

# dB

JUIN 2012

**1ère PARTIE**

VU .... dBFS

Bernard Lagnel

Ingénieur du son

Département Production en Studios

Radio France

## QUELQUES RAPPELS:

- ✓ La sensation sonore (d'intensité en dB ou fréquentiel en Hz) varie comme le **logarithme** de l'excitation.
- ✓ Le **dB** est un rapport sans dimension (rapport de puissance mais aussi rapport de tension ou d'intensité sonore...).
- ✓ Le dB adopte l'échelle logarithmique.
- ✓ La plus petite variation de niveau perçue  $\approx$  **0,5 dB**.
- ✓ Temporellement, il faut  $\approx$  **200 ms** pour estimer l'allure des variations de la modulation et « pour tenir son niveau !! ».
- ✓ **0 dBu** est le niveau d'une tension sinusoïdale (**1 KHz**) de **valeur efficace (RMS) = 0,775 V**.
- ✓ **Valeur efficace (RMS)**: une tension sinus produit la même puissance dans une résistance, qu'une tension continue.

## RÈGLES:

✓ **Pour une Sinusoïde de 1 KHz (avec  $V_{max} = 1$ ):**

- Valeur MOYenne =  $20 \cdot \log ((2/\pi) \cdot V_{max})$
- Valeur RMS =  $20 \cdot \log ((1/\sqrt{2}) \cdot V_{max})$
- Valeur CRÊTE =  $20 \cdot \log (V_{max})$

$V_{MOY} = -3,9 \text{ dB}$  ;  $V_{RMS} = -3 \text{ dB}$  ;  $V_{CRÊTE} = 0 \text{ dB}$ .



**$V_{MOY}$  (à  $+0,9 \text{ dB}$ ) =  $V_{RMS}$  affichée =  $V_{CRÊTE}$  (à  $-3 \text{ dB}$ )**

En régime établi de l'onde sinusoïdale (**1 KHz**), tous les appareils analogiques: VU-mètre, QPPM, Voltmètre ... affichent le niveau efficace RMS (moyenne quadratique), quel que soit le traitement temporel de ces appareils.

✓ **Pour tout autre type de signal: « une modulation »**

Le terme de **niveau efficace (RMS)** n'a aucun sens pour un signal modulé. On démontre que le rapport:

[  $V_{RMS}$  en Volt /  $V_{MOY}$  en Volt  $\approx 1,24$  ] est constant.

$20 \cdot \log (1,24) = +1,9 \text{ dB}$ .



**$V_{MOY}$  (à  $+1,9 \text{ dB}$ ) =  $V_{RMS}$  =  $V_{CRÊTE}$  (à  $-20 \cdot \log FCa^*$ )**

( $FCa^*$  = Facteur de Crête analogique).

## DOMAINE ANALOGIQUE

- 1 Le **VU-mètre** « Volume Unit » introduit aux USA dans les années 1930. Son système de redressement donne la valeur moyenne (cadran gradué de -20 dB à +3 dB).

Ses caractéristiques balistiques sont liées aux phénomènes physiologiques temporels de l'audition:

- temps de montée de 300 ms pour 99% de déviation (**200 ms pour -2 dB affiché**).
- temps de descente de 300 ms pour -20 dB affiché (pas de temps de maintien).

Comme il est étalonné pour indiquer la valeur **RMS** d'un signal sinusoïdal, il indique la **Valeur MOYenne** sur tout autre signal (une modulation), augmentée de 0,9 dB.

**À Radio France, 0 VU = +4 dBu.**

2 Le **QPPM** « **Q**uasi **P**eak **P**rogramme **M**eter » est introduit en Europe vers 1935 en radio comme indicateur de crête. L'écrêtage a entraîné la fabrication du **crête-mètre "type DIN"** plus complexe que le vu-mètre, (gradué de -50 dB à +5 dB).

- Caractéristique balistique pour le temps de montée:
  - 10 ms pour -1 dB affiché; **5 ms pour -2 dB affiché**;
  - 3 ms pour -4 dB affiché; 0,4 ms pour -15 dB affiché.
- Caractéristique balistique pour le temps de descente:
  - 1,5 s pour 20 dB; 2,5 s pour 40 dB (pas de maintien).

Comme il est étalonné pour indiquer la valeur efficace RMS d'un signal (1 KHz) sinus, **le QPPM indique la valeur quasi-crête** sur tout autre signal (une modulation), diminuée de 3 dB.

