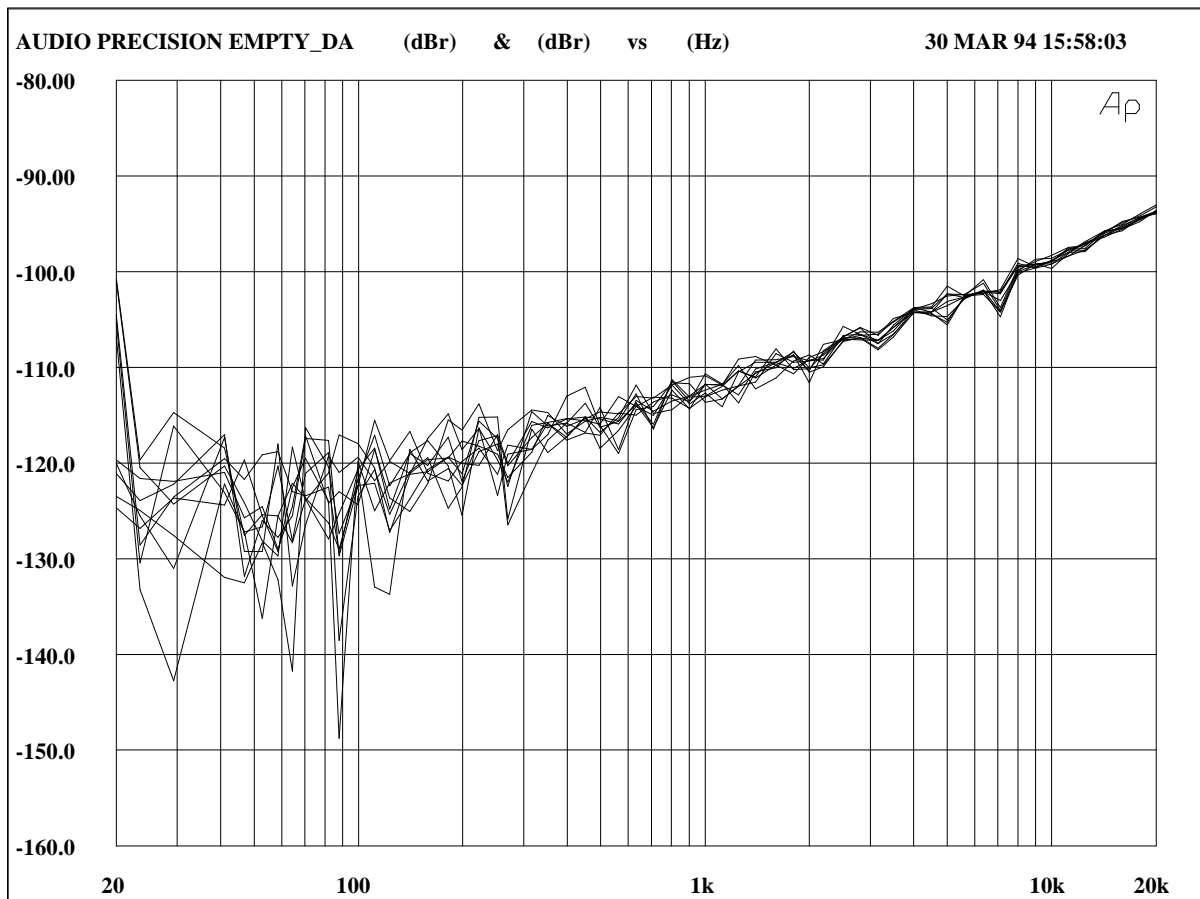








Valeur R.M.S : - 95.82 dB FS

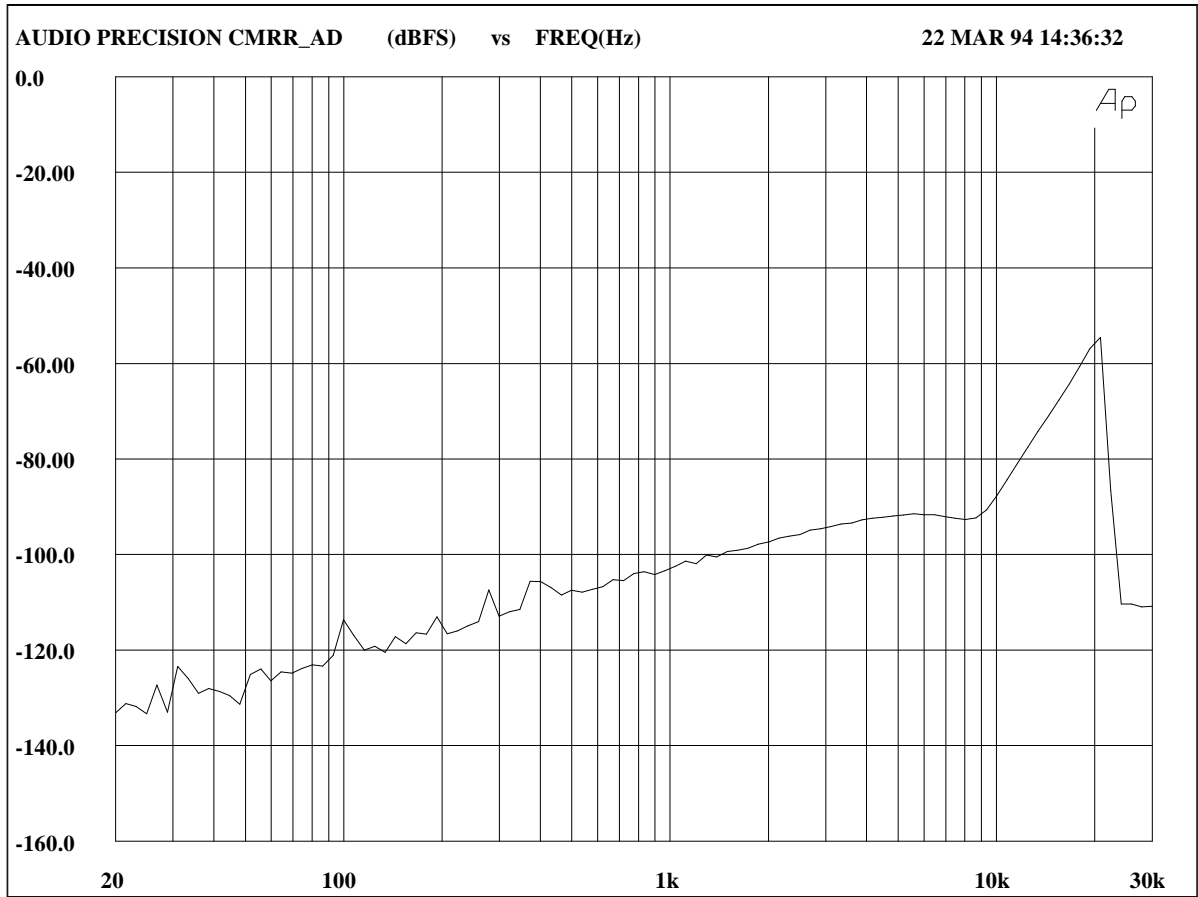


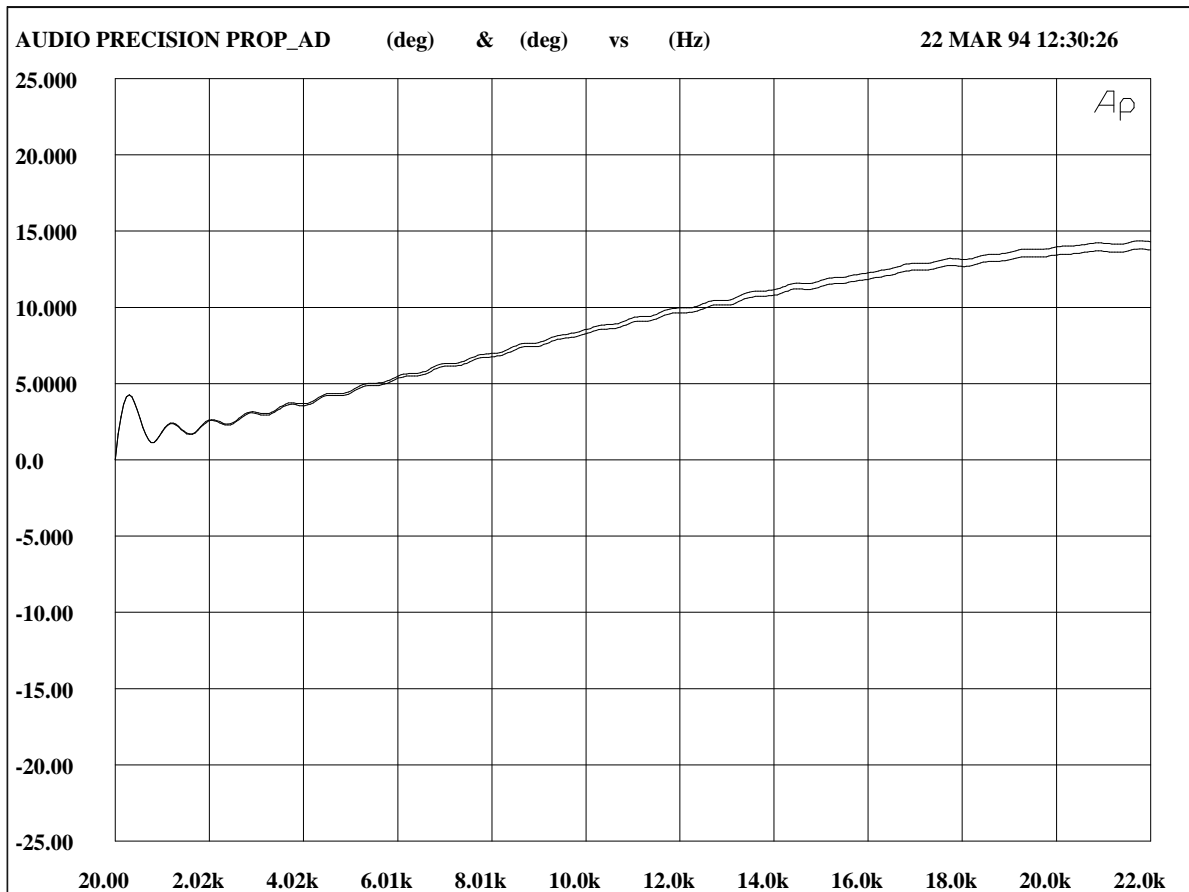
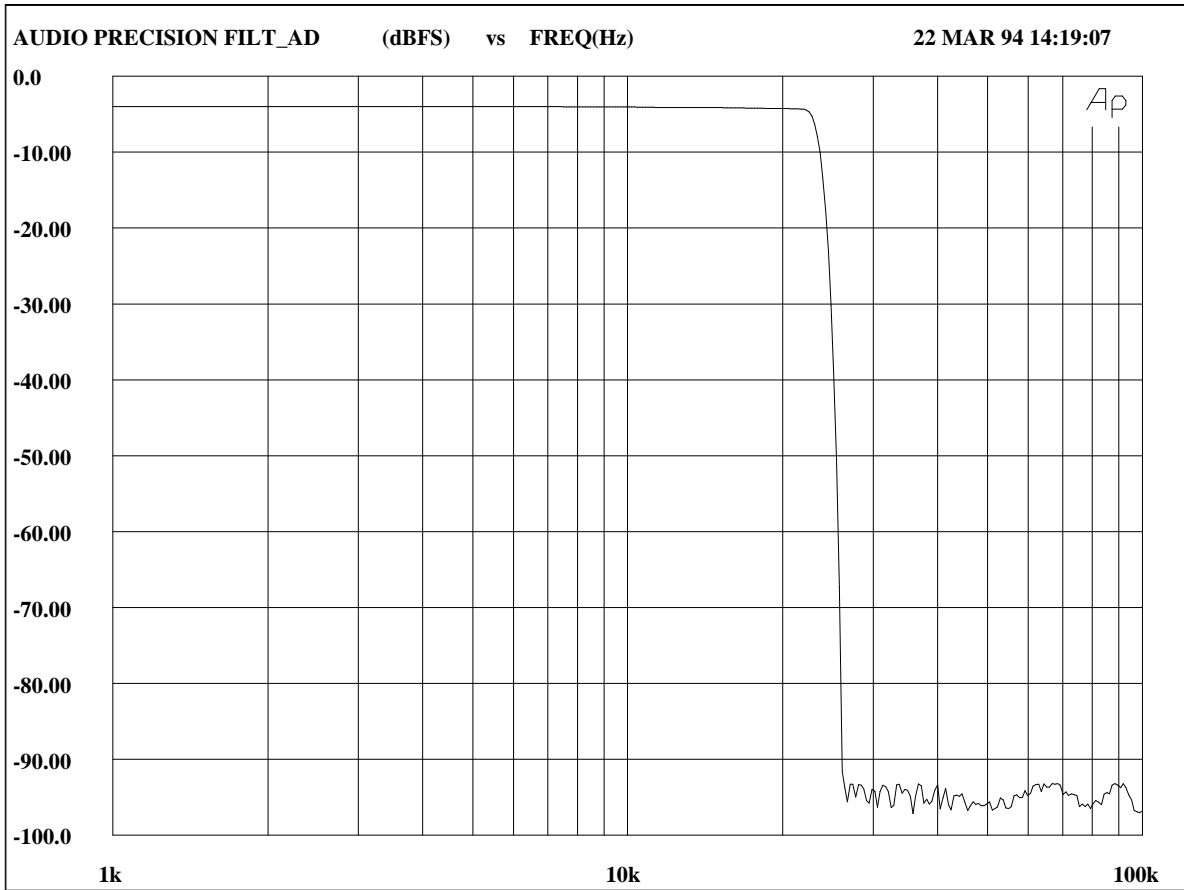
Convertisseur D.A.R. SIGMA +

