



## Enertec F500

### MANUFACTURER'S SPECIFICATION

Tape speed: 3½ to 7½, 15 in/s ± 0.2%; variable speed with ± 7 half-tone by the varispeed unit.

Wow and flutter: 3¾ in/s ≤ 0.15%, 7½ in/s ≤ 0.08%, 15 in/s ≤ 0.06%; peak value weighted measured R + P with EMT 424 and weighted according to DIN 45507.

Capacity: CCIR, DIN, NAB, CINE hubs up to 290 mm.

Tapes of utilisation: all types of tapes (50 µm) nominal or high level long time (37 µm) in option. Specify the type of tape with the order.

Starting time: ≤ 0.5 s for twice normal wow and flutter.

Rewinding time: ≤ 100 s for 2,000 ft of tape.

Input conditions: ≥ 5 kΩ from 31.5 Hz to 20 kHz balanced input; 0 dB minimum level; + 6 dB or + 12 dB nominal level; + 22 dB maximum level.

Output conditions: load impedance ≥ 600 Ω; source impedance ≤ 50 Ω from 31.5 Hz to 20 kHz balanced output; + 12 dB or + 6 dB (source impedance ≤ 30 Ω) nominal level; + 18 dB maximum level; 0 dB minimum

level.

Playback/recording standards: CCIR or NAB on request.

Crosstalk at 10 kHz: stereo ≥ 40 dB; twin-track ≥ 46 dB.

Erasing: ≥ 75 dB at 1 kHz.

Power supply: 115, 127, 220, 240 V ± 10%; frequency 50 Hz or 60 Hz; consumption 120 VA.

Environment temperature: from + 10° C to 40° C for all data warranted. From 0° C to 50° C without failures in using conditions. From - 20° C to 70° C in stockage conditions.

Dimensions: 483 mm x 440 mm x 220 mm (stripped machine, without VU-meter panel).

Weight: 26 kg.

Manufacturer: Enertec Department Audio Professional, 1 rue Nieuport B.P. 54, 78140 Vélizy-Villacoublay, Cedex, France.

UK: Crow of Reading Ltd, PO Box 36, 76 Katesgrove Lane, Reading, Berkshire RG1 2NB.

### Response curve (R + P):

	3¾ in/s	7½ in/s	15 in/s
40 Hz-10 kHz	≥ 55 dB	≥ 58 dB	≥ 61 dB
60 Hz-8 kHz	≥ 55 dB	≥ 58 dB	≥ 61 dB

	3¾ in/s	7½ in/s	15 in/s
weighted	≥ 55 dB	≥ 58 dB	≥ 61 dB
unweighted	≥ 55 dB	≥ 58 dB	≥ 61 dB

	3¾ in/s	7½ in/s	15 in/s
weighted	≥ 55 dB	≥ 58 dB	≥ 61 dB
unweighted	≥ 55 dB	≥ 58 dB	≥ 61 dB

	3¾ in/s	7½ in/s	15 in/s
mono	≥ 52 dB	≥ 54 dB	≥ 56 dB
stereo 2.75	≥ 52 dB	≥ 54 dB	≥ 56 dB

	3¾ in/s	7½ in/s	15 in/s
twin track 2	≥ 59 dB	≥ 61 dB	≥ 61 dB
twin track 2	≥ 59 dB	≥ 61 dB	≥ 61 dB

	3¾ in/s	7½ in/s	15 in/s
mono	≥ 74 dB	≥ 74 dB	≥ 74 dB
stereo 2.75	≥ 71 dB	≥ 71 dB	≥ 71 dB

	3¾ in/s	7½ in/s	15 in/s
twin-track 2	≥ 70 dB	≥ 70 dB	≥ 70 dB
Measurement conditions unweighted 31.5 Hz to 20 kHz RMS 0.2 s. Weighted with CCITT RMS 0.2 s.			

Harmonic distortion: CCIR standard	320 nWb/m	≤ 2%	≤ 1%	≤ 1%
	510 nWb/m	≤ 3%	≤ 2%	≤ 2%
NAB standard	185 nWb/m	≤ 1.5%	≤ 1%	≤ 1%

**T**HE Enertec F500 is a ¼ in recorder available in a number of different versions. Firstly it may be supplied with mono, stereo 2.75 mm or twin-track 2 mm heads with appropriate signal switching. Further options include a portable version in a handled transport case for vertical operation, a similar version for horizontal operation, a rack mount version or a stand mounted version as the stereo review machine.

All versions are 3-speed machines operating at 3½, 7½ and 15 in/s with the equalisation being CCIR or NAB fixed as supplied unless the audio electronics are changed. In the case of the stand model the recorder is bolted to the fairly substantial stand and fitted with four castors. The form of construction of the recorder itself is novel as are many features of the tape transport and electronics. To the rear of the recorder is a substantial alloy casting which partly forms a heatsink for the tape transport control power transistors and also supports the XLR audio connectors and a 3-pin locking type DIN connector for the monitor loudspeaker.

The power transformer is bolted to the centre of the casting within the cabinet and the IEC power input, voltage selector and line fuses are contained within an enclosure behind the transformer. At the top of this is the power on/off rocker switch.

Each side of the casting is extended to form a hinge for the tape transport which is steadied by a pneumatic brace. The remainder of the case is a steel frame with a moulded plastic trim with the VU meter and audio control panel angled at the rear of the unit.

# reviews

The entire base of the unit is covered by the power supply and transport control printed circuit board which is equipped with connectors for all input and outputs including two 'D' connectors at the rear. These feed the optional varispeed unit and remote control unit. At the front of the board the single audio electronics board fits vertically into two connectors with the normal adjustments being at the top such that they are readily accessed for alignment.

Both boards are of very good quality with clear component identifications and all integrated circuits being socketed. However the value of the four fuses on the control board and two on the heatsink was not identified.

The control board has only three preset potentiometers with sockets being fitted for the optional balancing audio transformers. Other than the normal alignment controls the audio board has only two potentiometers and a variety of pluggable links. At the time of writing the functions of these are not known as no instruction manual was available.

Turning to the tape transport this is based on a substantial ribbed alloy casting which is machined with reference faces on the top and bottom to support the tape transport components—good traditional engineering here! Both spools are driven directly from DC servo motors with the capability of taking ciné, European or NAB spools with suitable adaptors to fit on the ciné type spindles. A very unusual feature is that the shafts are braked by magnetic clutches as opposed to mechanical brakes with solenoids, each spool platter being fitted with an optical tachometer disc feeding the microprocessor-controlled transport logic which controls the tape tension.

From the pay-off spool the tape passes to a roller guide mounted on to a substantial cast spring-loaded arm with ball bearings. This roller is fitted with an optical tachometer disc which feeds the tape timer and an optical position sensor which detects tape present and loaded.

There follows a large diameter roller before the head area which starts with a fixed ceramic guide post before the flutter roller and full-track ferrite erase head. These and the following components are mounted onto a machined area of the main casting.

Within this area there follow the metal record and replay heads which have extremely stable mountings and are in turn followed by another fixed ceramic guide post before the capstan. In between the flutter roller and erase head the record and replay heads are solenoid-operated ceramic tape lifter pins.

The capstan which takes the form of a 13.84 mm diameter sleeve on the shaft on the DC servo motor is directly driven with the pinch roller being mounted on to a substantial cast arm operated by a conventional spring-tensioned solenoid linkage. Between the capstan and the take-up spool there is a single roller guide. All transport components are particularly solid in construction and well finished, all parts being replaceable with the greatest of ease.

Control of the tape transport is by a row of paddle switches at the front left of the machine, each switch having an associated LED which indicates the current mode. At the centre is a tape timer indicating hours, minutes and seconds in real time with further locate, edit and set counter to zero paddle switches to the right with a 3-position tape speed switch at the end of the panel.

Two locate functions are available. Pressing the locate button searches for tape time zero, but

first pressing the record button (which is interlocked with play) and then the locate button searches for the point at which the tape transport was last started—a useful feature. Pressing the edit button in the stop mode applies the spool brakes and allows the tape to be unloaded for editing whilst in the normal stop mode the tape may be rock-and-roll edited. A dump edit mode is entered by first pressing edit followed by play.

A further feature of the tape transport controls is that simultaneously pressing the fast forward and fast rewind controls enters a variable speed spooling mode with the tape in contact with the heads. In this mode the tape direction is controlled by the fast buttons with the tape speed being set according to how long the fast button is held down, tape speed being constant.

To the rear the VU meter panel includes a small monitoring loudspeaker with self-illuminating type record/safe button between the two VU meters. Associated with each meter are the audio controls. These include for each channel an A/B toggle switch, two potentiometers and two self-illuminating type locking pushbuttons. These allow calibrated or uncalibrated input/output levels with the potentiometers controlling the uncalibrated levels.

Behind the tape transport controls a headphone jack and the monitor level control together with a mono/stereo toggle switch and associated LED protrude through a removable strip which covers the preset controls. These are clearly identified screwdriver-operated potentiometers.

Each channel has separate bias, record treble equalisation and record level controls for each tape speed. Similarly the replay chain has

separate high frequency equalisation and gain controls.

The control of tape tension was very good being 70 g in the play mode increasing to 120 g when accelerating in the fast wind modes. Using Ampex 456 or Agfa PEM 526 tape, the standard of winding was also very good at all speeds. However, in the review machine the tape was very slow to stop when unloading—but this function is being modified.

The locate function, when locating zero or the last start position, was accurate to within 100 mm over any length of tape at 15 in/s, the tape coming to a smooth halt but with slightly erratic tension control.

Access to the heads for editing was excellent with single-handed rock-and-roll edit location being possible by rotating the take-up spool.

## Inputs and outputs

The impedance at the balanced inputs was found to be 96 kΩ in the balanced mode or 60 kΩ unbalanced with the inputs being capable of handling +30 dBm. For some reason the common mode rejection of the two channels was completely different as shown in Fig 1, it being suspected that channel 1 was faulty.

At the balanced outputs, the machine could deliver +21 dBm loaded into 600 Ω from a source impedance of 27 Ω, +4 dBm in the case of the inputs and outputs corresponding to 0 VU. At the headphone output the maximum voltage was 5 V from a very low source impedance less than 100 mΩ.