**À Radio France: 0 QPPM = +12 dBu** correspond au **niveau nominal de travail** (niveau pour lequel les **crêtes** d'une modulation doivent atteindre **0 QPPM**, en évitant de dépasser cette valeur cible).

**3** Le **Modulomètre** est introduit en 1971 avec le *Nagra IV S*.

C'est un **crête-mètre** (temps de montée **7,5 ms pour -2 dB affiché**) pratiquement identique au QPPM. Son **temps de maintien de  $\approx 130$  ms** lui permet une meilleure visualisation des crêtes en reportage (temps de descente = **QPPM**). Son cadran est gradué de -40 dB à +5 dB (repaire: **max = +4 dB**).

**0 modulomètre = 510 nWb/m** (flux sur la bande magnétique avec une distorsion de 4 dB inférieure aux **A80 STUDER !!**).

Comme il est étalonné pour indiquer la valeur efficace RMS d'un signal (1 KHz) sinusoïdal, **il indique la valeur quasi-crête** sur tout autre signal (une modulation), diminuée de 3 dB.

**À Radio France: 0 Modulomètre = +12 dBu** correspond au **niveau nominal de travail** (niveau pour lequel les **crêtes** d'une modulation doivent atteindre **0 modulomètre**, avec une sécurité de 4 dB due aux performances des *Nagra IV S*).

## CARACTÉRISTIQUES DYNAMIQUES POUR DIFFÉRENTS TYPES DE TRAITEMENTS: VU-MÈTRE, QPPM ET MODULOMÈTRE NAGRA.

### À Radio France:

➤ INPUT à 0 VU:

1.228 Volt = +4 dBu

➤ INPUT à 0 QPPM

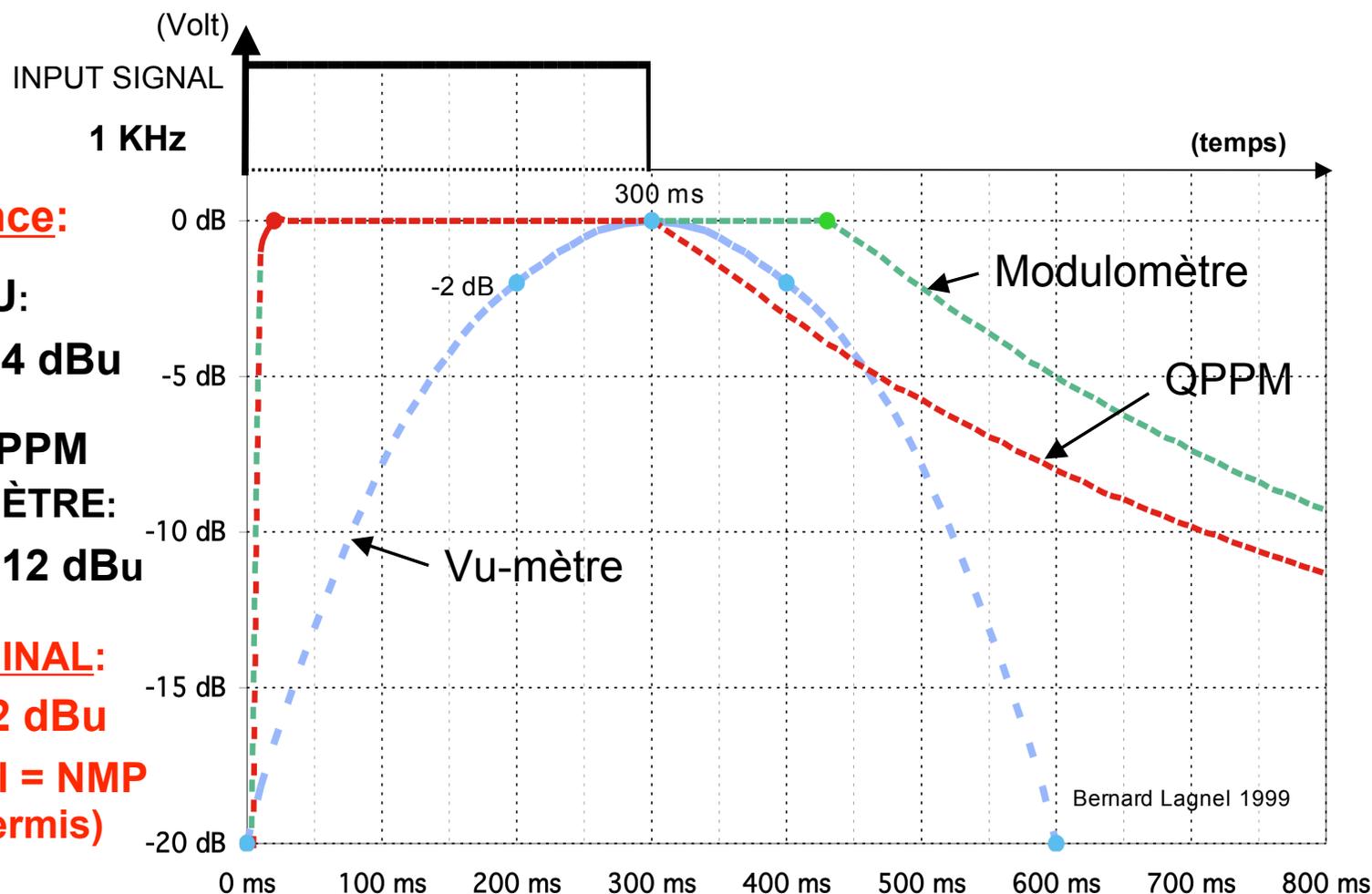
et 0 MODULOMÈTRE:

3.084 Volt = +12 dBu

➤ NIVEAU NOMINAL:

0 QPPM = +12 dBu

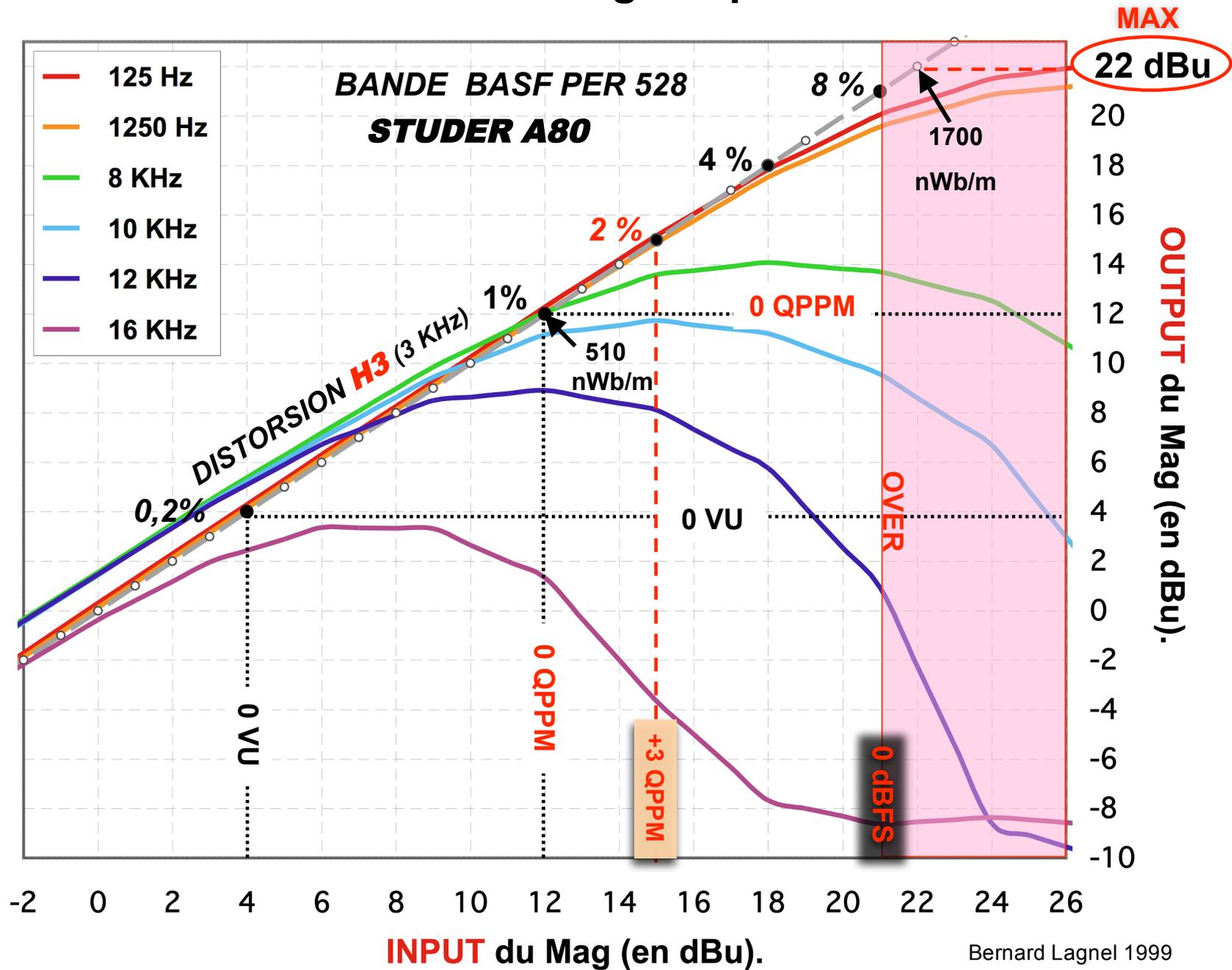
Niveau Nominal = NMP  
(Niveau Max Permis)