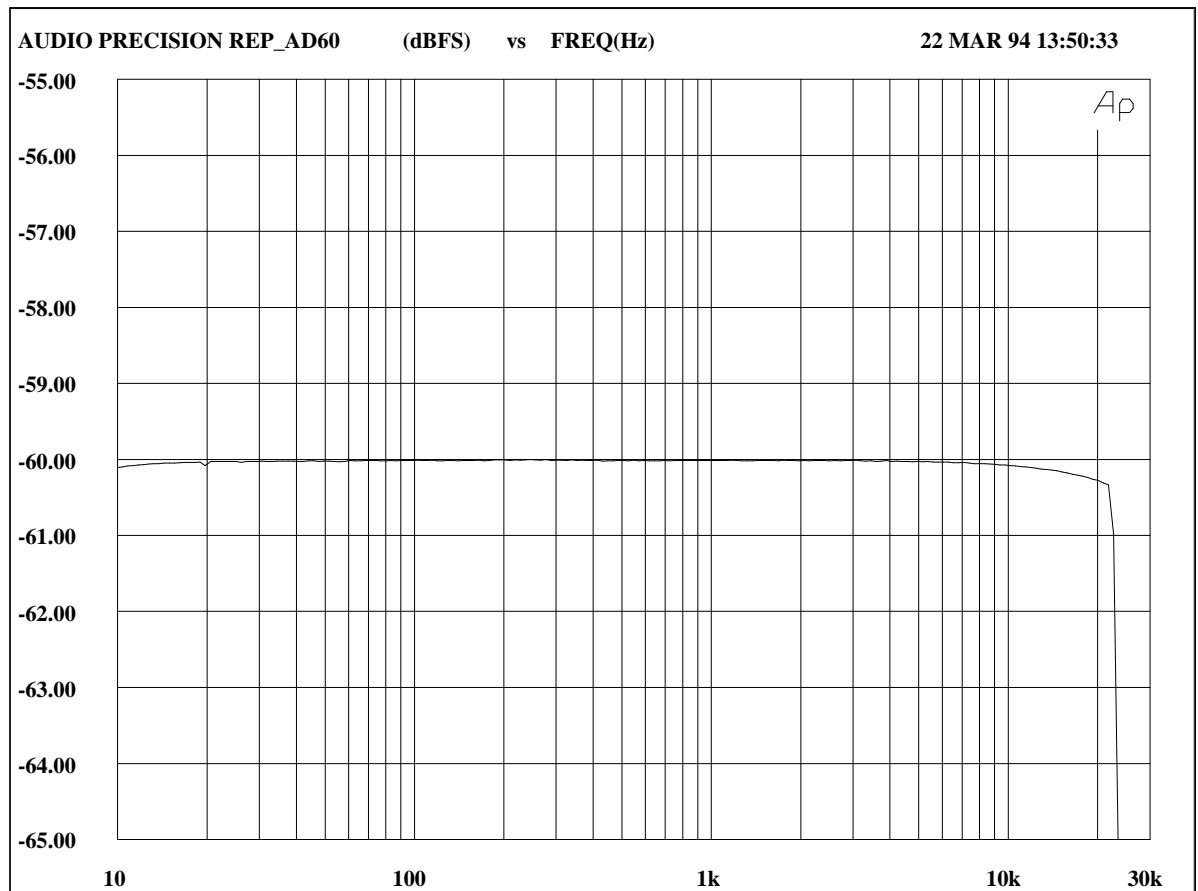
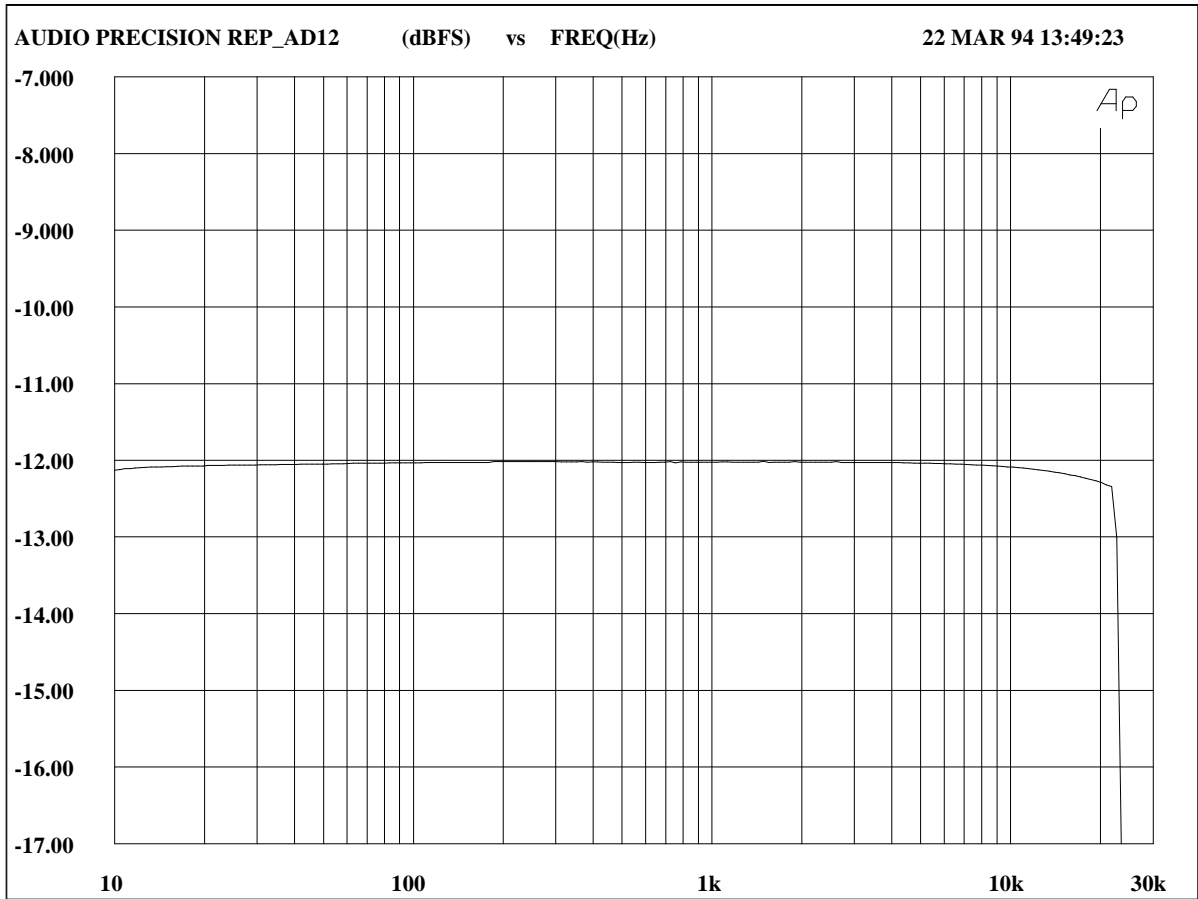
CONVERSION ANALOGIQUE NUMERIQUE

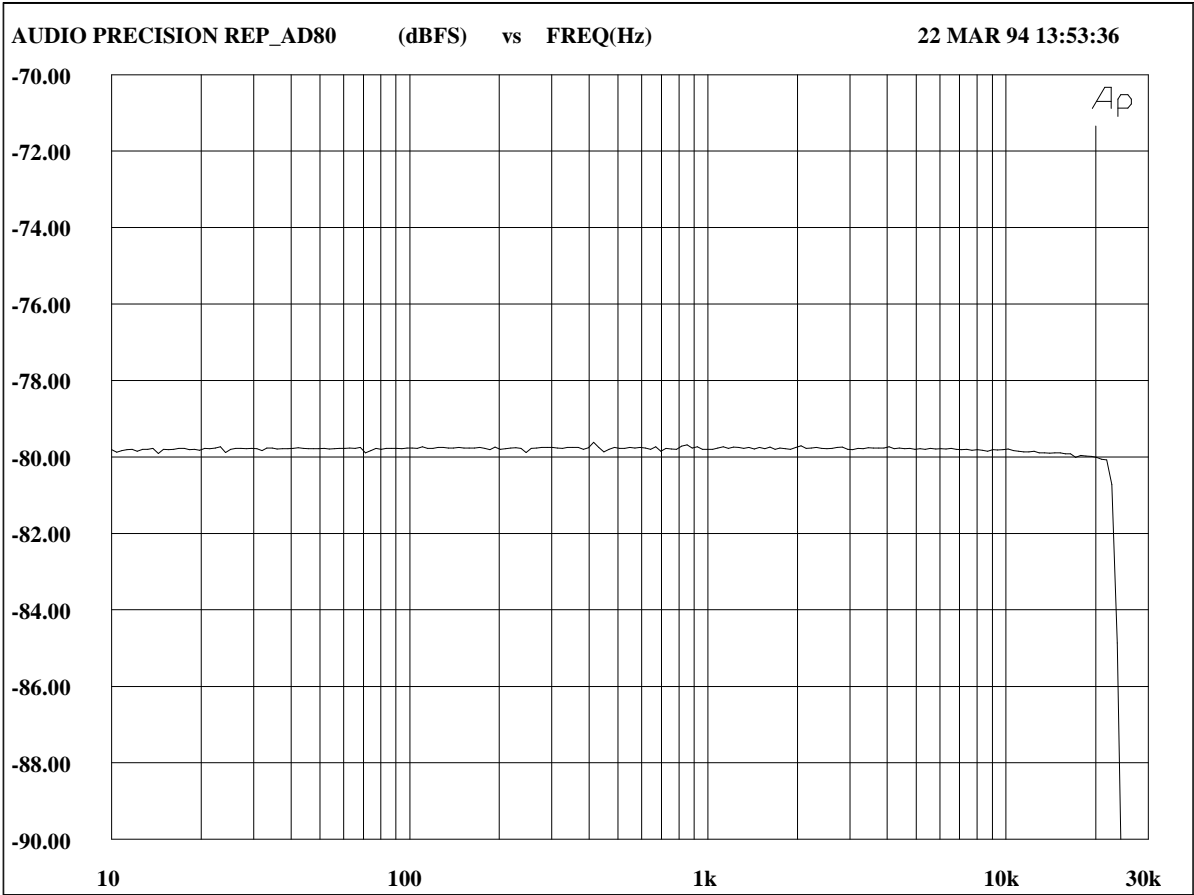
*N° de série :
Type Σ DPCM 16 bits
Suréchantillonnage par
Chip*

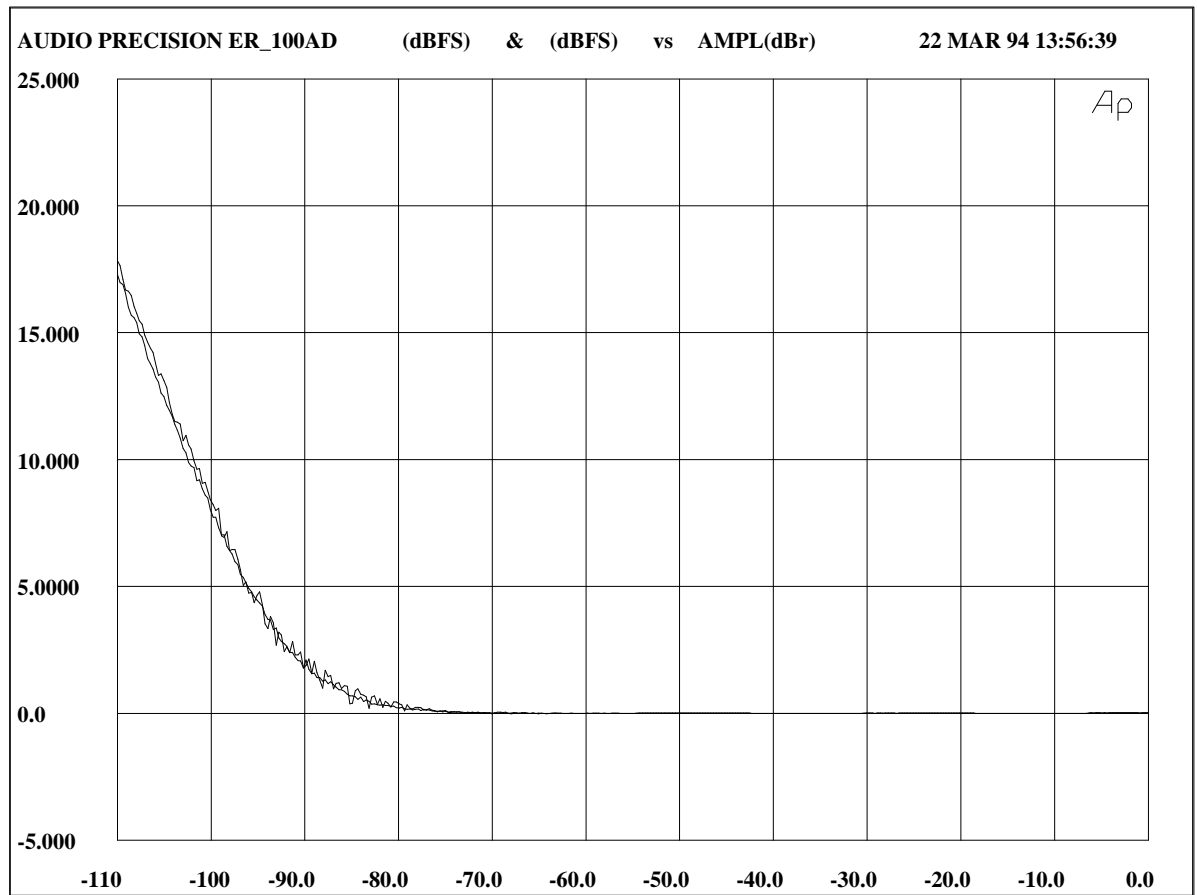
<i>Précision de l'horloge interne</i>	<i>non mesurée</i>
<i>Niveau Max (dBu)</i>	<i>17</i>
<i>Taux de réjection en mode commun à 15 kHz (dB)</i>	<i>61</i>
<i>Temps de traitement</i>	<i>770 μs</i>
<i>Dynamique à 1kHz (dB)</i>	<i>92</i>
<i>Erreur de Linéarité (1dB) à 1kHz (dB FS)</i>	<i>-86.6</i>
<i>Rapport signal /bruit (en dB par rapport à +12 dBu)</i>	<i>87</i>
<i>Bande Passante à - 1 dB (en kHz / ref : -12 dB FS)</i>	<i>22.6</i>
<i>Distorsion Maximale pour 1 kHz (20 Hz-22kHz en dB FS)</i>	<i>-88.3</i>
<i>Impédance d'entrée (Ω)</i>	<i>non mesurée</i>

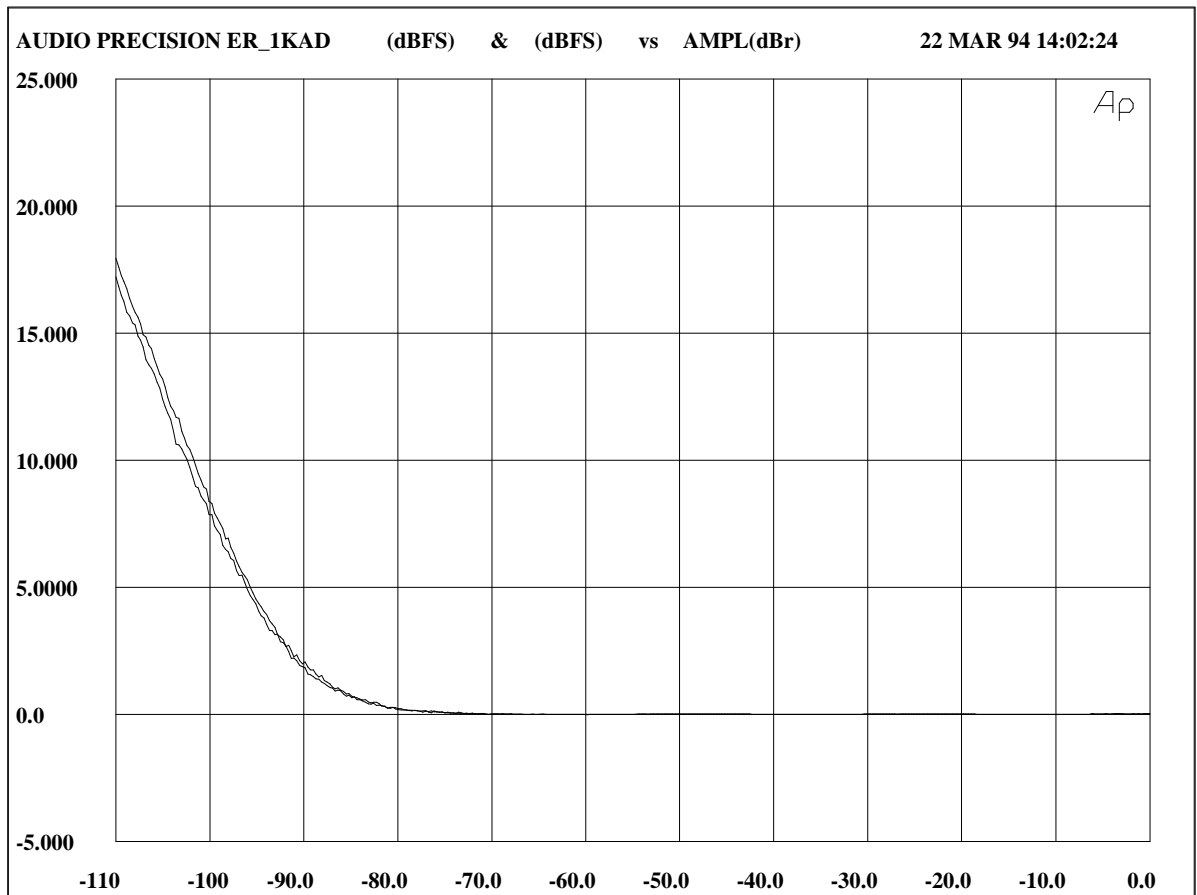
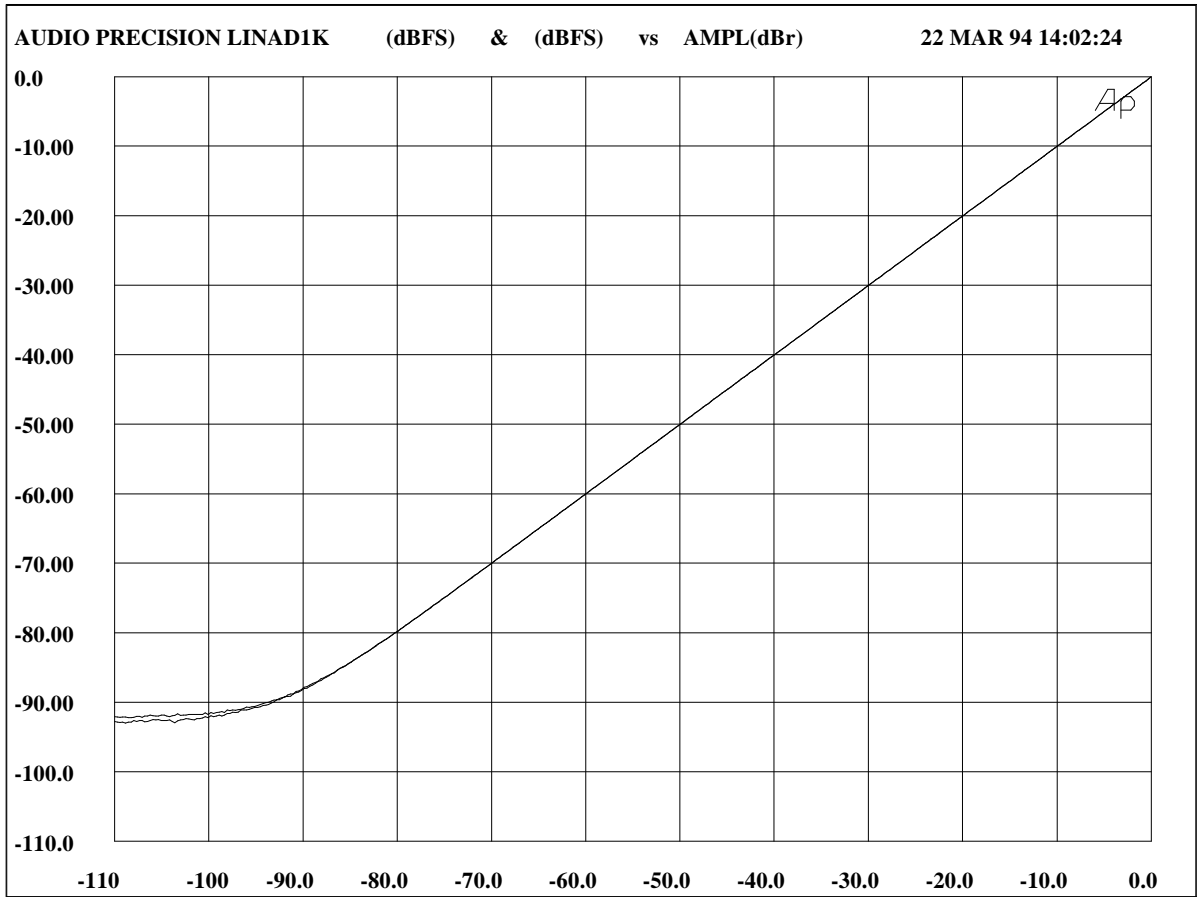