As supplied a fluxivity of 320 nWb/m at 15 in/s and 7½ in/s or 250 nWb/m at 3¾ in/s corresponded to an output of +8 dBm with the calibrated range of adjustment being +4 dBm to

70 ▶

FIG.1  
ENERTEC F500  
COMMON MODE REJECTION  
(SEE TEXT)

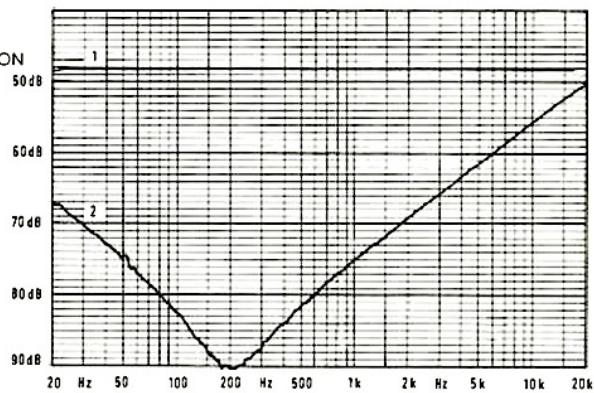
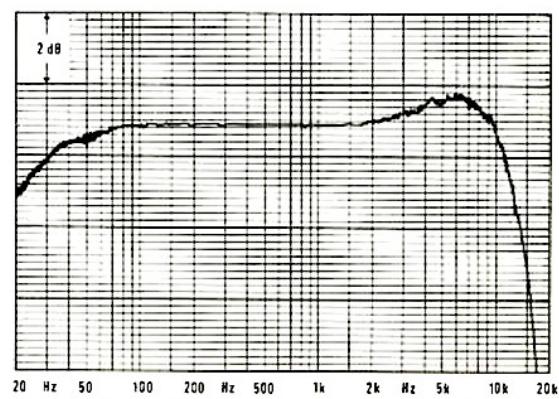


FIG.2  
ENERTEC F500  
3¾ in/s RECORD/REPLAY  
PEM 368



# reviews

+17 dBm and the normal uncalibrated setting allowing the full range up to +18 dBm.

In the case of the inputs the level to record the above fluxivities could be adjusted from +3 dBm to +17 dBm in the calibrated setting. In the normal uncalibrated mode the control had a full range with a maximum sensitivity of -1 dBm for recording the above fluxivities.

## Frequency response

The frequency response to the VU meters and also from the inputs to the outputs when monitoring the inputs had -0.5 dB points at 10 Hz and 16 kHz falling to -1 dB at 6 Hz and 22 kHz, a rather excessive high frequency roll-off. The replay frequency response was checked for both channels using BASF calibration tapes to the CCIR standards and found to be virtually identical for the two channels.

At 15 and 7½ in/s the response was within ±1 dB from 40 Hz to 18 kHz with the response at 3¾ in/s being within ±1 dB from 31.5 Hz to 12.5 kHz above which the response fell due to azimuth variations in the form of azimuth jitter rather than a steady azimuth error.

Using Agfa PEM526 tape overbiased by 3.5 dB at 20 kHz at 15 in/s or 10 kHz at 7½ in/s or Agfa PEM368 long play tape over biased 3.5 dB at 5 kHz at 3¾ in/s the record/replay frequency response could be aligned as follows.

Fig 2 shows the performance at 3¾ in/s with the low frequency response being excellent and demonstrating a very good head design without any low frequency ripples with the high frequency response being -1 dB at 12.5 kHz or -3 dB at 14 kHz. At 15 and 7½ in/s similar remarks apply with long wavelengths at 15 in/s also showing very minor frequency response deviations as shown in Fig 4 where the response is -1 dB at 24 kHz and -3 dB at 27.3 kHz. The performance at 7½ in/s is shown in Fig 3 where the response is -1 dB at 23 kHz or -3 dB at 25.4 kHz.

The range of the bias controls was more than adequate for any tape types but setting the control with accuracy was a rather sensitive operation in view of the use of single turn potentiometers.

The full range of the replay equalisers for the three tape speeds was more than adequate as shown in Fig 5 with accurate adjustment being easy. Similarly the record equalisers had a good range, the performance with the Agfa tapes being shown in Fig 6.

## Distortion

Distortion was measured using Agfa PEM368 tape at 3¾ in/s or PEM526 at the higher tape speeds overbiased 3.5 dB at 20/10/5 kHz for the three speeds.

As shown in Fig 7 for 15 in/s there was some overshoot for a 1 kHz squarewave, similar results being obtained at 7½ in/s.

Harmonic distortion was measured in terms of third harmonic, the even harmonics being at negligible levels, with the results shown in Table 1. Performance was identical for the two channels with record or replay clipping levels in the electronics being greater than +14 dB reference 320 nWb/m. 0 VU was correctly aligned to be around -10 dB reference 3% third harmonic distortion.

## Noise

Noise in the outputs was measured without tape and with machine erased Agfa PEM526 at the

FIG.3  
ENERTEC F500  
7½ in/s RECORD / REPLAY  
PEM 526

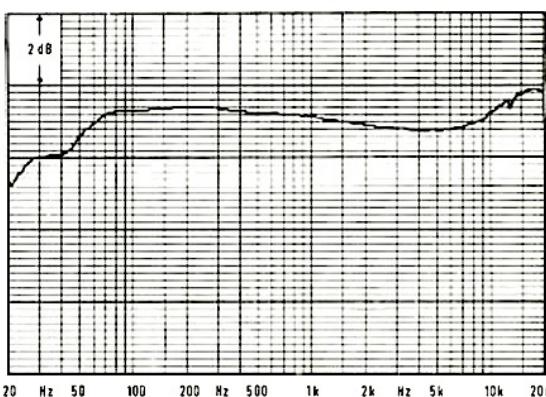


FIG.4  
ENERTEC F500  
15 in/s RECORD / REPLAY  
PEM 526

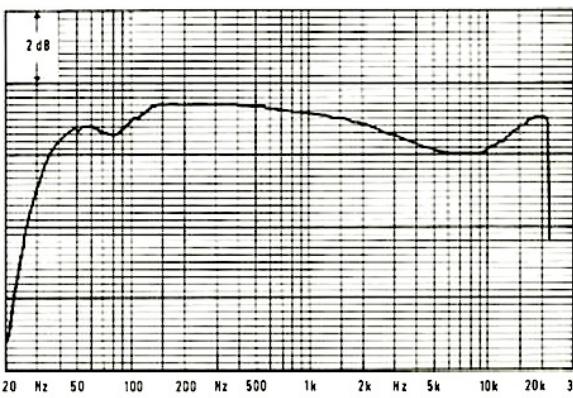


FIG.5  
ENERTEC F500  
REPLAY EQUALISERS

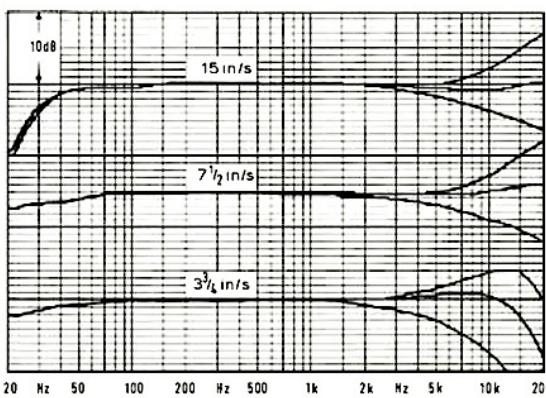
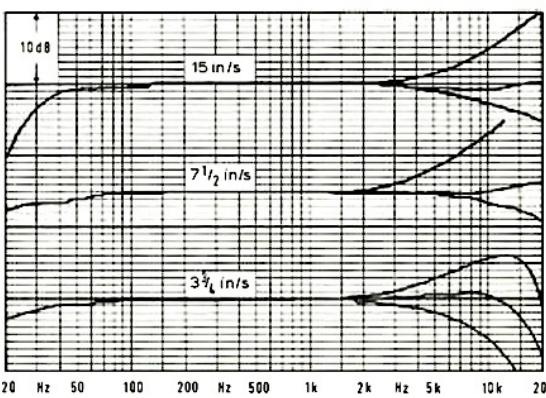


FIG.6  
ENERTEC F500  
RECORD EQUALISERS



# reviews

higher tape speeds or *PEM368* at 3½ in/s, **Table 2** showing reference level (320 nWb/m at the higher two speeds or 250 nWb/m at 3½ in/s) to noise.

At the higher speeds the two channels were within 1 dB of each other, but at 3½ in/s the right channel had a fairly large component at 17.47 kHz which is presumably crosstalk from the microprocessor logic. With tape this component was masked by tape noise (see **Table 3**).

Other than the problem of the 17.47 kHz tone no other tones were significant in the noise with power line hum being at a very low level. When monitoring the input noise in the output was satisfactory. As can be seen there is a very good margin between tape noise and machine noise.

#### Wow, flutter and speed

Wow and flutter was measured to the IEC-weighted method at the beginning, middle and end of a 2,400 ft reel of tape at the three tape speeds and found to vary little with tape position (see **Table 4**).

TABLE 4 IEC-weighted wow and flutter			
Tape speed	Beginning	Middle	End
15 in/s	0.04%	0.045%	0.05%
7½ in/s	0.04%	0.05%	0.05%
3¾ in/s	0.10%	0.10%	0.10%

Drift from one end of reel to the other was remarkably small at less than 0.002% with the relation between the speeds being within better than 0.01%.

The spectrum analysis of a 10 kHz tone recorded and replayed at 15 in/s as shown in **Fig 8** shows well contained flutter sidebands with the predominant components at ±25 Hz and ±50 Hz from the 'carrier'.

Phase jitter between tracks was extremely good with a 10 kHz tone at 15 in/s peaking just over ±3° as shown in **Fig 9** where the vertical scale is 1° per division and the horizontal scale 0.5 s per division.

#### Other matters

Whilst the VU meters exhibited the correct rectifier characteristic the ballistics were far from the genuine VU meter with a 300 ms tone burst only driving the needle to -2.5 dB instead of overshooting zero.

Erasure of a 1 kHz tone was very good giving 88 dB at 15 in/s or 91 dB at 7½ in/s. Similarly the inter-channel crosstalk was good as shown in **Fig 10** for 15 in/s, the crosstalk shifting down one octave at 7½ in/s.

A minor complaint about the tape transport is that the machine will run when it is incorrectly loaded the wrong side of the large diameter roller guide. Either this should inhibit the machine running or the manufacturer should provide a line on the top panel trim showing the correct tape path.

#### Summary

The Enertec *F500* proved to be a very good general purpose studio recorder. The tape transport is clearly designed to take severe punishment with the minimum of servicing—in fact the only adjustments are the pinch roller pressure and azimuth. The complete unit has first class access for servicing of the mechanics and the electronics with all adjustments except the bias controls having a sensible range and being easy to adjust accurately. It is hoped that the manufacturer will attend to the few minor criticisms in this review, none of which are very serious or difficult to right.