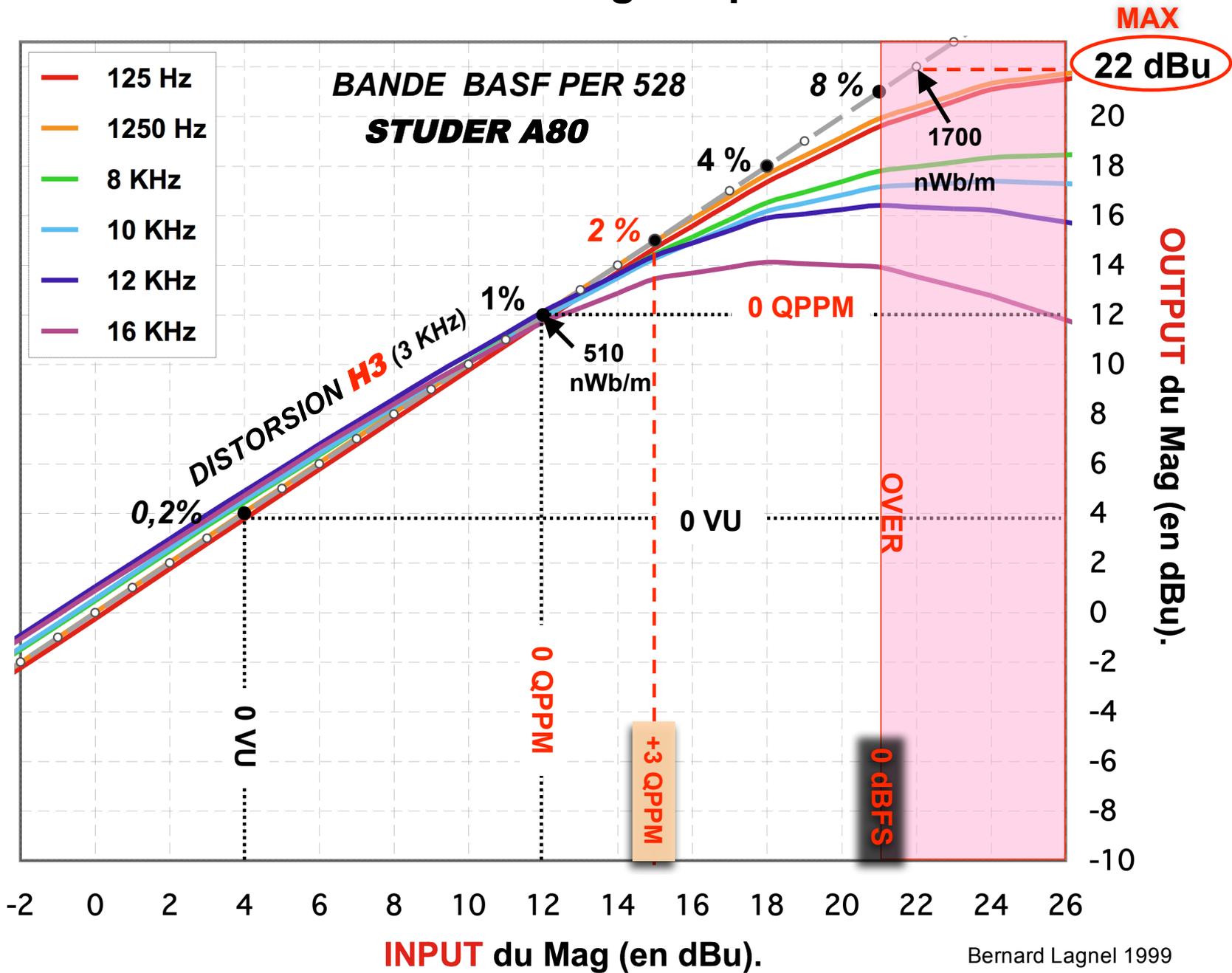
### Note:

La compensation de 8 dB (entre le 0 VU et le 0 QPPM) est un bon compromis entre la distorsion max de  $\approx 2\%$  (+15 dBu = +3 QPPM) sur les crêtes du signal et le “souffle de bande” pour les niveaux moyens et bas (le rapport signal / bruit  $\approx 55$  dB en 19 cm/s et  $\approx 60$  dB en 38 cm/s, avec la bande **BASF PER 528**).