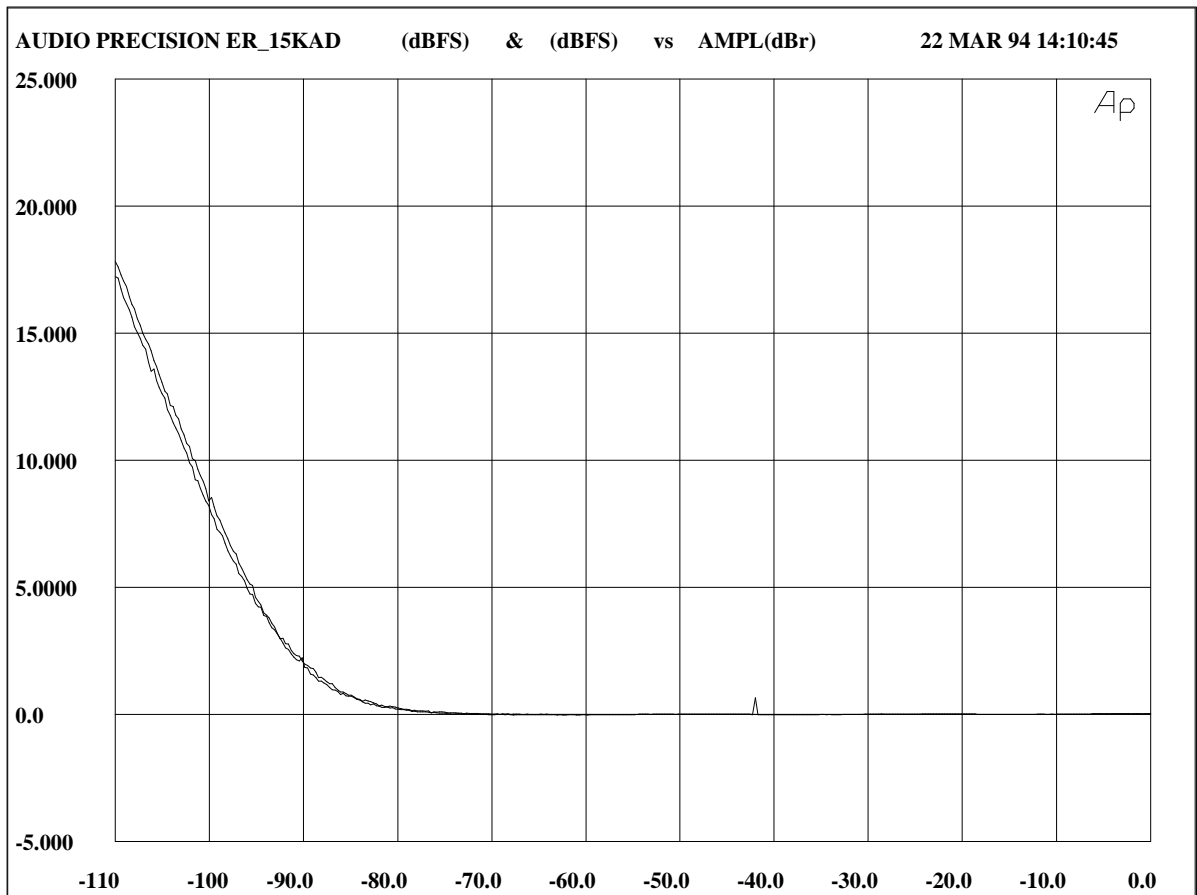


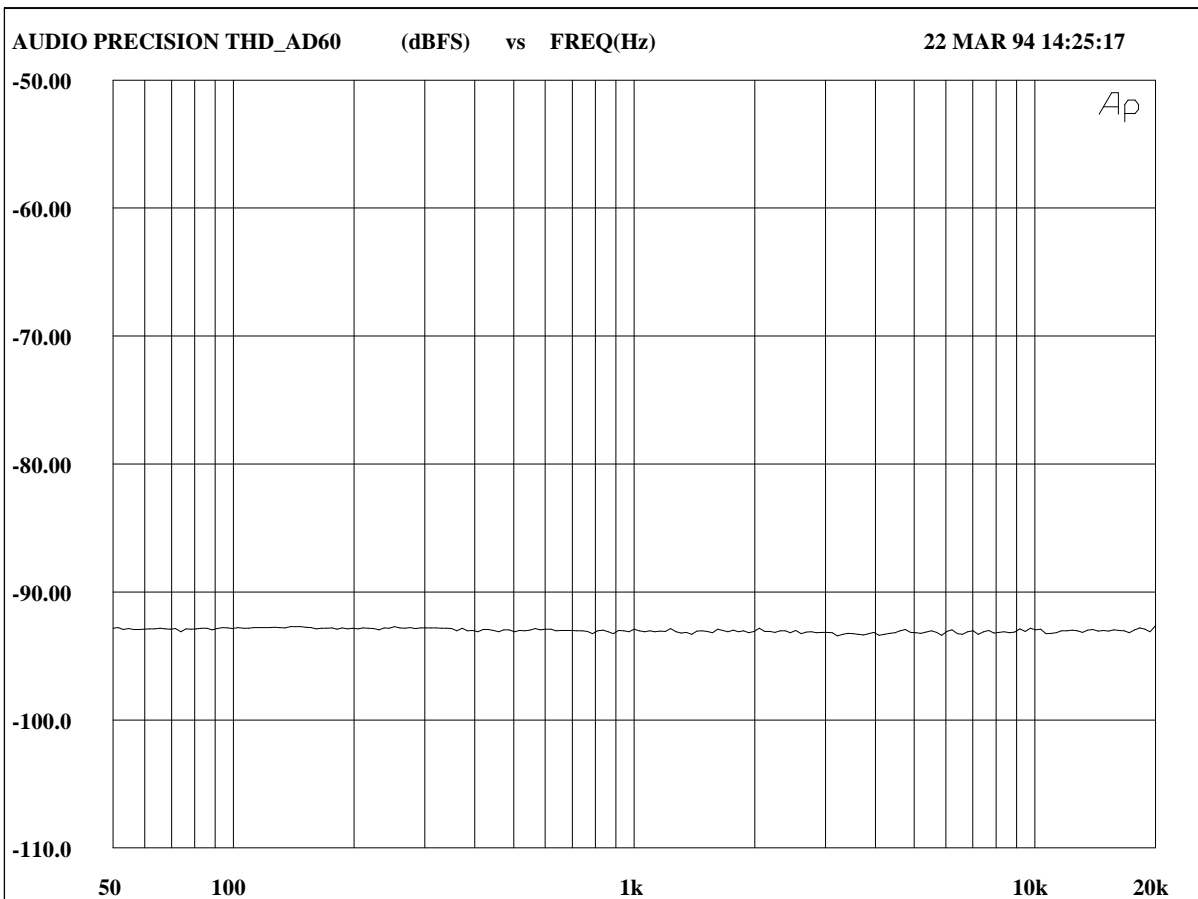
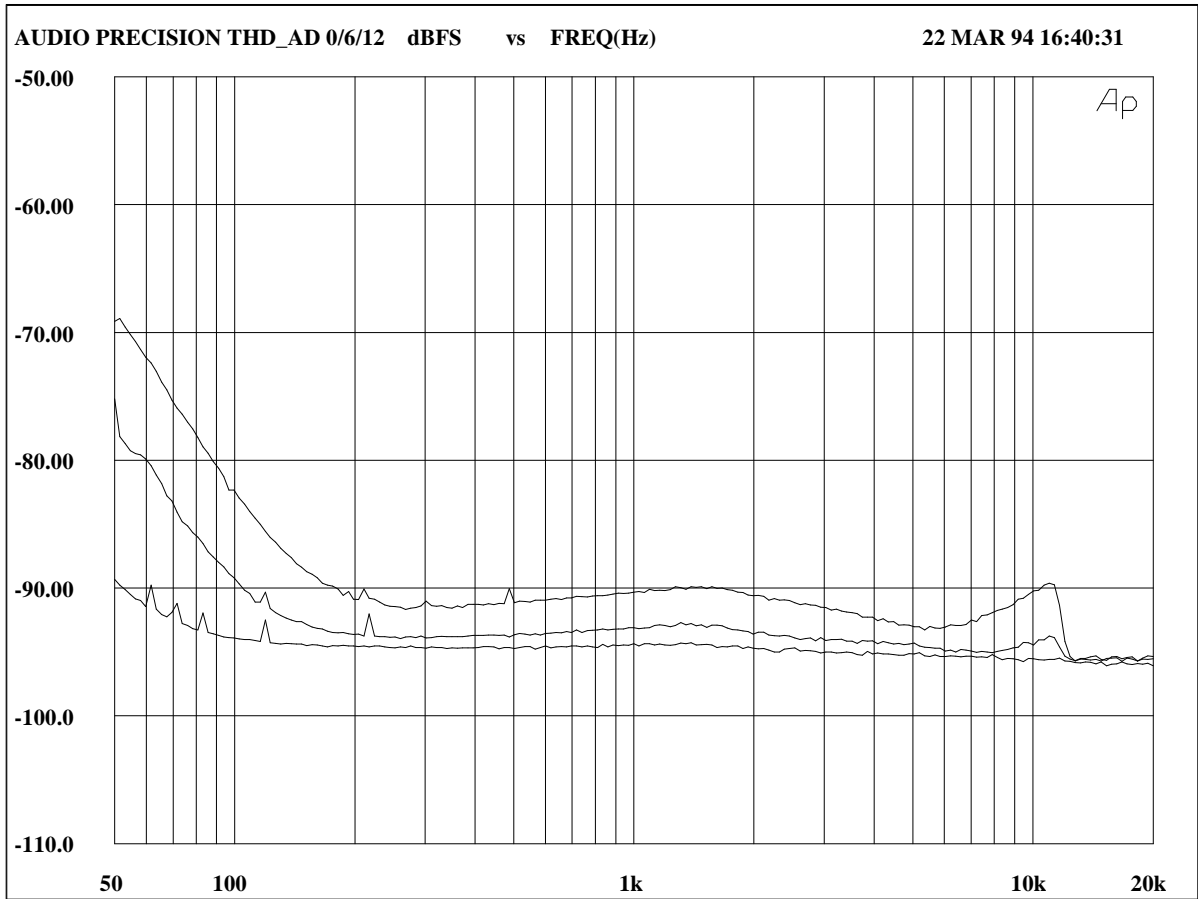


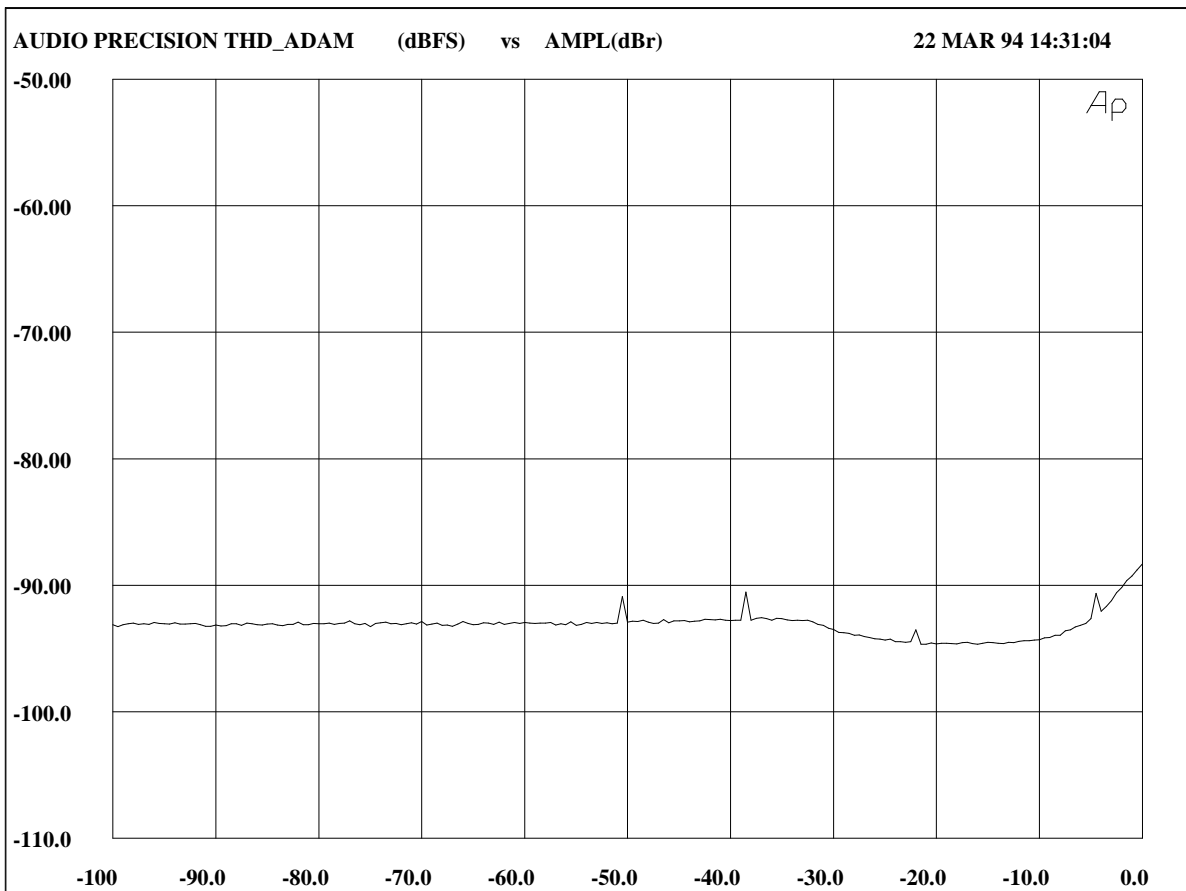
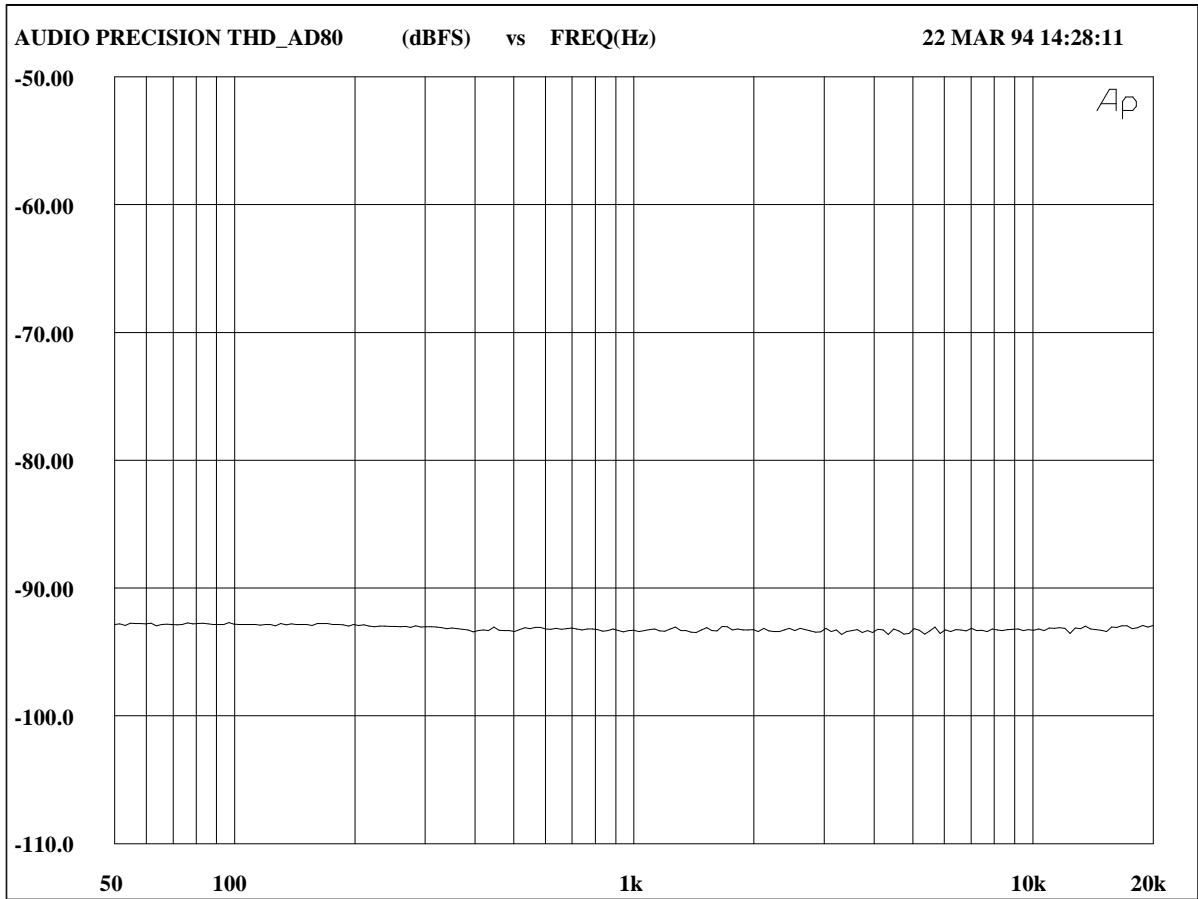