Hugh Ford

**TABLE 1**  
315 Hz 5% ref 250 nWb/m  
1 kHz 3% ref 320 nWb/m  
315 Hz at 250 nWb/m  
1 kHz at 320 nWb/m  
At 0 VU

15 in/s	7½ in/s	3¾ in/s + 10 dB
—	—	—
+6 dB	+5 dB	0.5%
—	—	—
0.7%	1.0%	—
0.3%	0.5%	0.2%

**TABLE 2**  
Measurement method  
22 Hz to 22 kHz RMS  
A-weighted RMS  
CCIR-weighted RMS ref 1 kHz  
CCIR-weighted quasi-peak  
CCIR-weighted ARM ref 2 kHz

15 in/s	Reference level to noise—without tape	3¾ in/s
64 dB	7½ in/s	58/56 dB
75 dB	62 dB	66/63 dB
72 dB	70 dB	64/62 dB
68 dB	68.5 dB	60/58 dB
78.5 dB	75 dB	70/69 dB

**TABLE 3**  
Measurement method  
22 Hz to 22 kHz RMS  
A-weighted RMS  
CCIR-weighted RMS ref 1 kHz  
CCIR-weighted quasi-peak  
CCIR-weighted ARM ref 2 kHz

15 in/s	Reference level to noise—with tape	3¾ in/s
60 dB	7½ in/s	58 dB
64 dB	61.5 dB	62.5 dB
56 dB	53 dB	54 dB
51.5 dB	49.5 dB	50 dB
62 dB	59.5 dB	60.5 dB

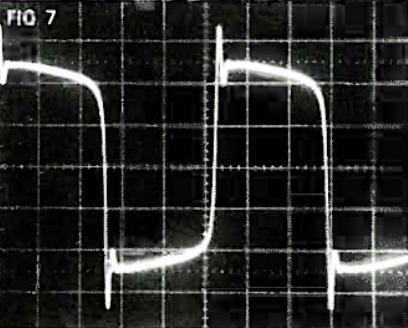


FIG 7

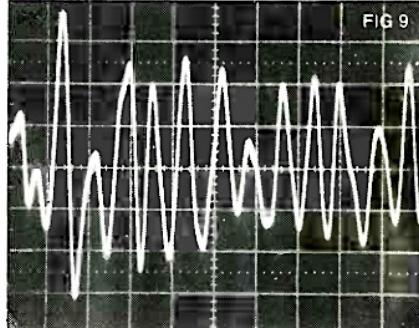
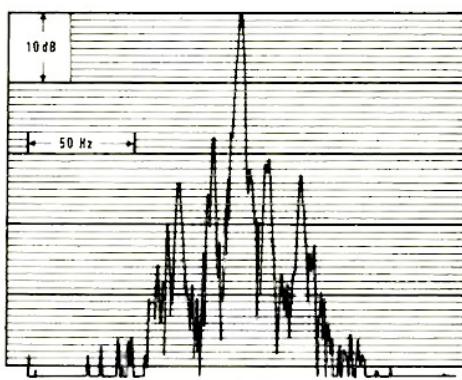
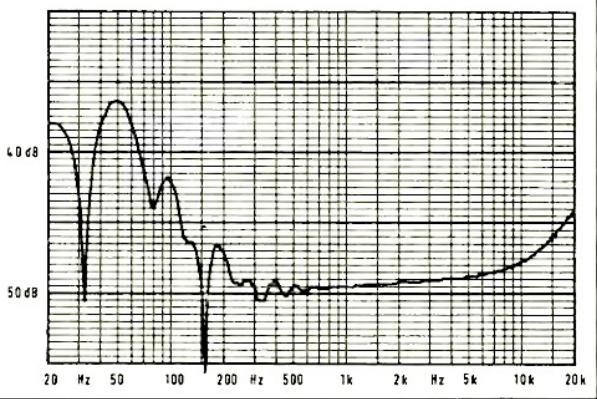


FIG 9

**FIG 8**  
ENERTEC F500  
SPECTRUM ANALYSIS 10 kHz TONE  
RECORDED AND REPLAYED 15 in/s



**FIG 10**  
ENERTEC F500  
15 in/s CROSSTALK



# Schlumberger's

## Know-how

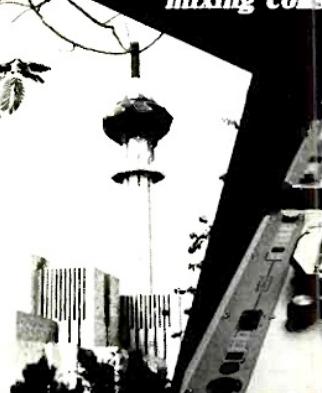
### Turnkey installations (studios - broadcasting centres)

#### Equipment for :

- studios
- O.B. Vans
- professional sound
- broadcasting
- television
- etc...



- Switching grid matrices
  - Talkback systems
  - Master F 462 tape recorders
- F 500 tape recorders
  - UPS 5000 sound mixing desks
  - UPS 6000 sound mixing consoles



**ENERTEC DEPARTEMENT AUDIO-PROFESSIONNEL**  
1 rue Nieuport B.P. 54

78140 Velizy-Villacoublay Cedex France

TEL. (3) 946.96.50 TELEX ENERSON 697430 F

U.K. REPRESENTATIVES : CROW OF READING LTD. P.O. Box 36 - READING RG1 2NB - Berkshire - Tél (0734) 59.50.25 - Tx 847056

**ENERTEC**

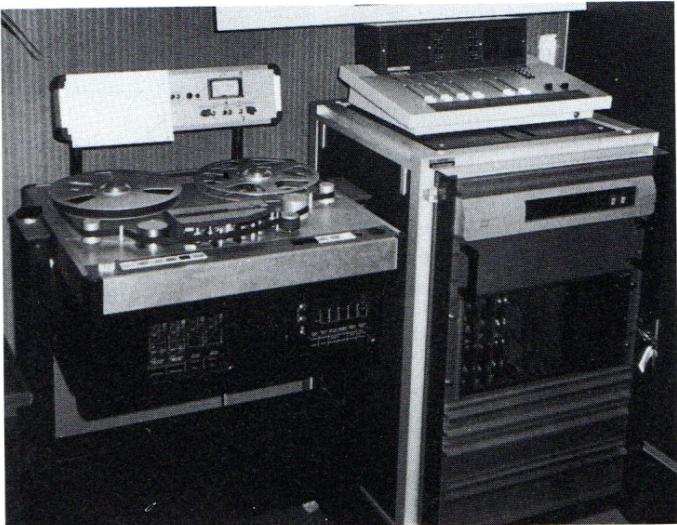
**Schlumberger**

# Journée Portes ouvertes Enertec

Organisée avec le concours de l'ATEAP, cette journée Portes Ouvertes Enertec se déroulait à Vélizy dans les nouveaux locaux de la société. Evénement avec la présentation du nouveau magnétophone F-500. Enertec tient bien haut le flambeau de la construction du magnétophone en France. Au cours de cette journée, les nombreux professionnels venus jusqu'à Vélizy purent visiter les ateliers de production et en apprécier la haute technicité.



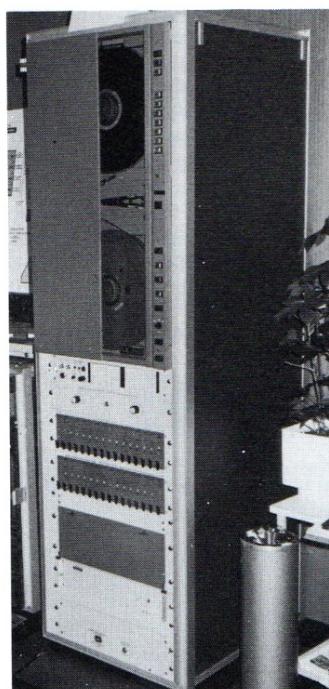
Les centres d'intérêt ne manquaient pas pour les nombreux professionnels venus à Vélizy.



Enertec est branché sur le numérique depuis plusieurs années... Ses travaux sur un mélangeur numérique placent Enertec en première ligne au niveau de la recherche.



Le nouveau magnétophone Broadcast Enertec F-500. Une haute qualité à la portée des radios locales privées pour peu qu'on leur laisse la possibilité d'avoir des ressources...



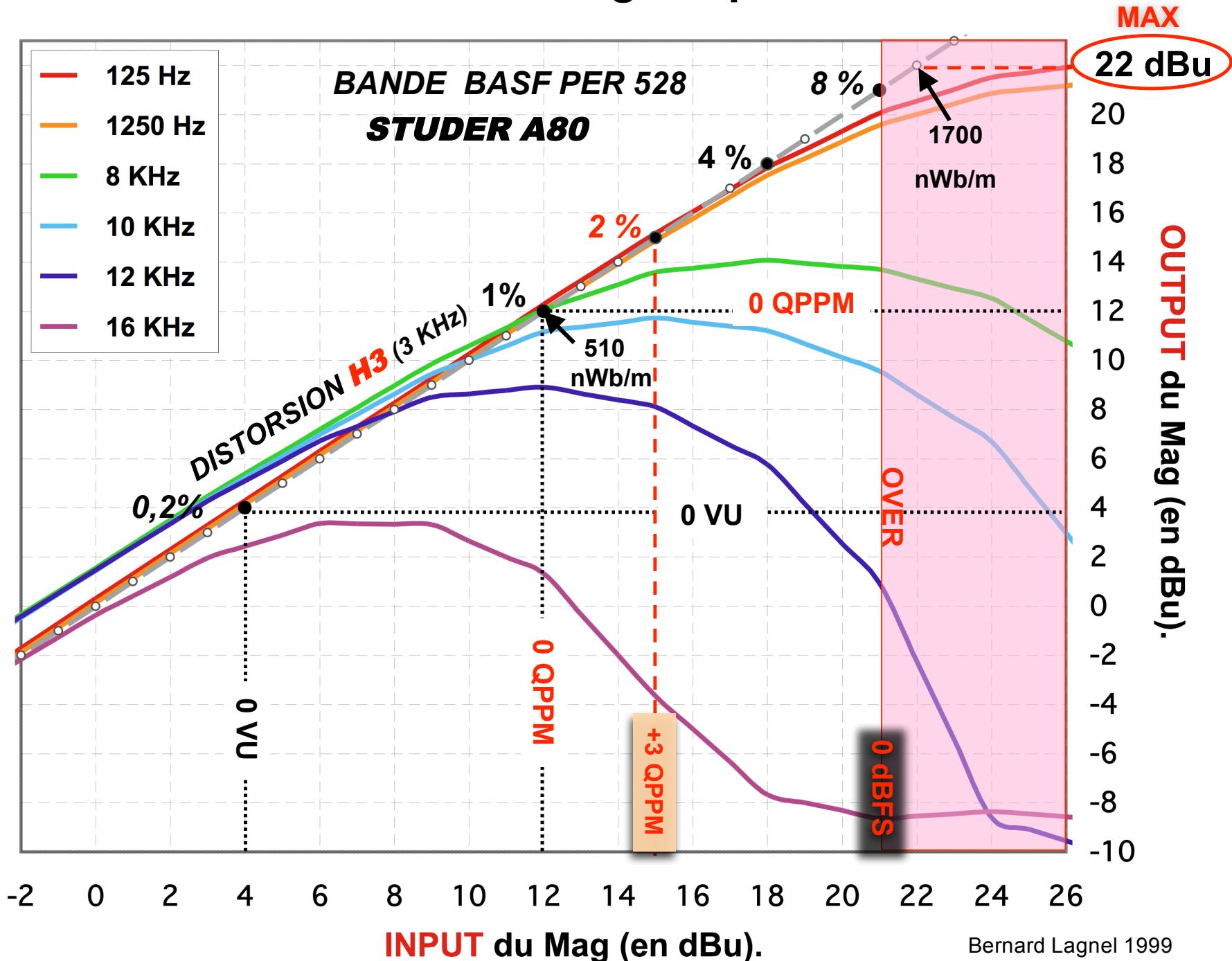
Un enregistreur numérique multipiste... pour la mesure. Pour l'audio, il faudra attendre un peu mais ça vient !