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



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



## **FACTEUR DE CRÊTE analogique: FCa**

$$\text{FCa} = \frac{\text{Valeur Crête réelle (en Volt)}}{\text{Valeur Efficace RMS (en Volt)}}$$

**Note:** Valeur Efficace RMS (en dB) = Valeur VU (en dB) + 1 dB  
(sauf pour 1 KHz sinus où RMS = VU)

$$\text{fCa (en dB)} = 20 \cdot \log (\text{FCa})$$

*Exemple:* FCa = 3,1 on a fCa (en dB) = 10 dB

$$\text{fCa (en dB)} = (\text{QPPM en dB} + 3 \text{ dB}) - (\text{VU en dB} + 1 \text{ dB})$$

### **VALEURS TIRÉES DE DOCUMENTS AES:**

- MUSIQUE DE VARIÉTÉS AVEC FORTE COMPRESSION

$$\text{FCa} = 2,5 \text{ à } 3,15 \quad (\text{fCa} = 8 \text{ à } 10 \text{ dB})$$

- MUSIQUE DE CHAMBRE

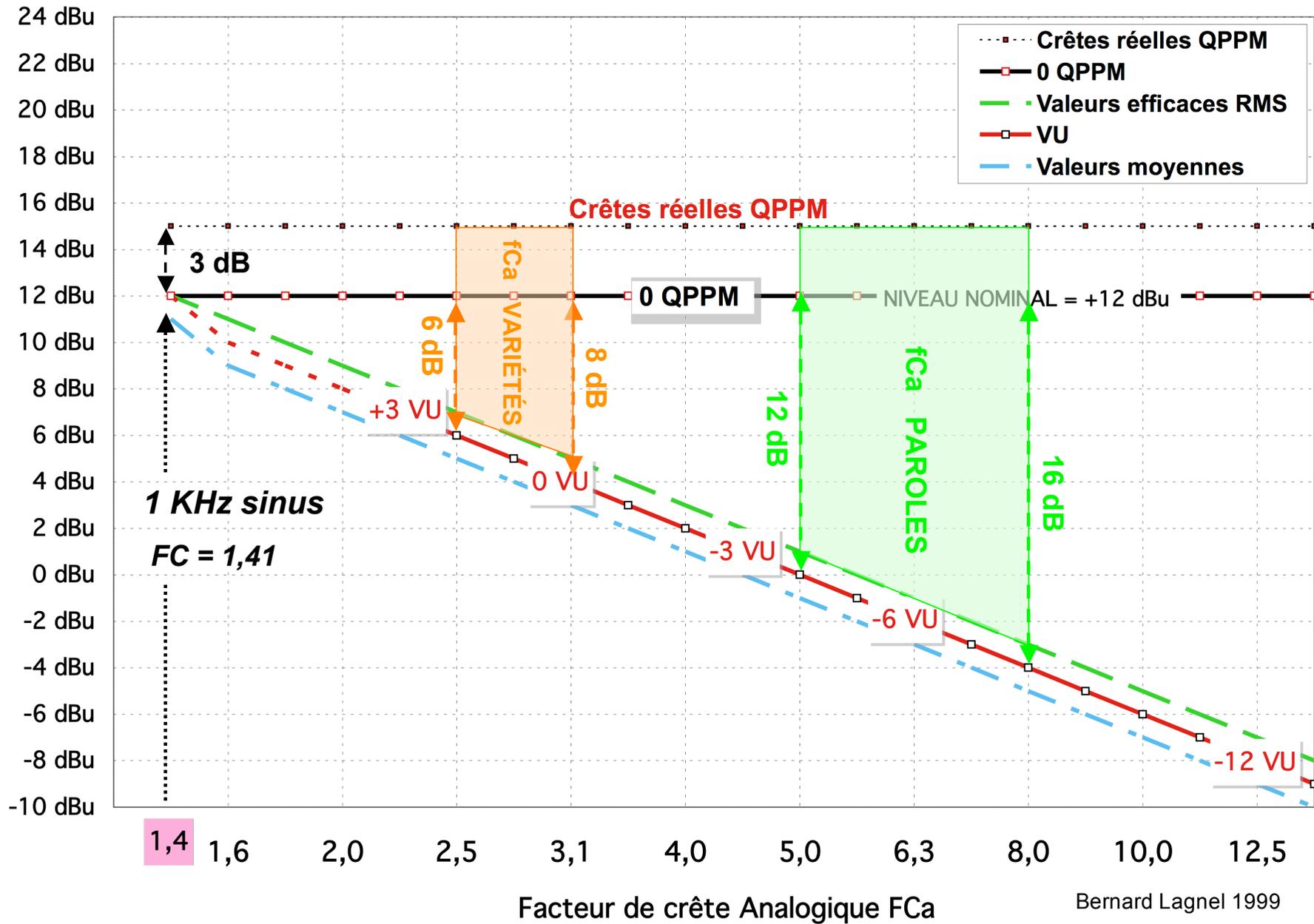
$$\text{FCa} = 3,5 \text{ à } 5,6 \quad (\text{fCa} = 11 \text{ à } 15 \text{ dB})$$