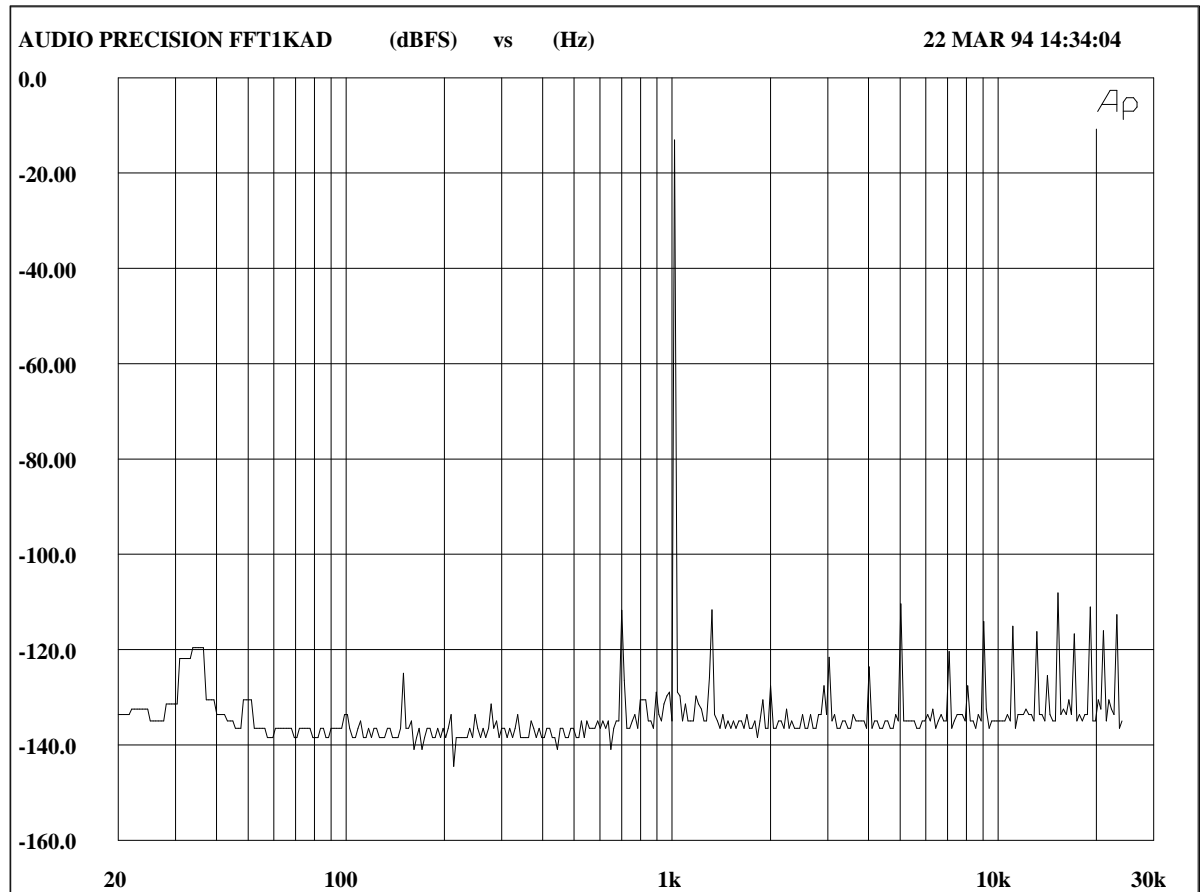
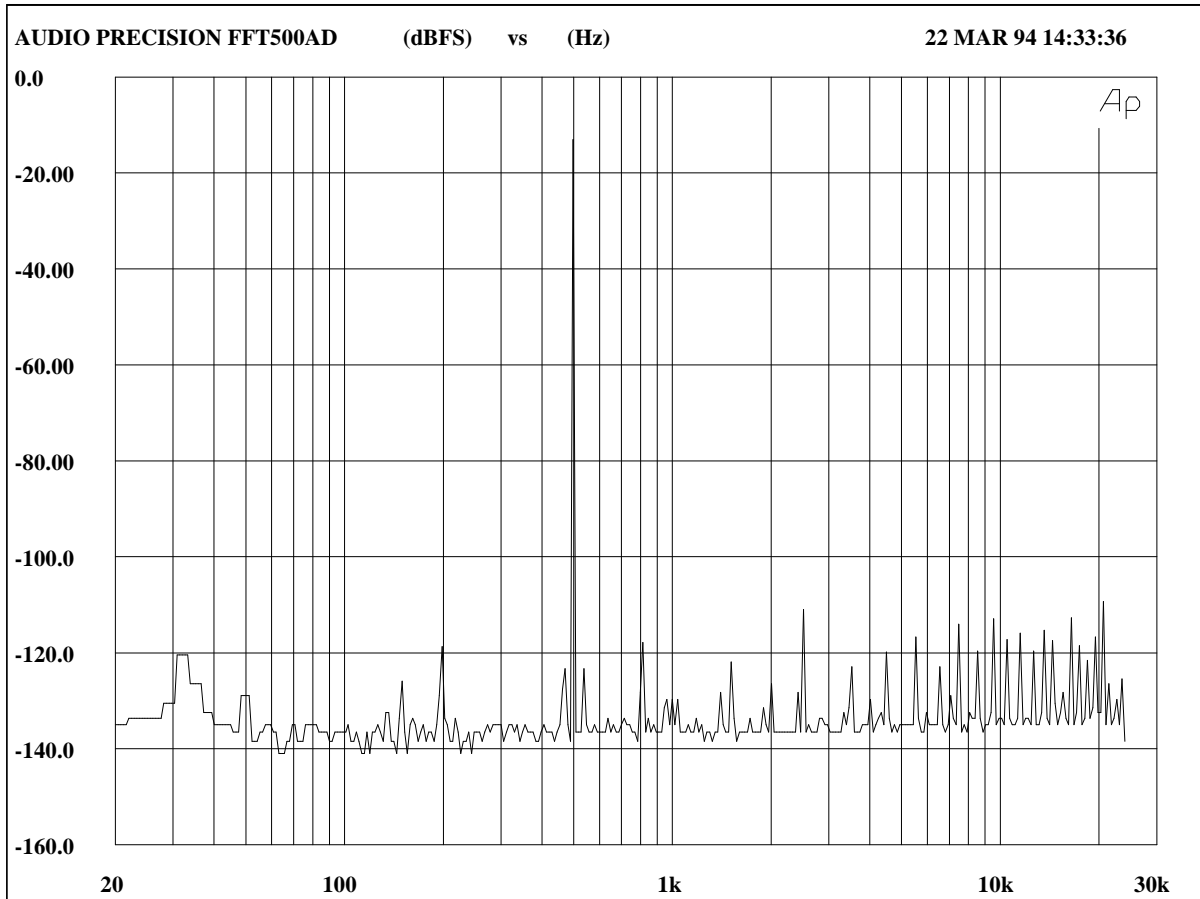


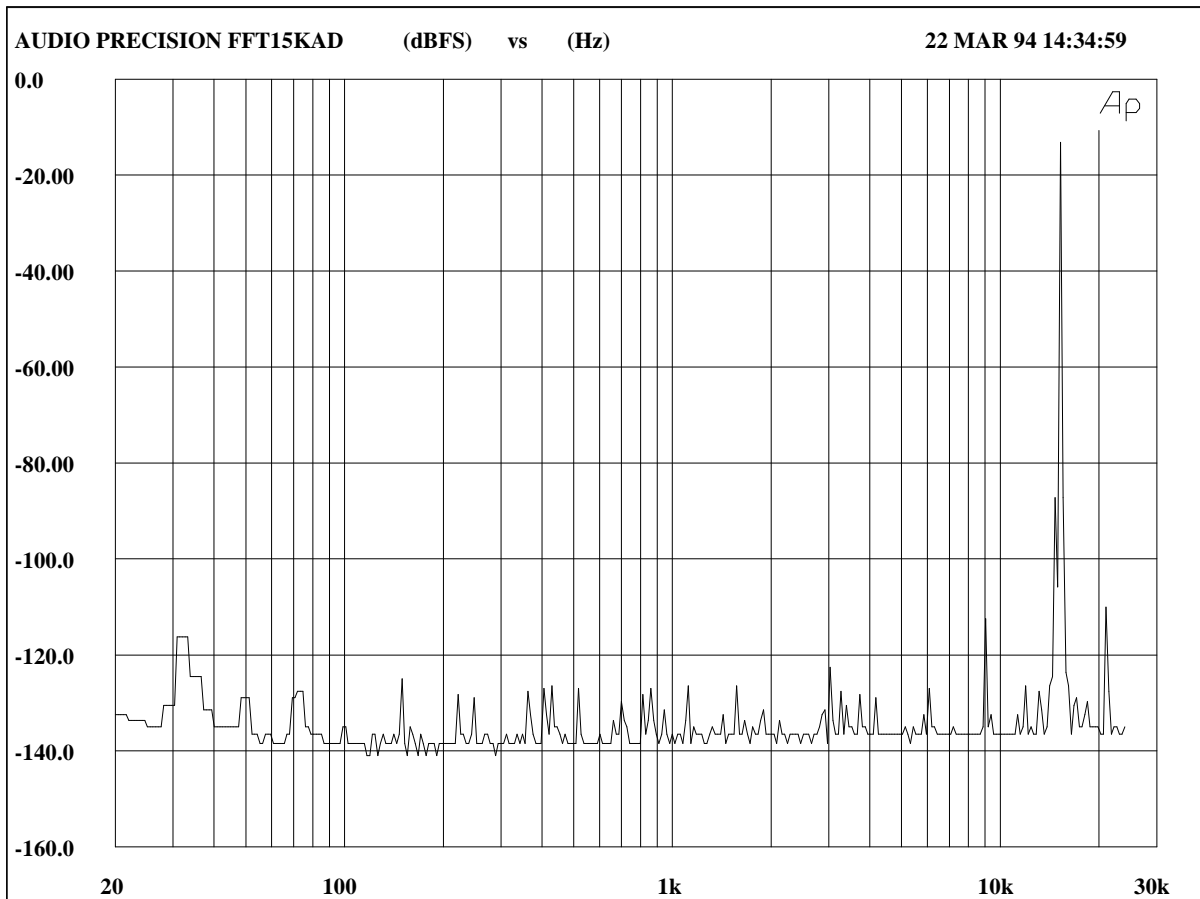
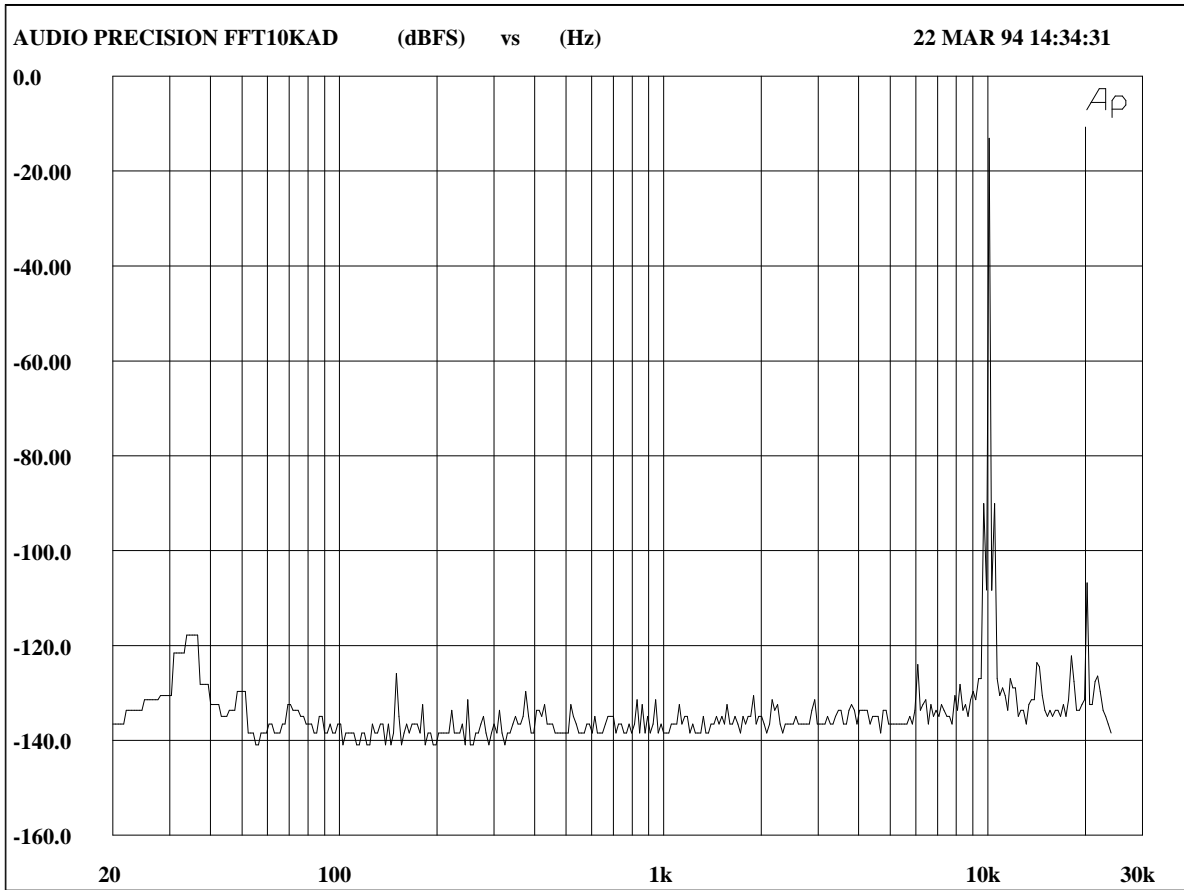