Console UPS G-104. Très compacte cette nouvelle console est destinée aux petits studios de production, d'annonces, de continuité ou d'écran sonore. Elle est aussi bien adaptée aux besoins des radios locales. Portable, elle peut trouver sa place dans les véhicules de reportage.

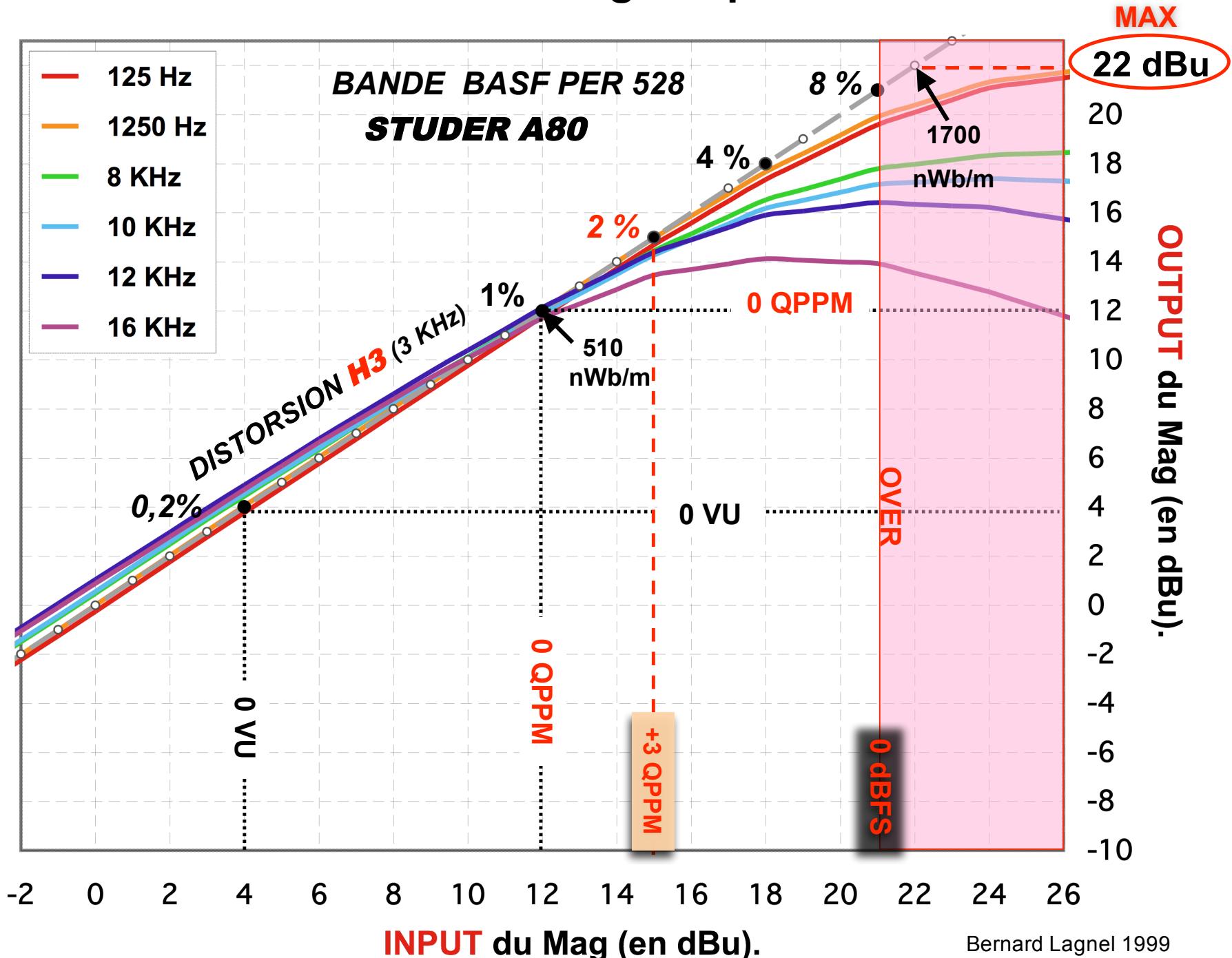


Un F-462 à côté d'une console de prise de son de la série 5 000. Enertec présentait aussi des grilles statistiques de commutation, le limiteur de départ Tili 891, le correcteur de ligne actif Tico 888, l'amplificateur de puissance Tiam 748, l'ampli de ligne Tiam 750, le distributeur de modulation Tiam 887 et le présélecteur Audio 10X1. Pour en savoir plus, contacter Enertec, 1, rue Nieuport, 78140 Vélizy. Tél. : 946.96.50.

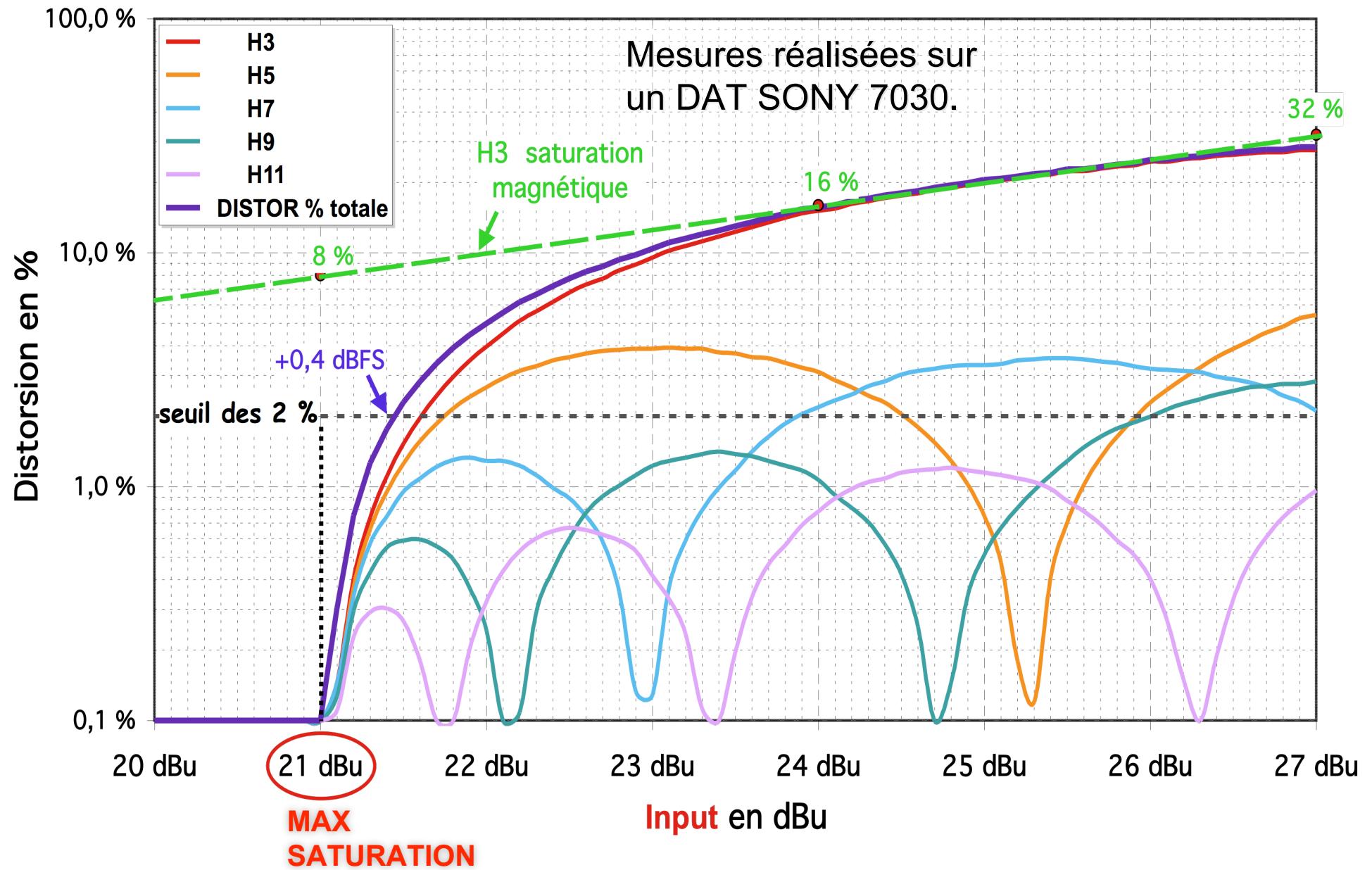
# Saturation de la bande magnétique en 19 cm/s.