- PAROLES

$$\text{FCa} = 5 \text{ à } 8 \quad (\text{fCa} = 14 \text{ à } 18 \text{ dB})$$

**Réf:** *Le livre des techniques du son (tome 2) J. Van Den Driessche.*

# Facteur de Crête Analogique **FCa** , pour le niveau nominal constant de 0 QPPM.



# DOMAINE NUMÉRIQUE

- L'indicateur numérique instantané FS:

La pertinence du QPPM repose sur le fait que les saturations inférieures à 10 ms sont "Quasi" inaudibles.

L'indicateur numérique **FS** (Full Scale) apparu dans les années 1980 **analyse l'échantillon** ( $\approx 20 \mu\text{s}$ ), pour éviter une distorsion brutale et absolue à l'enregistrement (passage du 111..1 au 000..0, défaut disparu aujourd'hui).

**critik !!**

Son échelle est graduée en **dBFS**, avec un marquage négatif de 0 à -60 dBFS (**OVER** au delà de 0 dBFS).

**0 dBFS** = le niveau maximum des **crêtes** d'une modulation, qui **seules** sont codées sur 16 ou 24 bits.

La meilleure résolution implique la proximité avec le **0 dBFS** (surtout en 16 bits), sans jamais le dépasser !!

**EN NUMÉRIQUE POUR UNE FRÉQUENCE DE 48 KHz:**

**Valeur affichée en dBFS = Valeur crête réelle**

## DOMAINE NUMÉRIQUE suite

Un signal **numérique** est relié à une grandeur physique, dès lors qu'il est converti en analogique (en **dBu** ou **Volt**):