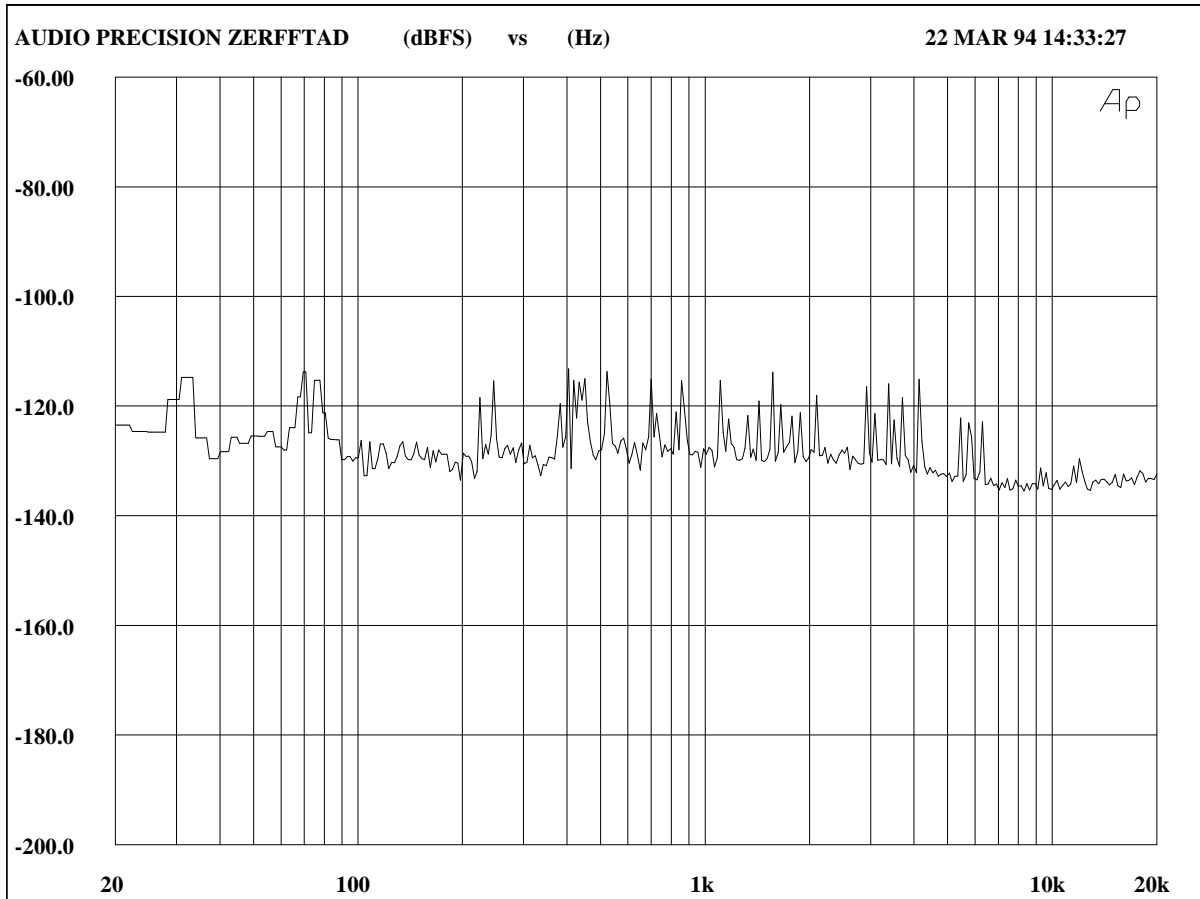




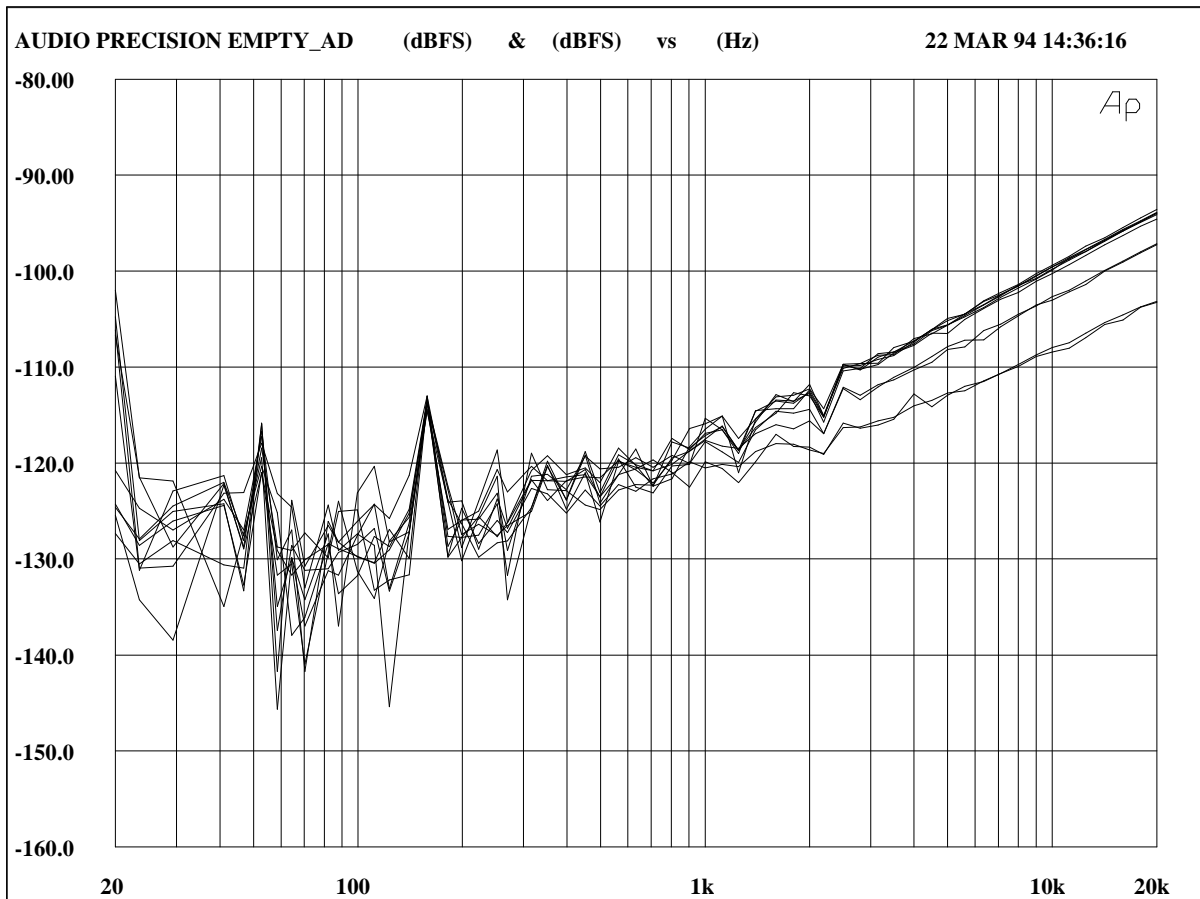








Valeur R.M.S. : -92.78 dB FS

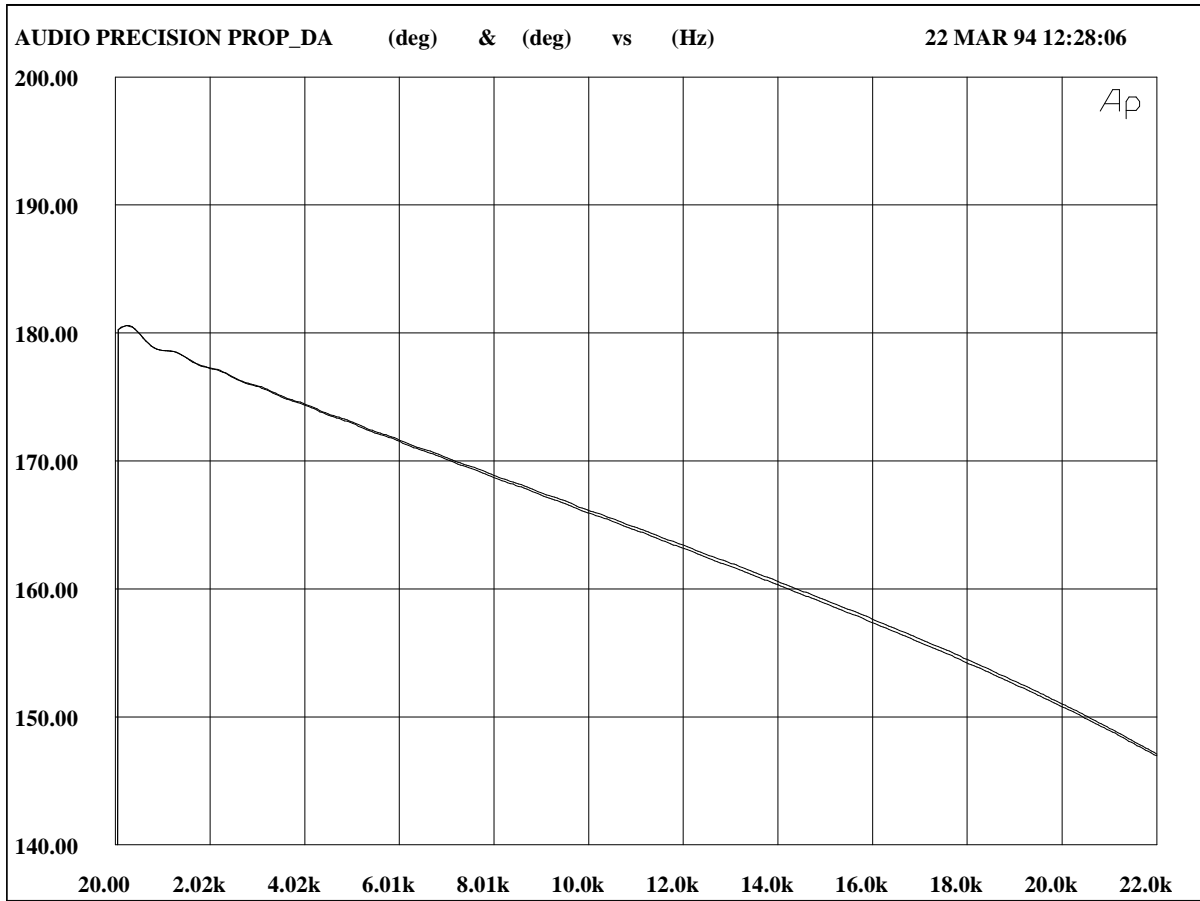


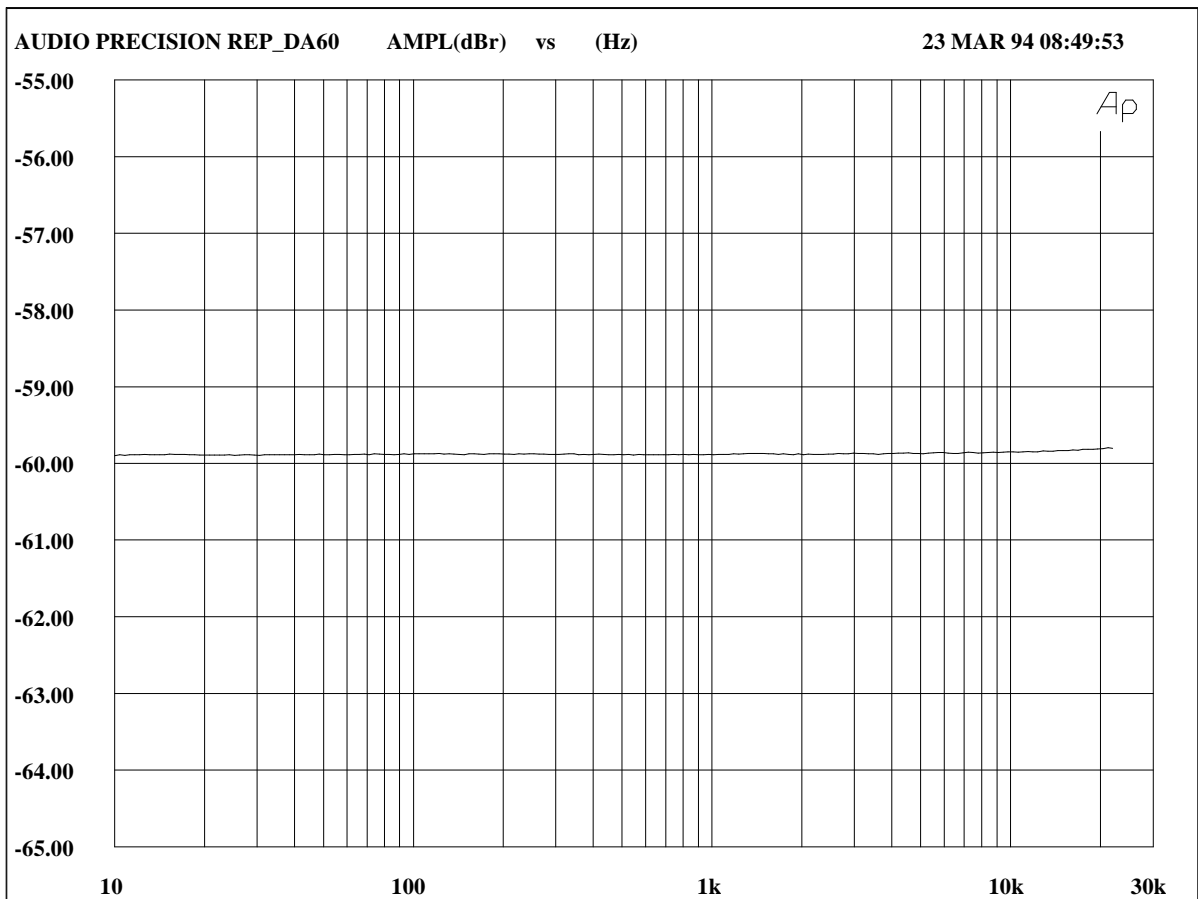
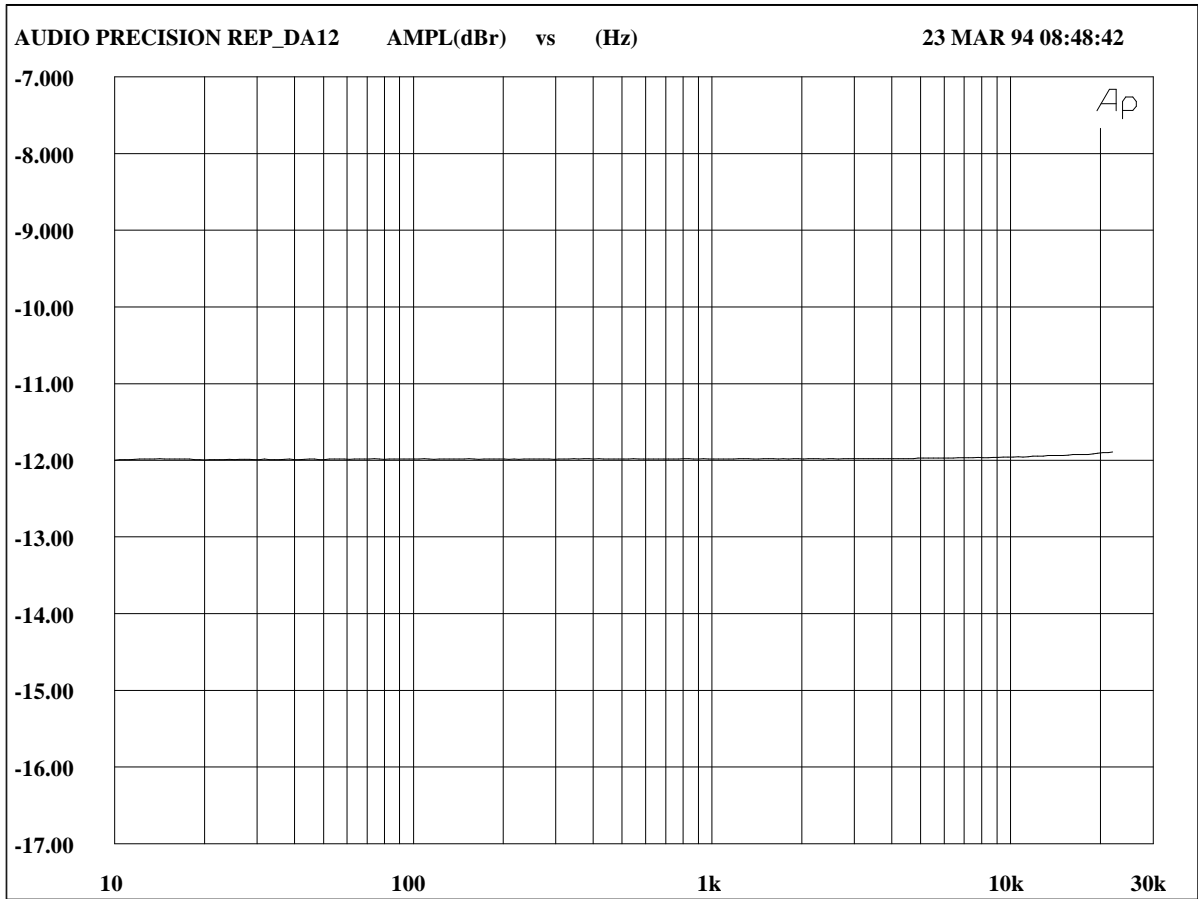
Convertisseur D.A.R. SIGMA +