# Saturation de la bande magnétique en 38 cm/s.



## Saturation Numérique à 1KHz sinus ( 0 dBFS = +21 dBu ).



# ALIGNEMENT DES NIVEAUX à Radio France (1 KHz sinus):

Alignement des niveaux à Radio France (1KHz) pour la production DPS									DISTORSION NUMÉRIQUE	DISTORSION CONSOLE ANALOGIQUE	Enregistrement magnétique PER 528	
Volts	dBu / dBm	dBFS	QPPM	VU	"LUFS"	LU EBU +9	LU EBU +18	dBFS TP	nWb/m	DISTORSION		
43,559	35	over	/	/	over	/	/	over	30,0	100,0	7204	100,0
38,822	34	over	/	/	over	/	/	over	30,0	100,0	6421	100,0
34,600	33	over	/	/	over	/	/	over	30,0	100,0	5722	100,0
30,837	32	over	/	/	over	/	/	over	30,0	95,0	5100	100,0
27,484	31	over	/	/	over	/	/	over	30,0	85,3	4545	79,4
24,495	30	over	/	/	over	/	/	over	30,0	65,0	4051	63,1
21,831	29	over	/	/	over	/	/	over	30,0	44,2	3611	50,1
19,457	28	over	/	/	over	/	/	over	30,0	26,2	3218	39,8
17,341	27	over	/	/	over	/	/	over	28,3	12,7	2868	31,6
15,455	26	over	/	/	over	/	/	over	24,9	5,5	2556	25,1
13,774	25	over	/	/	over	/	/	over	20,5	2,0	2278	20,0
12,277	24	over	/	/	over	/	/	3	15,7	0,6	2030	15,8
10,941	23	over	/	/	over	/	/	2	10,4	0,2	1810	12,6
9,752	22	over	/	/	over	/	/	1	5,0	0,1	1613	10,0
8,691	21	0	/	/	0	/	/	0	0,0	0,1	1437	7,9
7,746	20	-1	/	/	-1	/	/	-1	0,0	0,0	1281	6,3
6,904	19	-2	/	/	-2	/	/	-2	0,0	0,0	1142	5,0
6,153	18	-3	/	/	-3	/	/	-3	0,0	0,0	1018	4,0
5,484	17	-4	5	/	-4	/	/	-4	0,0	0,0	907	3,2
4,887	16	-5	4	/	-5	/	18	-5	0,0	0,0	808	2,5
Volts	dBu / dBm	dBFS	QPPM	VU	"LUFS"	LU +9	LU +18	dBFS TP	Dist Num %	Dist Cons A %	nWb/m	distor H3 en %
4,356	15	-6	3	/	-6	/	17	-6	0,0	0,0	720	2,0
3,882	14	-7	2	/	-7	/	16	-7	0,0	0,0	642	1,6
3,460	13	-8	1	/	-8	/	15	-8	0,0	0,0	572	1,3
3,084	12	-9	0	/	-9	/	14	-9	0,0	0,0	510	1,0
2,748	11	-10	-1	/	-10	/	13	-10	0,0	0,0	455	0,8
2,449	10	-11	-2	/	-11	/	12	-11	0,0	0,0	405	0,6
2,183	9	-12	-3	/	-12	/	11	-12	0,0	0,0	361	0,5
1,946	8	-13	-4	/	-13	/	10	-13	0,0	0,0	322	0,4
1,734	7	-14	-5	3	-14	9	9	-14	0,0	0,0	287	0,3
1,546	6	-15	-6	2	-15	8	8	-15	0,0	0,0	256	0,3
1,377	5	-16	-7	1	-16	7	7	-16	0,0	0,0	228	0,2
1,228	4	-17	-8	0	-17	6	6	-17	0,0	0,0	203	0,2
1,094	3	-18	-9	-1	-18	5	5	-18	0,0	0,0	181	0,1
0,975	2	-19	-10	-2	-19	4	4	-19	0,0	0,0	161	0,1
0,869	1	-20	-11	-3	-20	3	3	-20	0,0	0,0	144	0,1
0,775	0	-21	-12	-4	-21	2	2	-21	0,0	0,0	128	0,1
0,690	-1	-22	-13	-5	-22	1	1	-22	0,0	0,0	114	0,1
0,615	-2	-23	-14	-6	-23	0	0	-23	0,0	0,0	102	0,0
0,548	-3	-24	-15	-7	-24	-1	-1	-24	0,0	0,0	91	0,0
0,489	-4	-25	-16	-8	-25	-2	-2	-25	0,0	0,0	81	0,0
Volts	dBu / dBm	dBFS	QPPM	VU	"LUFS"	LU +9	LU +18	dBFS TP	Dist Num %	Dist Cons A %	nWb/m	distor H3 en %

Volts	dBu / dBm	dBFS	QPPM	VU	"LUFS"	LU +9	LU +18	dBFS TP	Dist Num %	Dist Cons A %	nWb/m	distor H3 en %
0,436	-5	-26	-17	-9	-26	-3	-3	-26	0,0	0,0	72	0,0
0,388	-6	-27	-18	-10	-27	-4	-4	-27	0,0	0,0	64	0,0
0,346	-7	-28	-19	-11	-28	-5	-5	-28	0,0	0,0	57	0,0
0,308	-8	-29	-20	-12	-29	-6	-6	-29	0,0	0,0	51	0,0
0,275	-9	-30	-21	-13	-30	-7	-7	-30	0,0	0,0	45	0,0
0,245	-10	-31	-22	-14	-31	-8	-8	-31	0,0	0,0	41	0,0
0,218	-11	-32	-23	-15	-32	-9	-9	-32	0,0	0,0	36	0,0
0,195	-12	-33	-24	-16	-33	-10	-10	-33	0,0	0,0	32	0,0
0,173	-13	-34	-25	-17	-34	-11	-11	-34	0,0	0,0	29	0,0
0,155	-14	-35	-26	-18	-35	-12	-12	-35	0,0	0,0	26	0,0
0,138	-15	-36	-27	-19	-36	-13	-13	-36	0,0	0,0	23	0,0
0,123	-16	-37	-28	-20	-37	-14	-14	-37	0,0	0,0	20	0,0
0,109	-17	-38	-29	/	-38	-15	-15	-38	0,0	0,0	18	0,0
0,098	-18	-39	-30	/	-39	-16	-16	-39	0,0	0,0	16	0,0
0,087	-19	-40	-31	/	-40	-17	-17	-40	0,0	0,0	14	0,0
0,077	-20	-41	-32	/	-41	-18	-18	-41	0,0	0,0	13	0,0
0,069	-21	-42	-33	/	-42	/	-19	-42	0,0	0,0	11	0,0
0,062	-22	-43	-34	/	-43	/	-20	-43	0,0	0,0	10	0,0
0,055	-23	-44	-35	/	-44	/	-21	-44	0,0	0,0	9	0,0
0,049	-24	-45	-36	/	-45	/	-22	-45	0,0	0,0	8	0,0
Volts	dBu / dBm	dBFS	QPPM	VU	"LUFS"	LU +9	LU +18	dBFS TP	Dist Num %	Dist Cons A %	nWb/m	distor H3 en %
0,044	-25	-46	-37	/	-46	/	-23	-46	0,0	0,0	7	0,0
0,039	-26	-47	-38	/	-47	/	-24	-47	0,0	0,0	6	0,0
0,035	-27	-48	-39	/	-48	/	-25	-48	0,0	0,0	6	0,0
0,031	-28	-49	-40	/	-49	/	-26	-49	0,0	0,0	5	0,0
0,027	-29	-50	-41	/	-50	/	-27	-50	0,0	0,0	5	0,0
0,024	-30	-51	-42	/	-51	/	-28	-51	0,0	0,0	4	0,0
0,022	-31	-52	-43	/	-52	/	-29	-52	0,0	0,0	4	0,0
0,019	-32	-53	-44	/	-53	/	-30	-53	0,0	0,0	3	0,0
0,017	-33	-54	-45	/	-54	/	-31	-54	0,0	0,0	3	0,0
0,015	-34	-55	-46	/	-55	/	-32	-55	0,0	0,0	3	0,0
0,014	-35	-56	-47	/	-56	/	-33	-56	0,0	0,0	2	0,0
0,012	-36	-57	-48	/	-57	/	-34	-57	0,0	0,0	2	0,0
0,011	-37	-58	-49	/	-58	/	-35	-58	0,0	0,0	2	0,0
0,010	-38	-59	-50	/	-59	/	-36	-59	0,0	0,0	2	0,0
0,009	-39	-60	-51	/	-60	/	/	-60	0,0	0,0	1	0,0
0,008	-40	-61	-52	/	-61	/	/	-61	0,0	0,0	1	0,0
0,007	-41	-62	-53	/	-62	/	/	-62	0,0	0,0	1	SOUFFLE 0,0
0,006	-42	-63	-54	/	-63	/	/	-63	0,0	0,0	1	19 cm/s 0,0
0,005	-43	-64	-55	/	-64	/	/	-64	0,0	0,0	1	0,0
0,005	-44	-65	-56	/	-65	/	/	-65	0,0	0,0	1	0,0
Volts	dBu / dBm	dBFS	QPPM	VU	"LUFS"	LU +9	LU +18	dBFS TP	Dist Num %	Dist Cons A %	nWb/m	distor H3 en %
0,004	-45	-66	-57	/	-66	/	/	-66	0,0	0,0	1	0,0
0,004	-46	-67	-58	/	-67	/	/	-67	0,0	0,0	1	0,0
0,003	-47	-68	-59	/	-68	/	/	-68	0,0	0,0	1	0,0
0,003	-48	-69	-60	/	-69	/	/	-69	0,0	0,0	1	0,0
0,003	-49	-70	/	/	-70	/	/	-70	0,0	0,0	0	0,0

# Revue du SON PROFESSIONNEL MARS 1980

# les corrections des magnétophones

*Comment régler un magnétophone ? Nous vous proposons une série d'articles destinés à répondre à cette question. Mais avant de passer aux conseils pratiques, il nous est apparu utile d'expliquer le pourquoi des réglages et donc de pénétrer le fonctionnement des magnétophones. Ce premier article commence par étudier la réponse en fréquence des machines afin de mettre en évidence la nécessité de modification dans le temps des corrections de bande passante. Cet article introduit également la notion de standard d'enregistrement.*

---

### Jean-Pierre Guélon

---

Pour son utilisateur, un magnétophone peut se résumer à une machine destinée à mémoriser un document sonore, puis à le restituer. Cette mémorisation et cette restitution doivent correspondre à des critères de qualité qui diffèrent selon qu'elles sont destinées à un laboratoire de langue, une station de radiodiffusion, une expédition

ethnologique, la régie d'un théâtre ou un studio d'enregistrement de disques. Les divers professionnels du son correspondants ont des besoins différents qui se traduisent par des exigences différentes au niveau des spécifications des machines. Restons-en, pour l'instant à des notions qui les concernent tous avec une première figure rassurante par sa simplicité (Fig. 1). En fait, cette figure fait déjà apparaître deux familles de problèmes :

ceux inhérents à la qualité de restitution et ceux entraînés par la nécessité d'une standardisation des bandes enregistrées. En effet, dans la majorité des applications, une bande enregistrée sur une machine doit pouvoir être relue sur une autre, différente... et sur n'importe quel continent.