$$0 \text{ dBFS} = +21 \text{ dBu.}$$

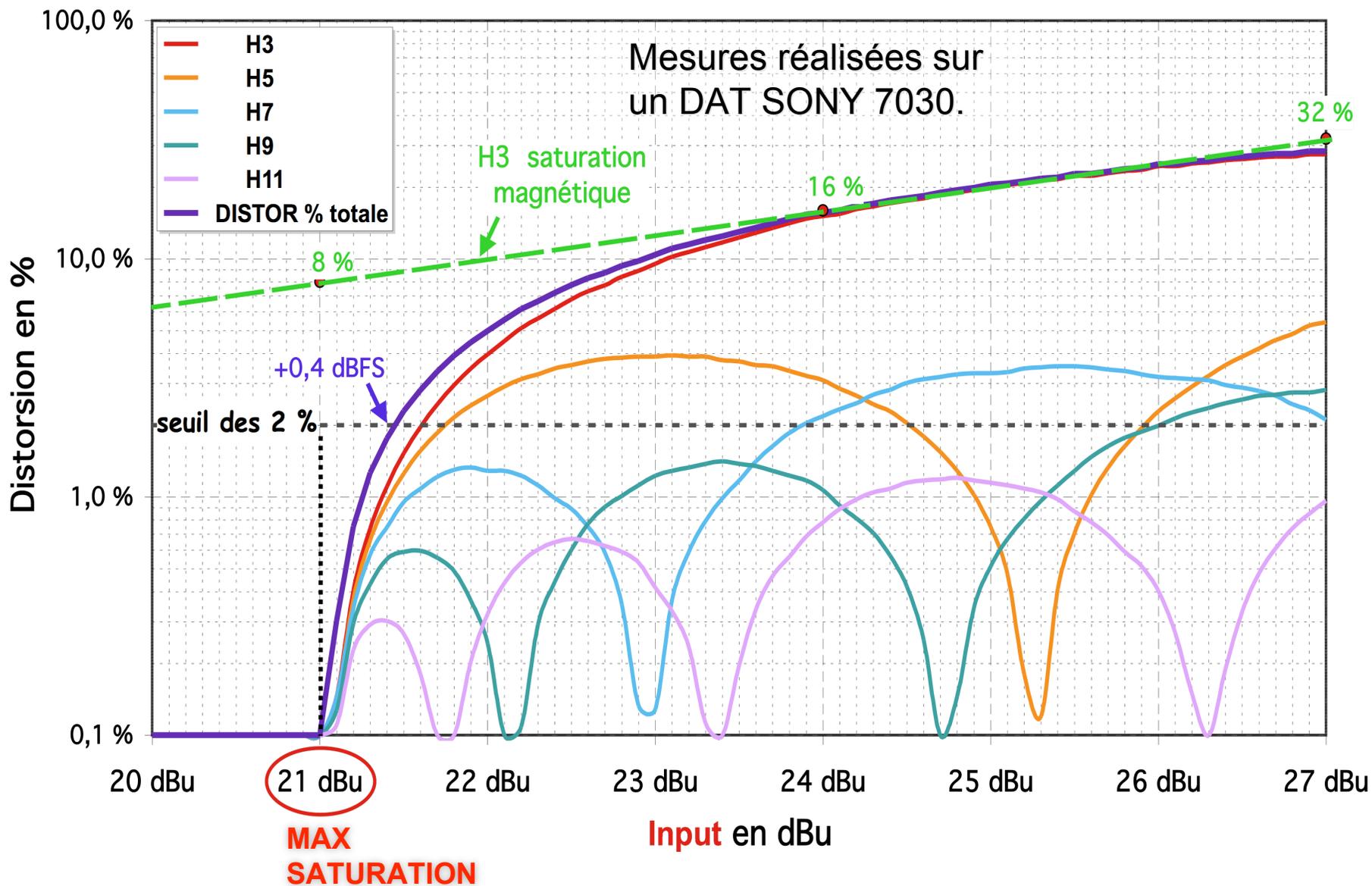
**Niveau d'Alignement à Radio France (1 KHz sinus):**

$$\underline{-18 \text{ dBFS}} = -1 \text{ VU} \quad \text{ou} \quad \underline{-18 \text{ dBFS}} = -9 \text{ QPPM}$$

Un signal numérique est caractérisé par sa fréquence d'échantillonnage **48 KHz (à Radio France)** et par sa quantification **16** ou **24 bits** ( $1 \text{ bit} = 6 \text{ dB} \Rightarrow 16 \text{ bits} = 96 \text{ dB}$ ).  
Le bruit de quantification + le dither  $\approx -90 \text{ dBFS}$  en **16 bits**.

Contrairement à l'analogique, plus le niveau baisse et plus la distorsion augmente (erreur de quantification des bits de poids faibles). **La saturation numérique  $\geq 0 \text{ dBFS}$**  provoque de la distorsion harmonique comparable à celle d'un **signal carré** (H3, H5, H7... très agressives à l'oreille).

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



## **FACTEUR DE CRÊTE digital: FCd**

$$\text{FCd} = \frac{\text{Valeur Crête réelle (en Volt)}}{\text{Valeur Efficace RMS (en Volt)}}$$