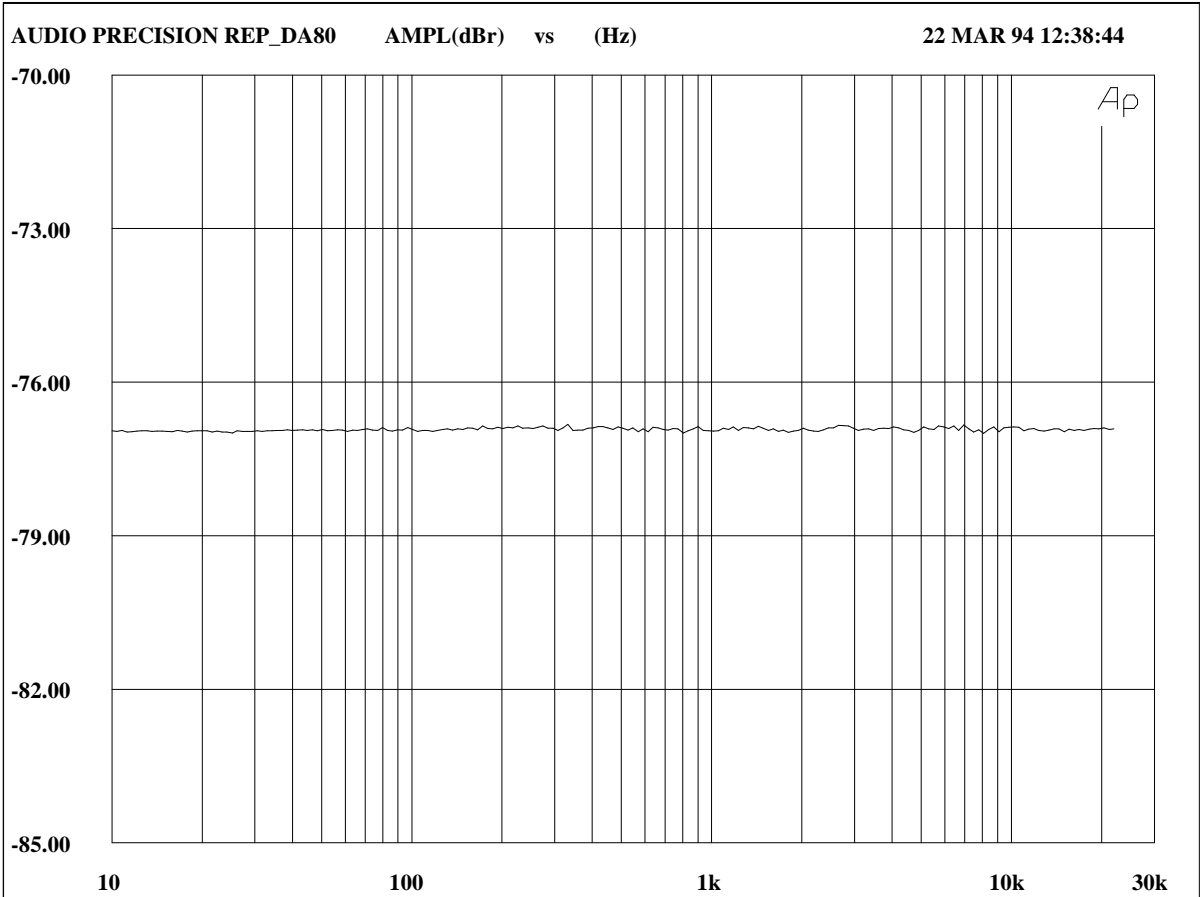
CONVERSION NUMERIQUE ANALOGIQUE

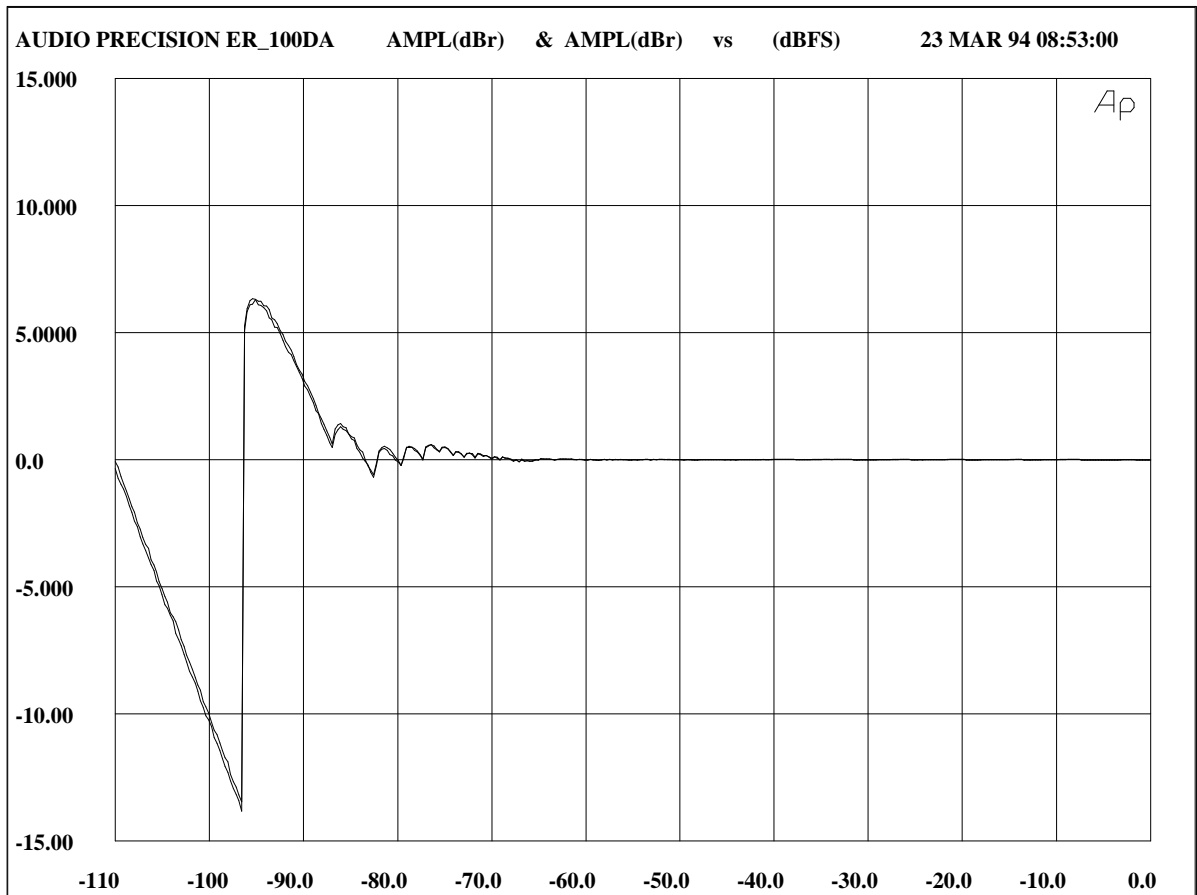
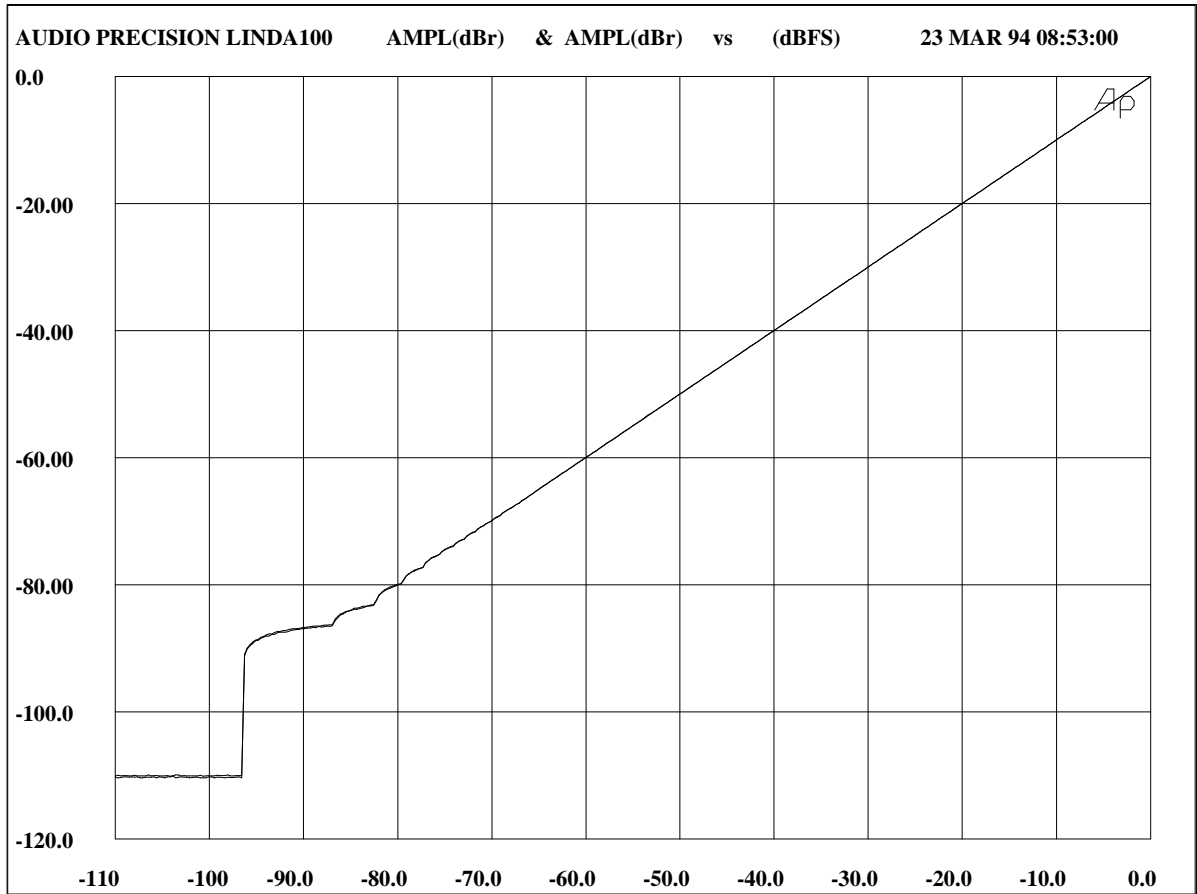
*N° de série :
Type Σ DPCM 16 bits
Suréchantillonnage par
Chip*

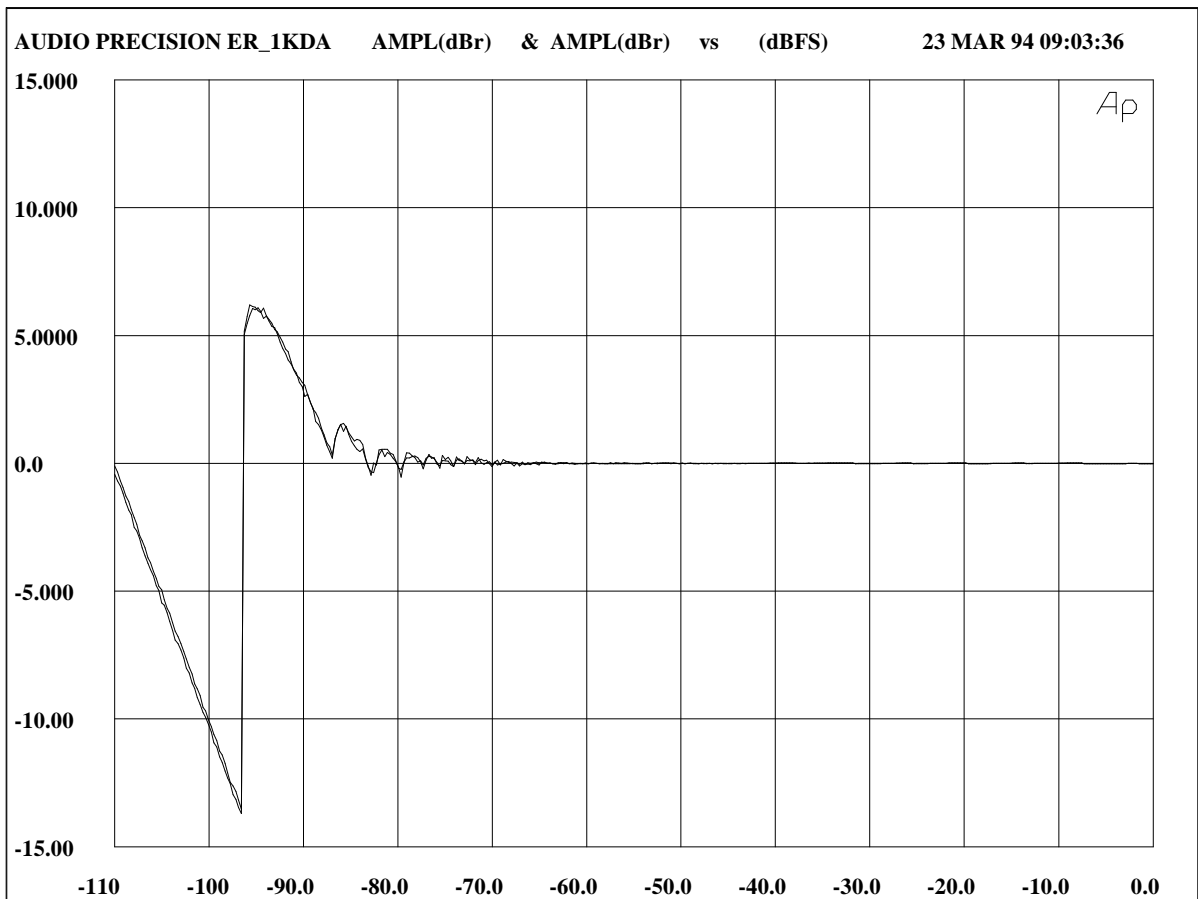
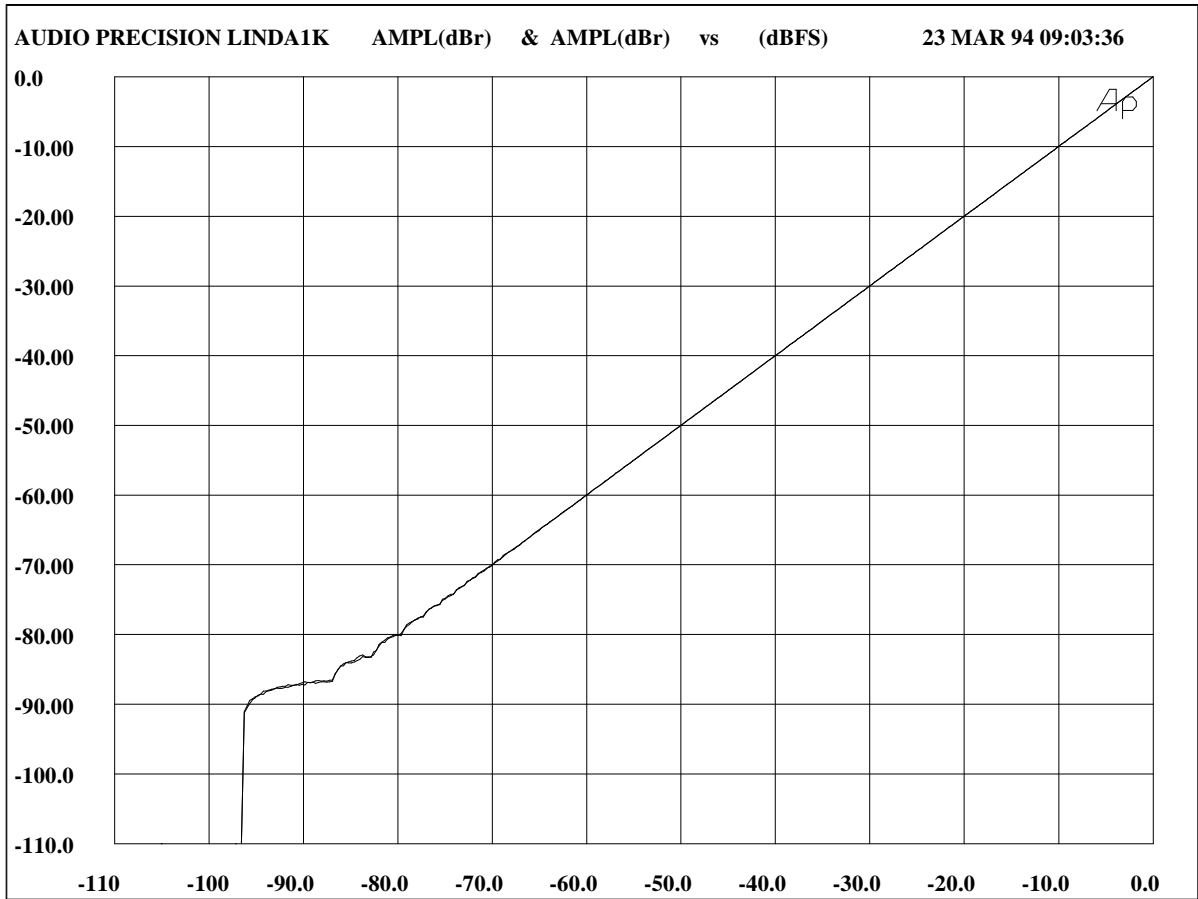
<i>Précision de l'horloge interne (ppm)</i>	<i>non mesurée</i>
<i>Niveau Max (dBu)</i>	<i>17</i>
<i>Taux de réjection en mode commun à 15 kHz (dB)</i>	<i>non mesuré</i>
<i>Temps de traitement</i>	<i>880 μs</i>
<i>Dynamique à 1kHz (dB)</i>	<i>91</i>
<i>Erreur de Linéarité (1dB) à 1kHz (dB FS)</i>	<i>-84.9</i>
<i>Rapport signal /bruit (en dB par rapport à +12 dBu)</i>	<i>86</i>
<i>Bande Passante à - 1 dB (en kHz / ref : -12 dB FS)</i>	<i>22.6</i>
<i>Distorsion Maximale pour 1 kHz (20 Hz-22kHz en dB FS)</i>	<i>-75.8</i>
<i>Impédance d'entrée (Ω)</i>	<i>non mesurée</i>