Prenons les problèmes un par un et examinons ceux concernant la réponse en fréquence, tant au niveau de la théorie (très simplifiée)

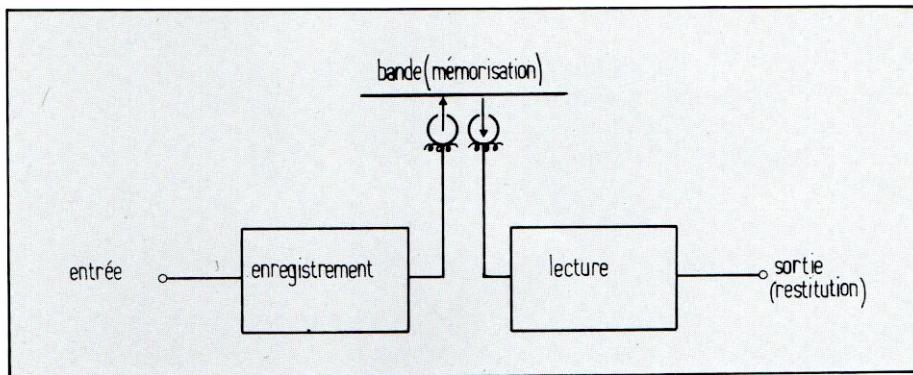


Figure 1

qu'à celui des normes qui en découlent et des réglages éventuels.

### **Caractéristique amplitude-fréquence de la tête de lecture**

Pour commencer, imaginons que nous appliquons un courant d'amplitude constante et de fréquence variable dans la bande audio, à une tête d'enregistrement. La tête de lecture nous restitue les mêmes fréquences mais selon une amplitude de pente 6 dB par octave. C'est mal parti !

L'expression « 6 dB/octave » indique que lorsque la fréquence du courant enregistré augmente d'une octave, l'amplitude de la tension fournie par la tête de lecture augmente de 6 dB. En d'autres termes, si la fréquence double et passe par exemple de 440 Hz (LA 3) à 880 Hz (LA 4), la tension de lecture double aussi ( $6 \text{ dB} = 20 \log 2U/U$ ).

Ceci est dû à la nature de l'enregistrement magnétique. En effet, si l'on fait abstraction des phénomènes de pertes et d'autres défauts que nous aurons l'occasion de voir, le flux rémanent laissé sur la bande après passage de la tête d'enregistrement est proportionnel au courant d'enregistrement. Il est de la forme :

$$\phi_r = kI \sin \omega t$$

Le flux qui se referme à un instant donné dans le circuit magnétique de la tête de lecture est, quant à lui,

proportionnel à la dérivée du flux rémanent (loi de Lenz).

$$B = k \frac{d\phi_r}{dt}$$

(dans ces formules  $k$  désigne une constante représentant divers correctifs différents pour chaque formule. En toute rigueur, nous devrions utiliser des  $k'$ ,  $k''$  et autres  $k'''$ ).

Ce flux crée dans l'enroulement de la tête de lecture une tension :

$$e = k \frac{d\phi_r}{dt}$$

Pour faire intervenir la notion de fréquence, il nous faut observer que la longueur d'onde lue par la tête est inversement proportionnelle à la fréquence enregistrée, mais qu'elle est aussi proportionnelle à la vitesse de défilement de la bande :

$$\lambda = \frac{V}{f}$$

$$\text{d'où } \lambda = \frac{2\pi V}{\omega} \quad (\text{car } \omega = 2\pi f)$$

Chacun aura remarqué que la distance parcourue par la bande en un temps donné est fonction de la vitesse de défilement :

$$l = t \cdot v$$

De ces deux équations nous en déduisons :

$$\omega t = \frac{2\pi l}{\lambda}$$

En substituant cette valeur dans l'expression  $\phi_r$  nous obtenons :

$$e = K I \frac{2\pi}{\lambda} \cos \frac{2\pi l}{\lambda}$$

$$\text{ou : } e = K I f \cos \omega t$$

Cette dernière équation nous montre bien que la tension lue est proportionnelle à la fréquence enregistrée... et au courant d'enregistrement, ce qui est plutôt rassurant puisque c'est le but recherché.

L'amateur remarquera que d'une expression en  $\sin \omega t$  nous sommes passés à un  $\cos \omega t$ . Notre signal a donc subi une rotation de phase de  $90^\circ$  dans l'opération.

Que l'allergique aux mathématiques retienne simplement que la tension de lecture est proportionnelle, entre autres, au nombre de lignes de forces pénétrant le circuit magnétique de la tête de lecture en un temps donné.

Encore trop abstrait ? un dessin va nous faire toucher du doigt ce phénomène (fig. 2).

Dans un même temps, la variation de flux est plus grande pour un signal à fréquence élevée que pour

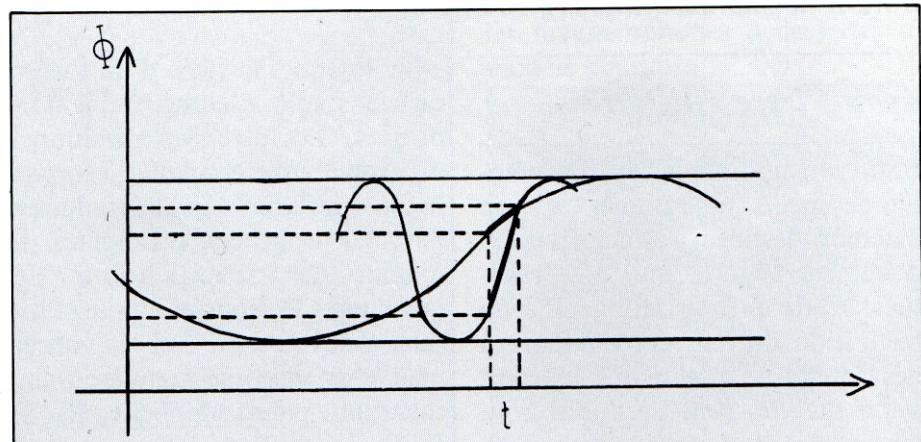


Figure 2

un signal de même amplitude à fréquence basse.

Cette pente de 6 dB/octave est limitée lorsque la fréquence continue à augmenter pour plusieurs raisons. L'une d'elles est limpide. Examinons la figure 3.

Il faut garder en mémoire que vis-à-vis d'un entrefer de 1 à 3  $\mu\text{m}$  la moindre saleté sur la bande ou sur la tête n'est jamais négligeable.

Les divers paramètres que nous venons d'examiner se retrouvent

sur la courbe représentative correspondante (fig. 4).

### Influence de l'usure de la tête de lecture

Malgré le fini de l'état de surface de leur couche magnétique, les bandes se comportent vis-à-vis des têtes comme des abrasifs. La tête de lecture est particulièrement sensible à l'usure qui en résulte. Examinons son entrefer (fig. 5).

Si l'usure de la bande augmente la largeur de l'entrefer, la fréquence pour laquelle la tête ne verra aucune variation de flux diminuera ( $F_0$  de la figure précédente réduira la partie utile de la courbe).

Si nous donnons aux becs du circuit magnétique un profil limitant ce défaut, nous augmentons un deuxième phénomène (fig. 6).

L'épaisseur des becs diminue avec l'usure. Or, dans la zone où la caractéristique réelle de lecture de la tête s'éloigne de la pente théori-

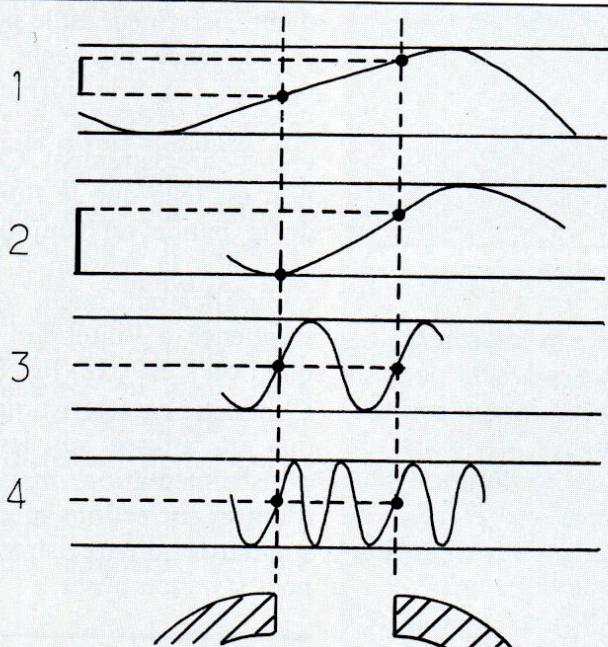


Figure 3

Le signal à fréquence basse (1) provoque une faible variation de flux entre les deux pôles du circuit magnétique de la tête de lecture, le signal à fréquence élevée (2) provoque une variation importante et certains signaux de fréquence encore plus élevée ne provoquent aucune variation de flux ( donc aucune tension de lecture) car leur longueur d'onde est égale (3) ou est un multiple (4) de la longueur de l'entrefer.

Les autres pertes augmentant avec la fréquence sont principalement des pertes par courant de Foucault dans le circuit magnétique de la tête, par l'espace entre les becs de la tête et la bande, et par irrégularité dans la surface de la couche magnétique.

Arrêtons là la liste, car, bien entendu, des bandes utilisées par des professionnels ne sont jamais exposées à la poussière (ce qui contribuerait à éloigner la couche magnétique de la tête).