**Note:** Valeur Efficace RMS (en dB) = Valeur VU + 1 dB  
(sauf pour le 1 KHz sinus où RMS = VU)

$$f\text{Cd (en dB)} = 20 \cdot \log (\text{FCd})$$

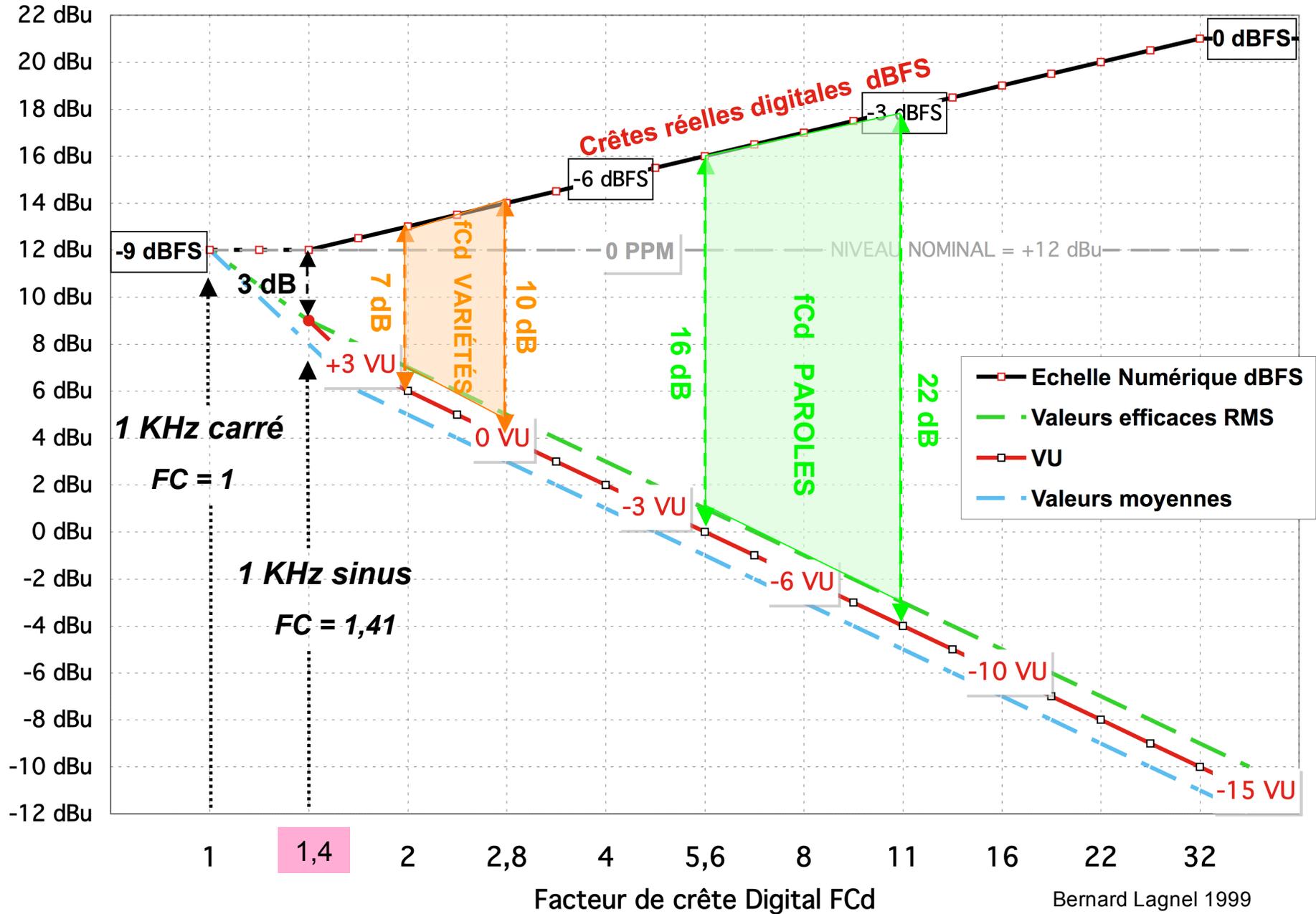
Exemples: FCd = 2,8 on a fCd (en dB) = 9 dB  
ou encore FCd = 8 on a fCd (en dB) = 18 dB

$$f\text{Cd (en dB)} = (\text{dBFS en dB}) - (\text{VU en dB} + 1 \text{ dB})$$

 FCd = SUITE GÉOMÉTRIQUE DE RAISON ( $r = \sqrt{2}$ )  
DIAPHAGME DES OBJECTIFS PHOTOS !!

*f/1, f/1,4, f/2, f/2,8, f/4, f/5,6, f/8, f/11, f/16, f/22...*

# Facteur de Crête Digitale **FCd** (dBFS), pour un niveau Nominal constant de 0 QPPM.



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

Alignement des niveaux à Radio France (1KHz) pour la production <b>DPS</b>									DISTORSION	DISTORSION CONSOLE	Enregistrement magnétique PER 528	
Volts	dBu / dBm	dBFS	QPPM	VU	"LUFS"	LU EBU +9	LU EBU +18	dBFS TP	NUMÉRIQUE	ANALOGIQUE	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	0,0
0,006	-42	-63	-54	/	-63	/	/	-63	0,0	0,0	1	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

1 SOUFFLE  
19 cm/s