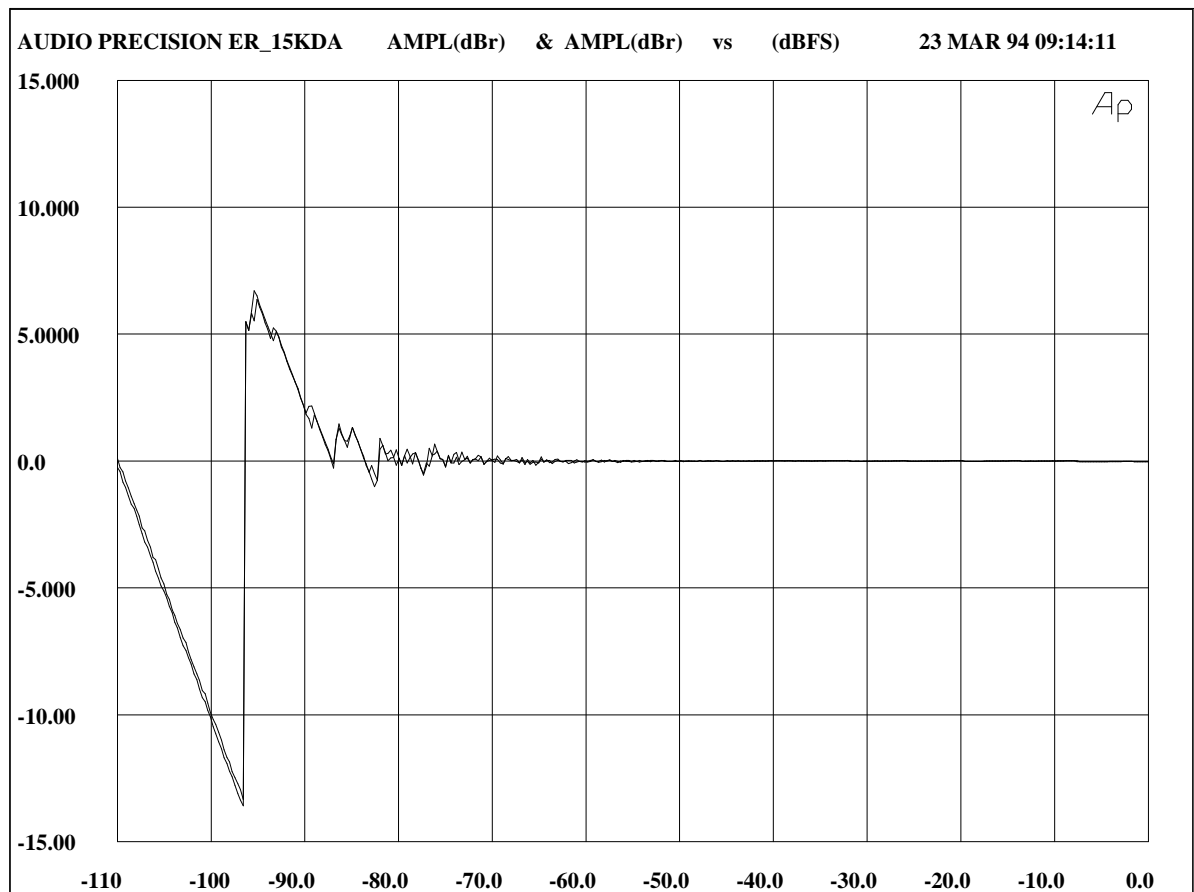
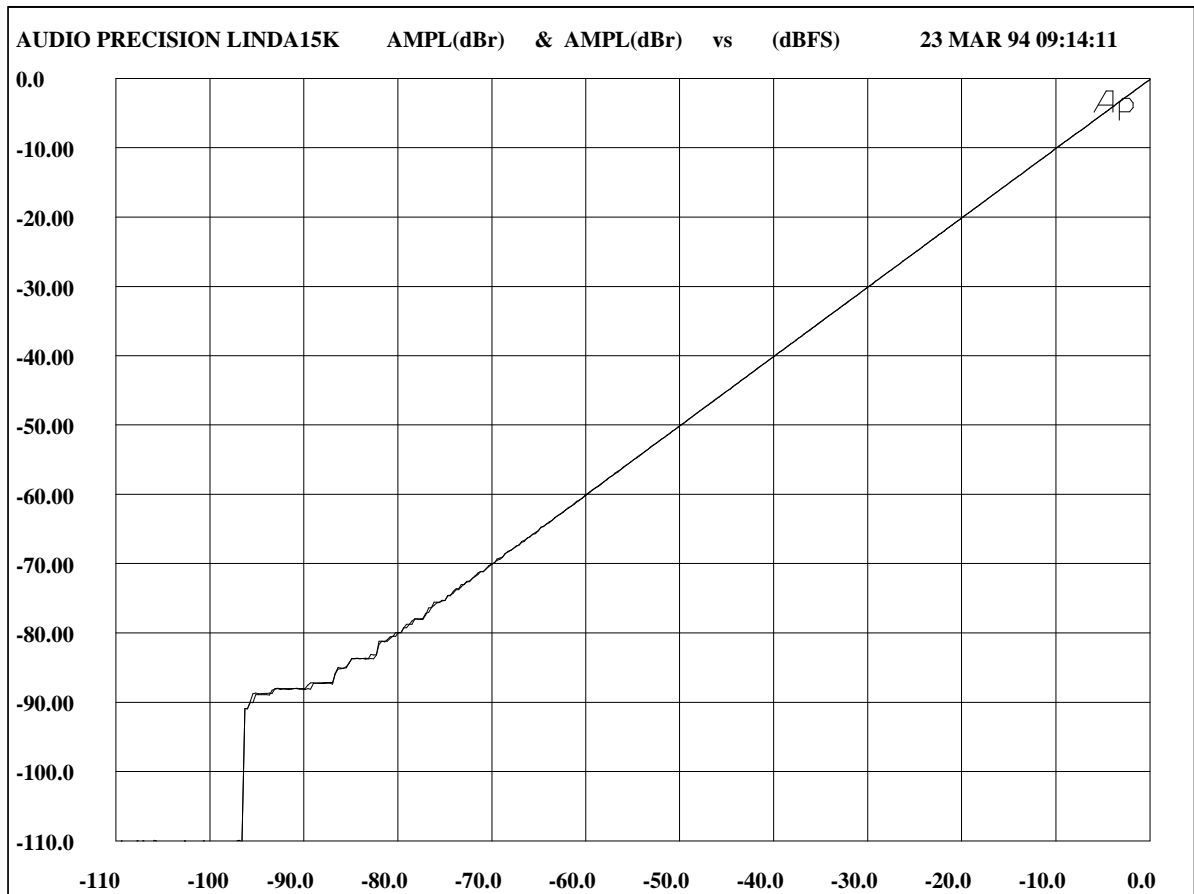


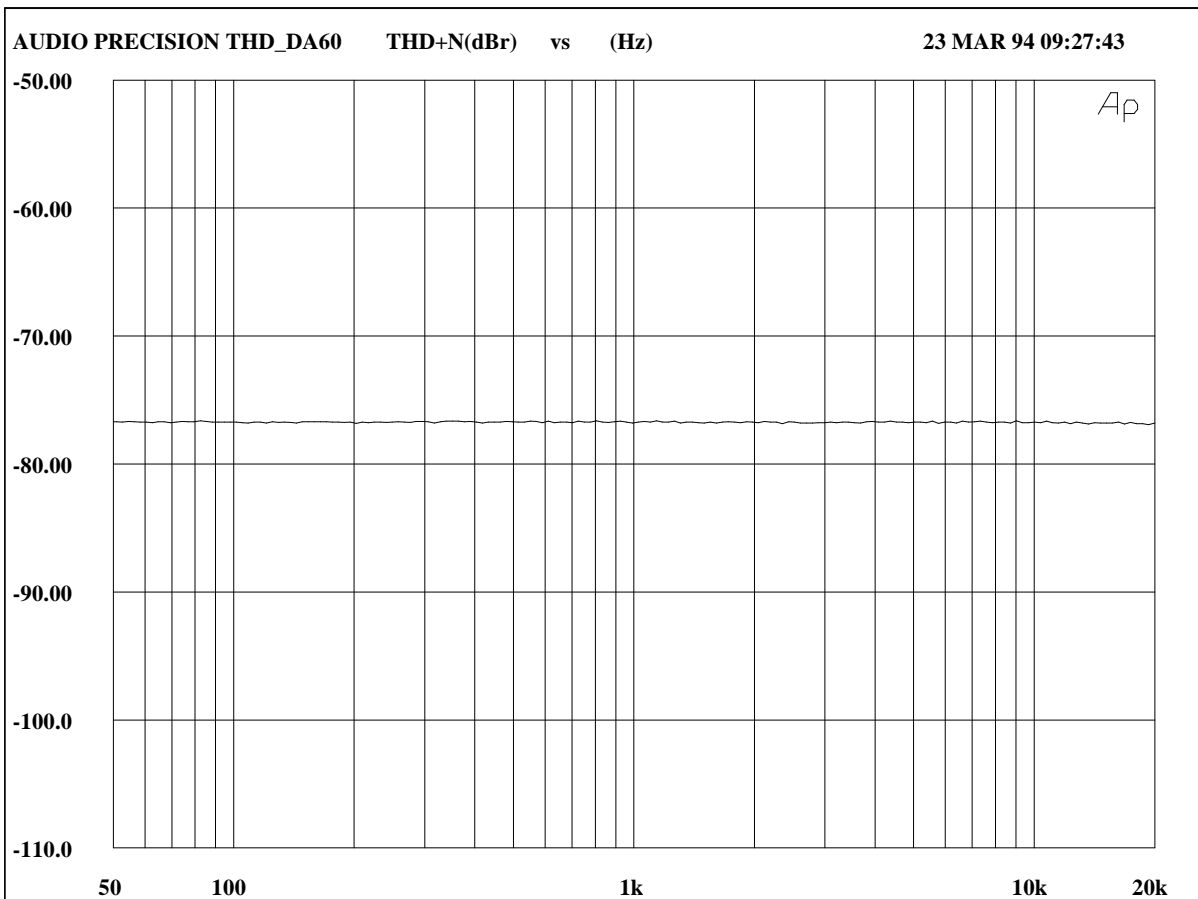
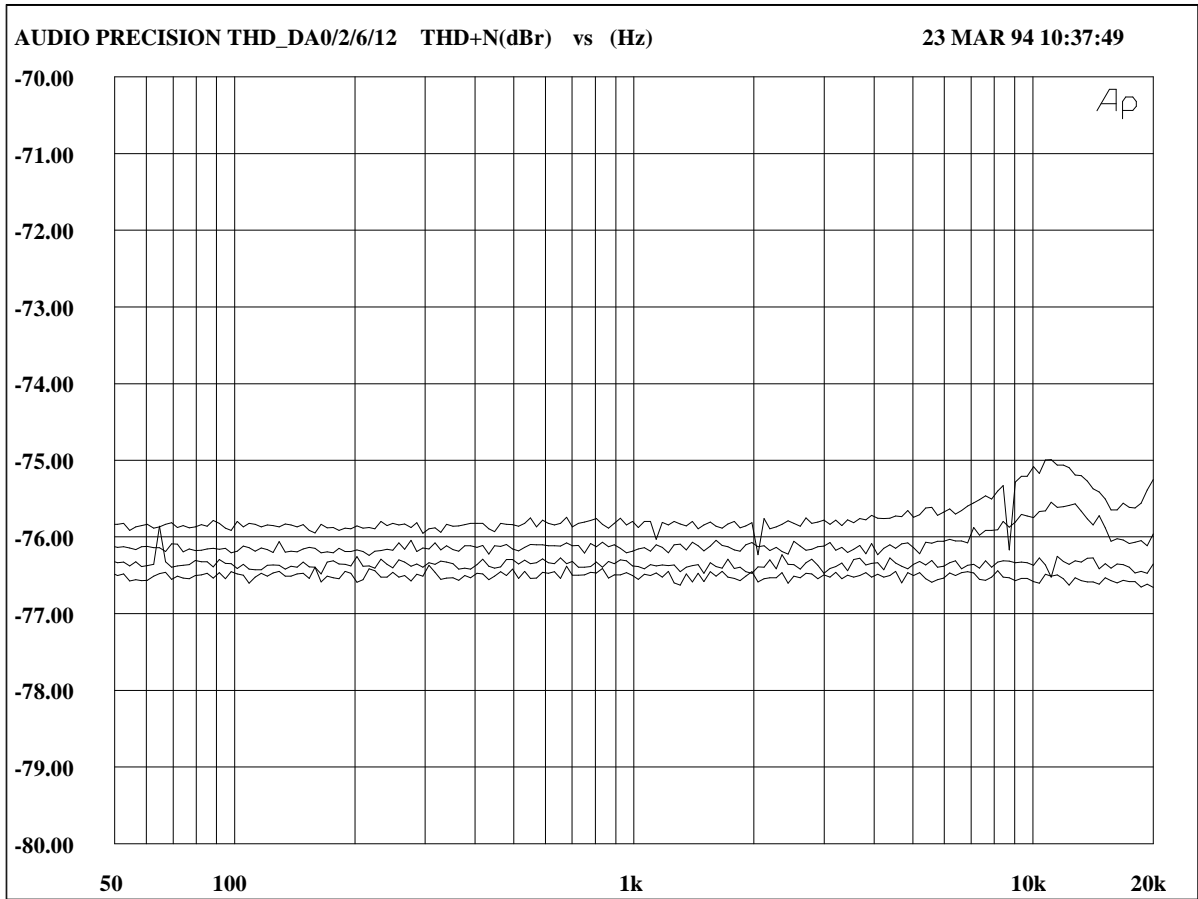




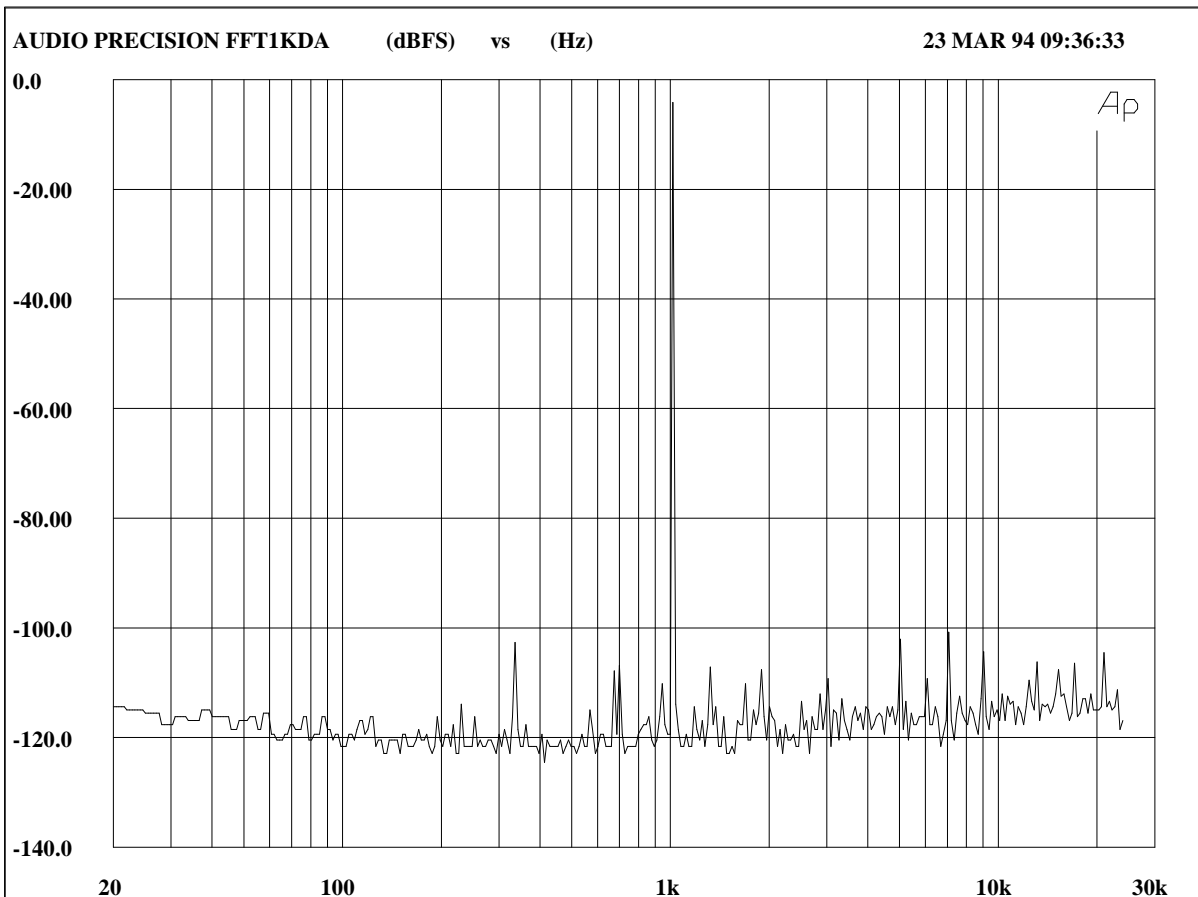
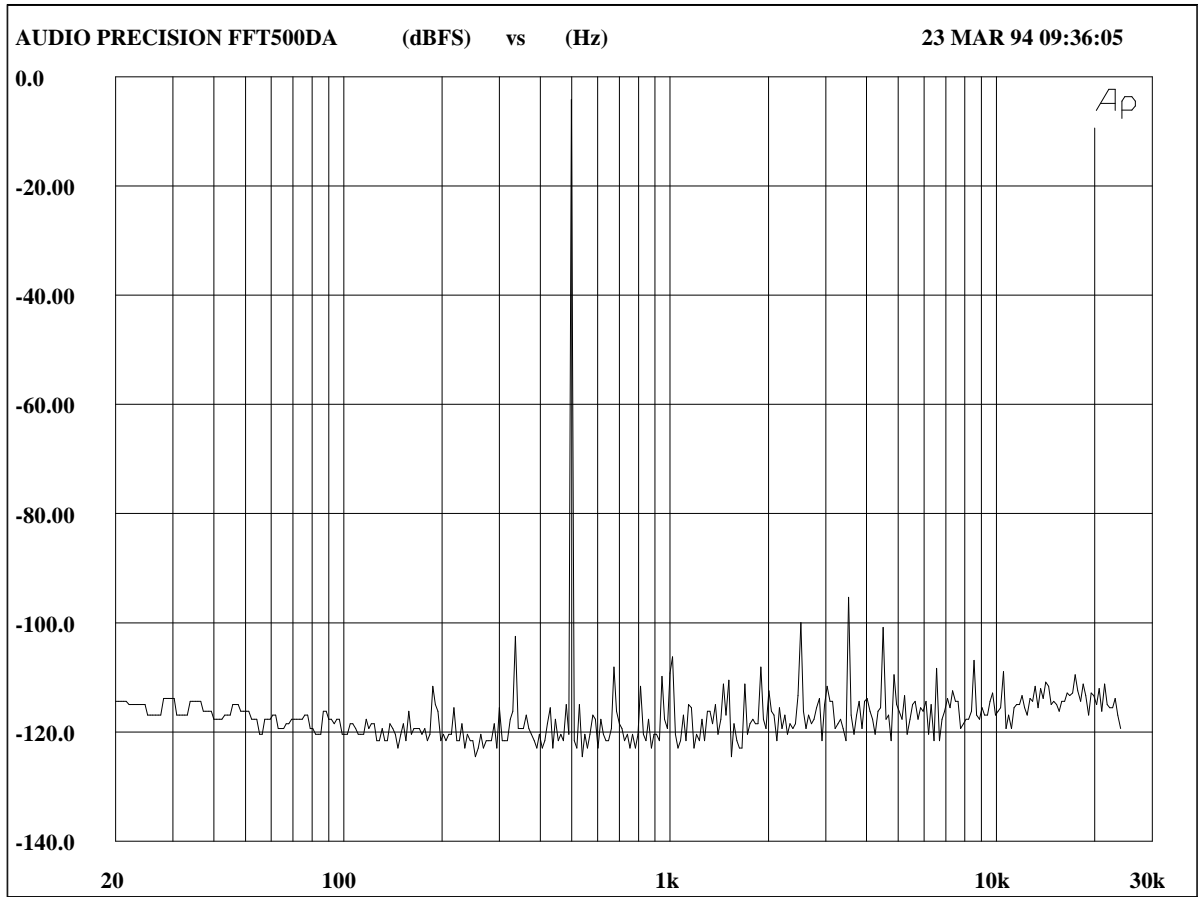