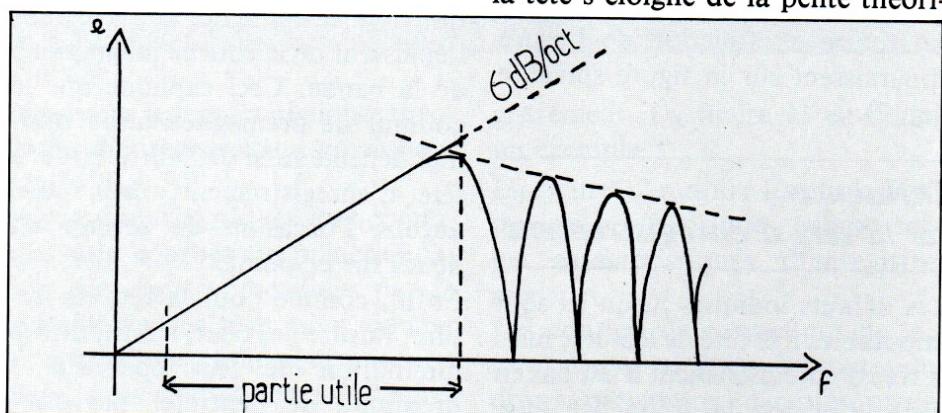


Figure 4

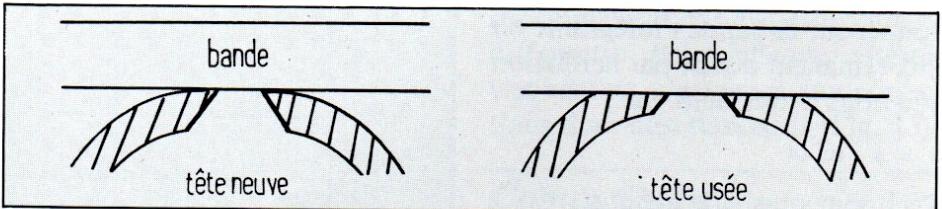


Figure 5

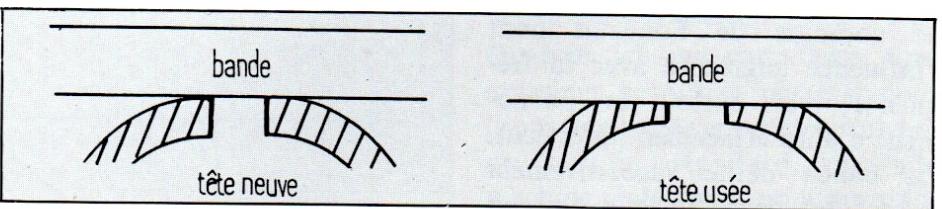


Figure 6

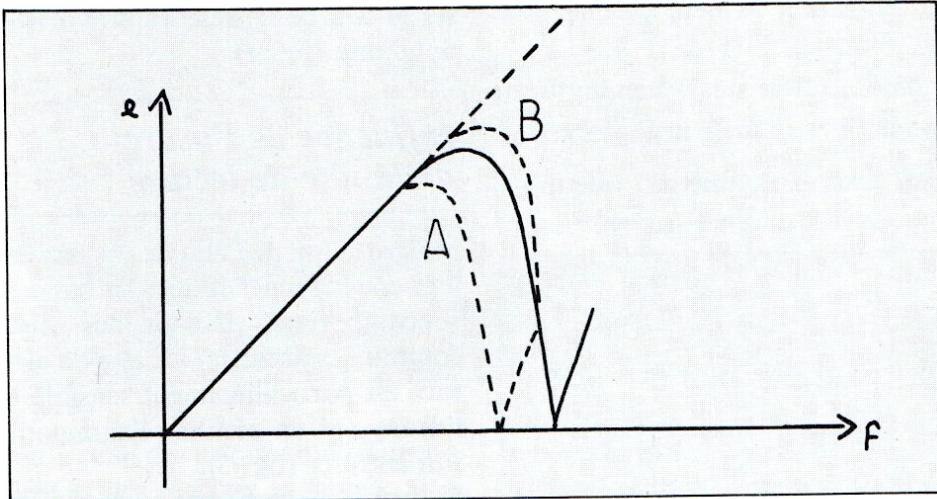


Figure 7 : A : influence de la diminution de largeur de l'entrefer - B : influence de la diminution de l'épaisseur des becs.

que de 6 dB/octave, l'épaisseur des becs intervient dans la relation entre le flux rémanent sur la bande et la tension de lecture. Plus l'épaisseur est faible, plus la tension est importante pour un flux donné. Nous verrons plus loin comment rattraper ce défaut dans le temps par une correction appropriée.

Ces deux types de modifications de la réponse en fréquence de la tête de lecture en fonction de l'usure apparaissent sur la figure suivante (fig. 7).

### Influence de la tête d'enregistrement

Les défauts indiqués jusqu'ici sont imputables à la tête de lecture, mais la tête d'enregistrement n'est pas en reste. Lorsque la fréquence augmente, cette dernière cesse d'abandonner sur la bande l'intégralité du flux rémanent donné par la relation que nous avons déjà vue :

$$\phi_r = k I \sin \omega t$$

Ceci pour plusieurs raisons.

Son circuit magnétique est le siège de courants de Foucault dont l'influence augmente avec la fréquence, mais surtout un phénomène d'auto-effacement intervient. La bande défile successivement devant les deux pôles du circuit magnétique de la tête d'enregistre-

ment puis s'éloigne lentement. La partie enregistrée qui vient de quitter l'entrefer reste encore influencée par les lignes de fuite du deuxième pôle et ce d'autant plus que la fréquence est élevée. Ce défaut est évidemment proportionnel à la vitesse de défilement.

La largeur de l'entrefer de la tête d'enregistrement conditionne l'énergie nécessaire à une pénétration donnée des lignes de force dans l'épaisseur de la couche magnétique de la bande. Ceci explique que le courant de pré-magnétisation optimal dépend aussi de l'entrefer de la tête d'enregistrement, mais nous aurons l'occasion de revenir en détail sur ce point.

Enfin, comme pour la tête de lecture, l'usure des becs, c'est-à-dire la diminution de leur épaisseur à proximité de l'entrefer provoque

une augmentation de sensibilité aux fréquences les plus élevées, par diminution des pertes.

### La préaccentuation des aigus

Les diverses pertes, dont la tête d'enregistrement est le siège lorsque la fréquence augmente, sont compensées par une correction de la courbe de réponse de l'amplificateur d'enregistrement. Cette correction est telle que le flux rémanent de la bande est toujours proportionnel à la tension à l'entrée de l'amplificateur quelle que soit la fréquence à l'intérieur des limites que l'on s'est fixé (fig. 8).

C'est cette caractéristique rectiligne qui est utilisée sur les machines d'instrumentation, mais en audio, d'autres corrections spécifiques aux standards d'enregistrement viennent s'y superposer.

### Les standards

Tous les défauts que nous avons examinés sont à compenser par des corrections. Nous pourrions (presque) intercaler celles-ci n'importe où entre l'entrée et la sortie du magnétophone s'il n'était pas indispensable de générer des bandes standardisées, c'est-à-dire pouvant être relues sur n'importe quelle machine. Les standards internationaux définissent la caractéristique amplitude-fréquence avec laquelle

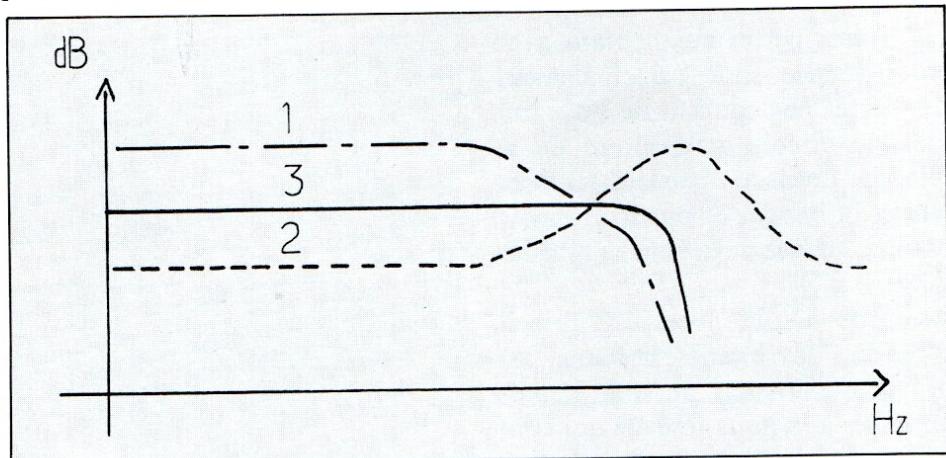


Figure 8 : 1 Caractéristique de la tête d'enregistrement - 2 courbe de gain de l'amplificateur d'enregistrement - 3 courbe de réponse de l'ensemble.

les bandes doivent être enregistrées. En plus des paramètres propres à la nature de l'enregistrement magnétique que nous venons de voir, ces standards tiennent compte de la nature du signal à mémoriser et à reproduire, de l'allure statistique de son spectre de fréquence ainsi que de la tendance des bandes à se saturer plus vite aux fréquences élevées. C'est là qu'apparaissent les différences entre les divers standards. Si l'un préconise une atténuation plus importante des aigus que l'autre à l'enregistrement, ou si le standard américain NAB comporte une accentuation des extrêmes graves qui est ignorée de certains standards européens, on peut aller jusqu'à dire que ceci est dû à une conception différente de... l'esthétique musicale !

Résumons par un tableau les caractéristiques des standards les plus courants :

	9,5	19	38	76
CCIR - H	3180 $\mu$ s 90 $\mu$ s	3180 $\mu$ s 50 $\mu$ s	$\infty$	$\infty$
CCIR - S (IEC)		$\infty$ 70 $\mu$ s	35 $\mu$ s	35 $\mu$ s
ex - ORTF	$\infty$ 90 $\mu$ s	$\infty$ 50 $\mu$ s	$\infty$ 35 $\mu$ s	
NAB	3180 $\mu$ s 90 $\mu$ s	3180 $\mu$ s 50 $\mu$ s	3180 $\mu$ s 50 $\mu$ s	—
AES	—	—	—	$\infty$ 17,5 $\mu$ s