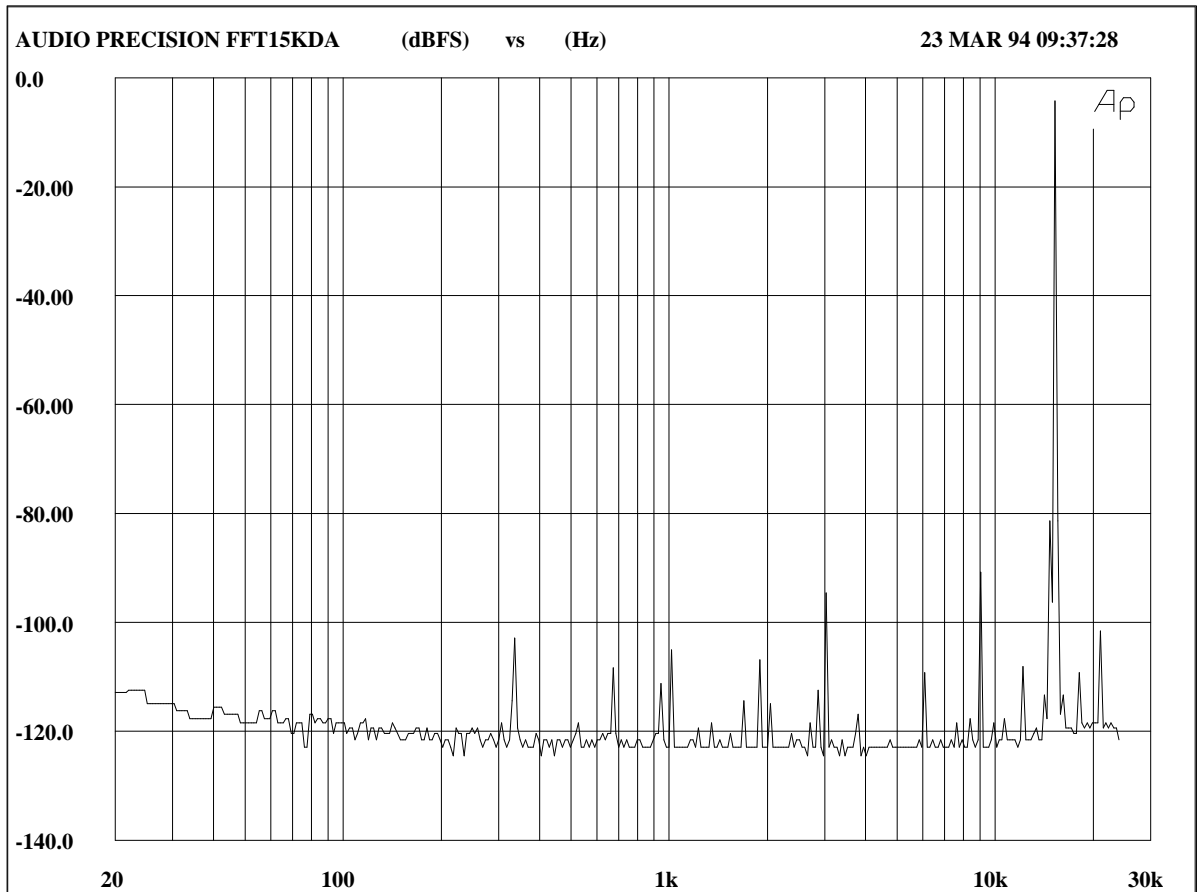
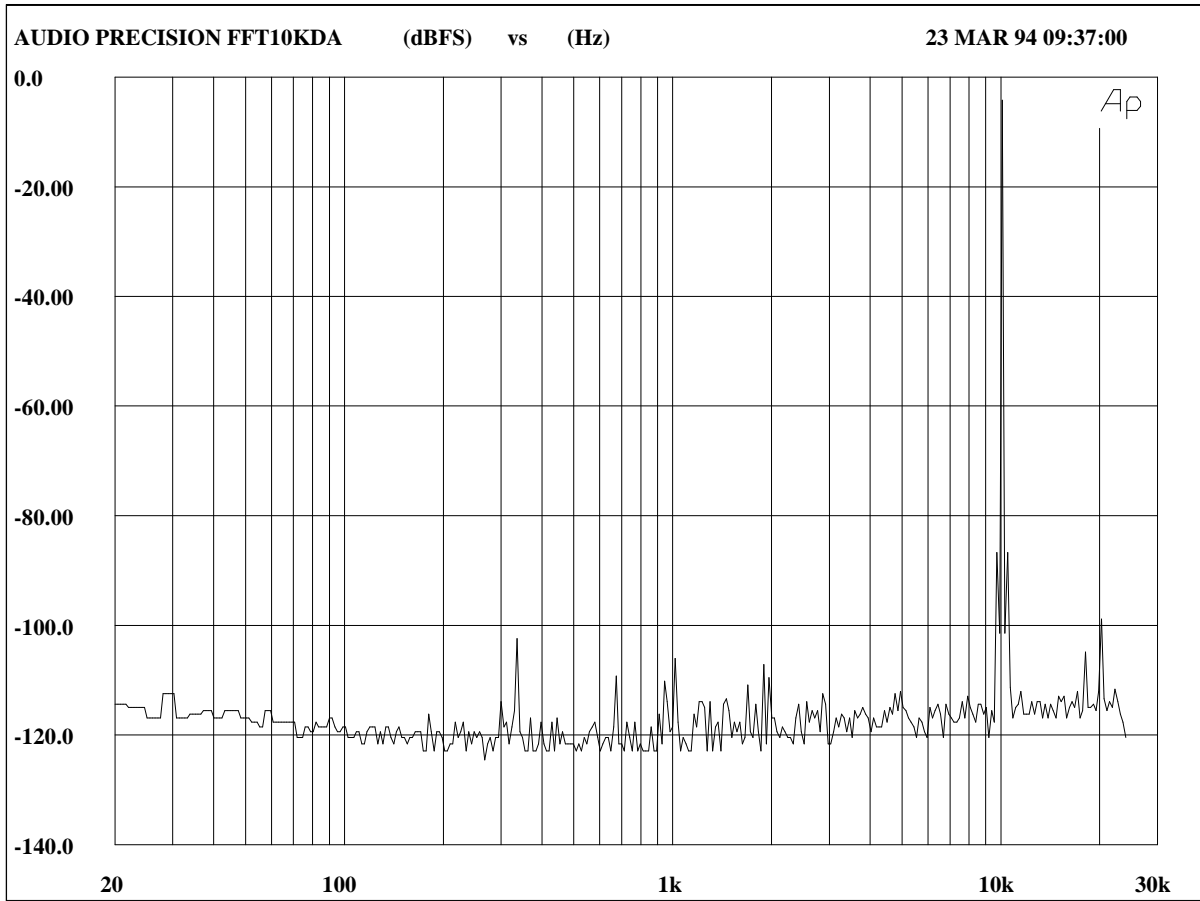


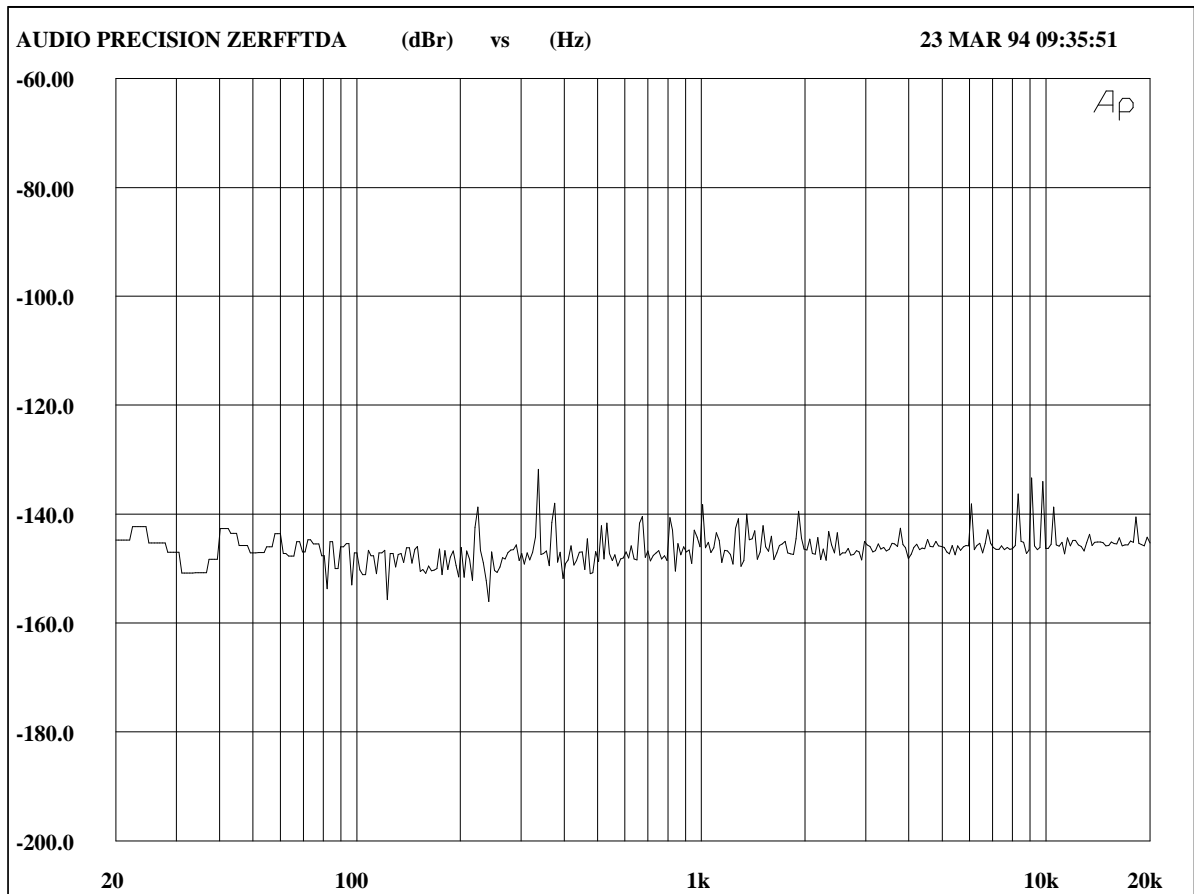




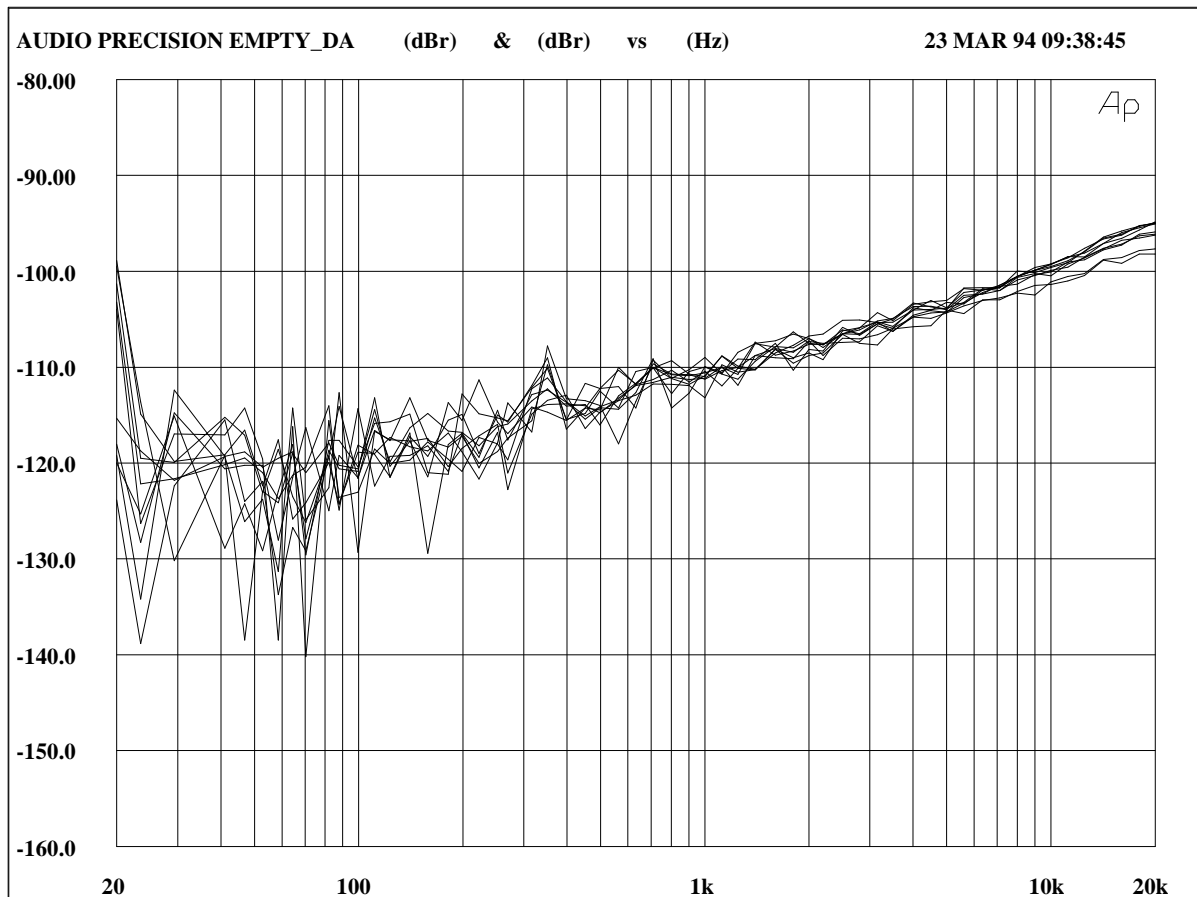








Valeur R.M.S. : -91.88 dB FS



Convertisseur D.A.R. SIGMA +

CONVERSION ANALOGIQUE ANALOGIQUE

*N° de série :
Type Σ DPCM 16 bits
Suréchantillonnage par
Chip*

<i>Précision de l'horloge interne (ppm)</i>	<i>non mesurée</i>
<i>Niveau Max (dBu)</i>	<i>17</i>
<i>Taux de réjection en mode commun à 15 kHz (dB)</i>	<i>61</i>
<i>Temps de traitement</i>	<i>1.5 ms</i>
<i>Dynamique à 1kHz (dB)</i>	<i>89.7</i>
<i>Erreur de Linéarité (1dB) à 1kHz (dB FS)</i>	<i>-83.45</i>
<i>Rapport signal /bruit (en dB par rapport à +12 dBu)</i>	<i>84.7</i>
<i>Bande Passante à - 1 dB (en kHz / ref : -12 dB FS)</i>	<i>22.6</i>
<i>Distorsion Maximale pour 1 kHz (20 Hz-22kHz en dB FS)</i>	<i>-75.4</i>
<i>Impédance d'entrée (Ω)</i>	<i>non mesurée</i>