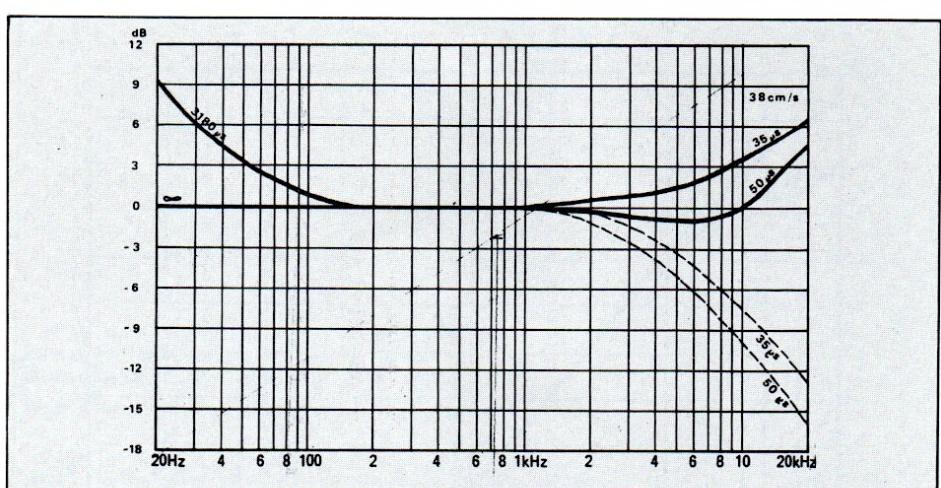


Figure 11

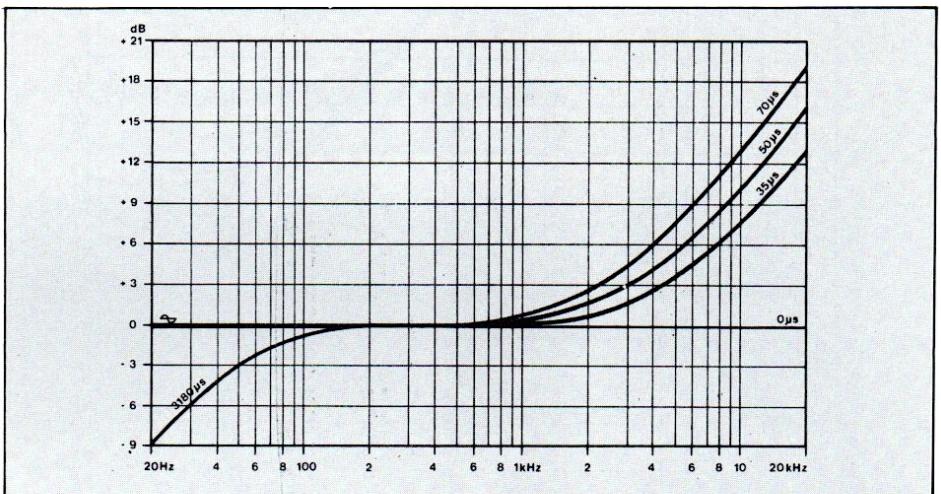


Figure 12

Observons les caractéristiques théoriques d'enregistrement correspondantes (fig. 10).

Ces courbes théoriques sont combinées aux courbes de préaccentuation des aiguës nécessitées par la technologie des têtes pour donner les corrections réellement mises en place dans l'amplificateur d'en-

registrement. La figure 11 en donne un exemple :

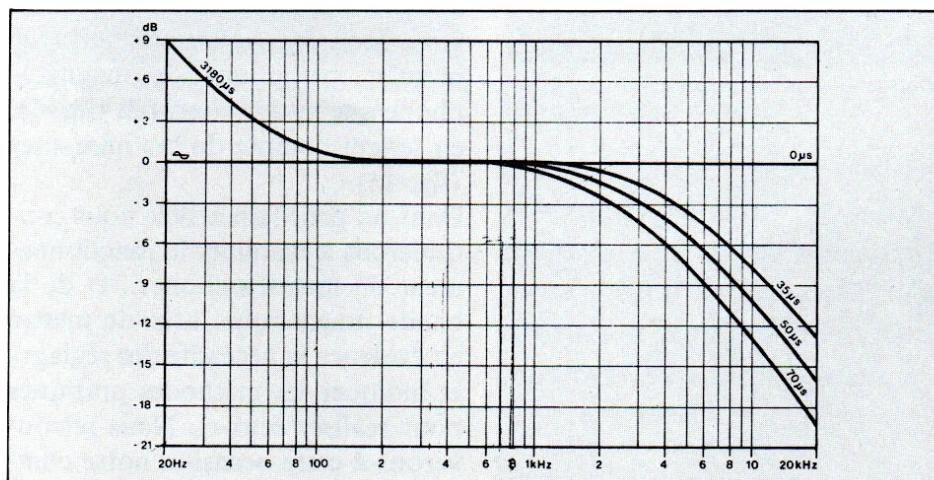
La figure 12 montre les corrections de lecture théoriques compensant les caractéristiques d'enregistrement.

Les courbes de corrections de lecture réelles tiennent compte des divers paramètres évoqués précédemment. En particulier, les diverses compensations de perte d'aigus, différentes pour chaque vitesse, viennent se superposer aux corrections dues aux standards (Fig. 13).

### Compatibilité des standards

Ouvrons ici une parenthèse pour examiner ce qui se passe si nous lisons une bande enregistrée suivant un certain standard sur une machine réglée pour un autre standard.

Figure 10



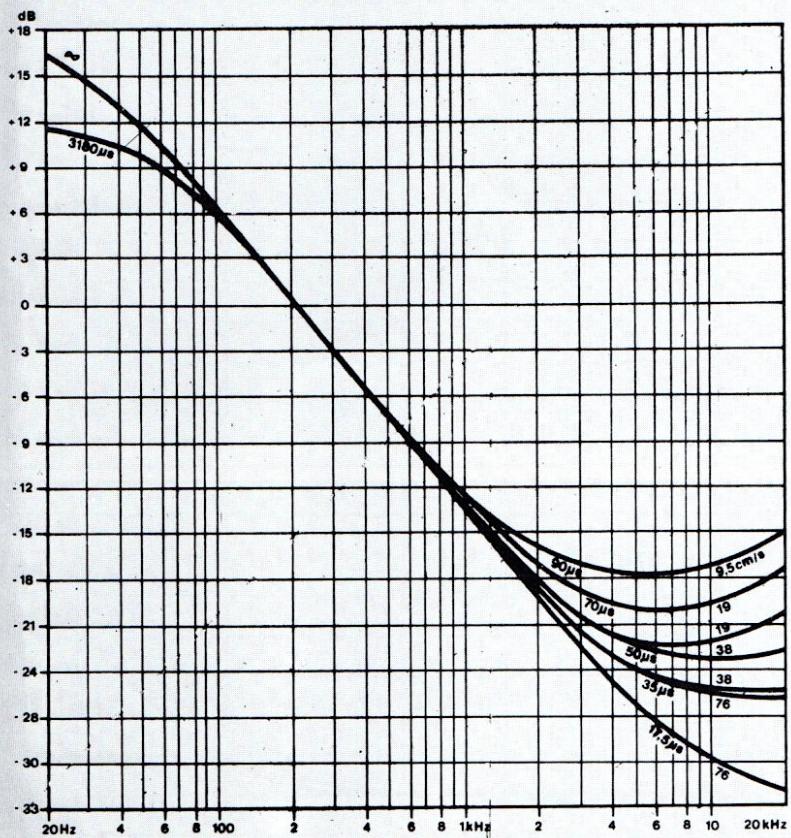


Figure 13

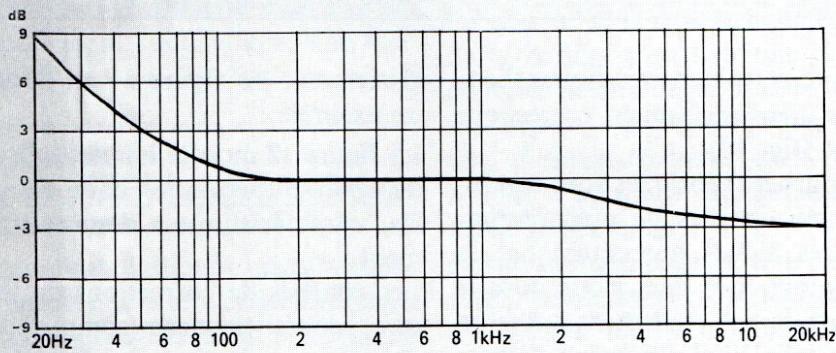


Figure 14

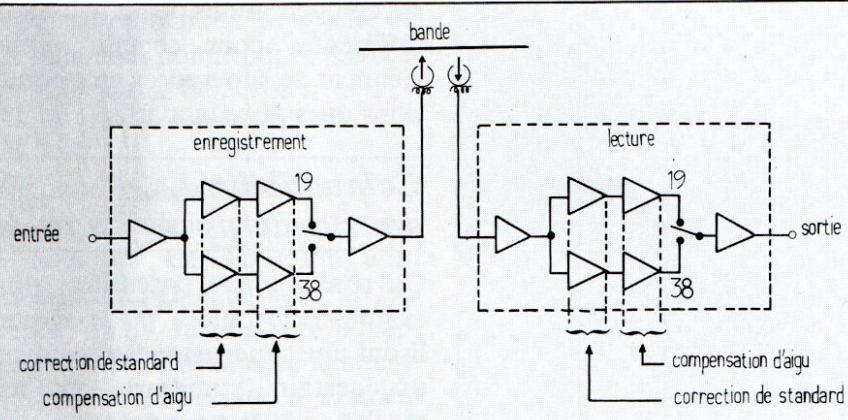


Figure 15

Imaginons une bande 38 cm/s NAB reliée sur une machine CCIR. Nous pouvons déterminer très facilement, point par point, la distorsion de fréquence introduite (Fig. 14) : En terme de musicien, nous affublons l'extrême grave d'une remontée guère sensible à l'oreille sauf sur un pédalier d'orgue si les enceintes le permettent, et nous modifions la couleur de certains instruments.

Pour l'électronicien, c'est clair, nous sortons du gabarit de bande passante.

Les conséquences ne sont pas les mêmes selon qu'il s'agit de faire une copie d'une bande master, de sonoriser un audio-visuel ou de passer un reportage sur une antenne, et seul l'utilisateur est en mesure d'estimer dans quelles conditions il peut tolérer la distorsion introduite.

### *Les corrections*

Pour générer une bande conforme aux standards d'une part et restituer d'autre part une modulation conforme à celle qui avait été appliquée à l'entrée du magnétophone, celui-ci est donc pourvu de correcteurs séparés dans ses circuits d'enregistrement et ses circuits de lecture.

Nous avons vu que certaines de ces corrections sont à modifier en fonction du standard d'enregistrement choisi, d'autres en fonction de l'usure des têtes. Par ailleurs, elles varient avec la vitesse. Nous pouvons donc compléter maintenant le premier synoptique de magnétophone que nous avions fait (fig. 1), en tenant compte de ces nécessités (fig. 15).

Dans un prochain article nous continuerons à examiner le fonctionnement du magnétophone... et de la bande magnétique, afin de mettre en évidence la nécessité des réglages et indiquer les méthodes pratiques pour réaliser ceux-ci. Nous retrouverons à cette occasion notre compensation d'aigus.