

RECOMMANDATION UIT-R BT.1120-1

**INTERFACES NUMÉRIQUES POUR LES SIGNAUX DE TVHD
EN STUDIO 1125/60/2:1 ET 1250/50/2:1**

(Question UIT-R 65/11)

(1994-1998)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que des normes de production en studio ont été mises au point pour la TVHD dans le cadre de la Recommandation UIT-R BT.709;
- b) que la Recommandation UIT-R BT.1200 spécifie la description d'un système souple fondé sur le transport de valeurs de paramètres déclarables;
- c) qu'il existe des spécifications du signal pour les systèmes de TVHD en studio, à 1125 lignes, fréquence de trame 60 Hz, entrelacement 2:1 et à 1250 lignes, fréquence de trame 50 Hz, entrelacement 2:1, fondées sur les Recommandations précitées;
- d) que toute une gamme d'appareils conformes aux systèmes ci-dessus a été mise au point et est disponible sur le marché, y compris ceux qui sont nécessaires aux chaînes de radiodiffusion et aux applications industrielles;
- e) que de nombreux programmes sont produits selon les deux systèmes au moyen des appareils ci-dessus et que le développement de la radiodiffusion et d'autres services exige de plus en plus d'installations de production de TVHD;
- f) qu'il est éminemment souhaitable de recourir à la technologie et aux interconnexions numériques pour arriver au niveau de qualité qu'exige la TVHD et s'y maintenir;
- g) qu'il est nettement avantageux d'établir des spécifications d'interface pour les installations de production de TVHD,

recommande

- 1 d'utiliser les spécifications exposées dans la présente Recommandation comme normes de base concernant le codage numérique ainsi que les interfaces parallèles et série pour les signaux 1125/60 et 1250/50 en studio.

1 Représentation numérique**1.1 Caractéristiques de codage**

Les signaux à numériser doivent satisfaire aux caractéristiques que décrit la Recommandation UIT-R BT.709.

1.2 Construction des signaux numériques

On peut obtenir une représentation numérique de R , G , B , Y , C_R et C_B au moyen des formules indiquées ci-après. Il reste à étudier la conversion entre données obtenues avec quantification à 8 et à 10 bits

$$\begin{aligned}
 R_d &= [\text{Int} \{ (219 \times D) \times E'_R + (16 \times D) + 0,5 \}] / D \\
 G_d &= [\text{Int} \{ (219 \times D) \times E'_G + (16 \times D) + 0,5 \}] / D \\
 B_d &= [\text{Int} \{ (219 \times D) \times E'_B + (16 \times D) + 0,5 \}] / D \\
 Y_d &= [\text{Int} \{ (219 \times D) \times E'_Y + (16 \times D) + 0,5 \}] / D \\
 C_{Rd} &= [\text{Int} \{ (224 \times D) \times E'_{CR} + (128 \times D) + 0,5 \}] / D \\
 C_{Bd} &= [\text{Int} \{ (224 \times D) \times E'_{CB} + (128 \times D) + 0,5 \}] / D
 \end{aligned}$$

où D vaut soit 1 soit 4 pour la quantification à 8 ou à 10 bits respectivement; E'_G , E'_B , E'_R et E'_Y désignent les signaux analogiques R , G , B et de luminance qui ont été normalisés en vue de couvrir l'intervalle 0,0 à 1,0; quant à E'_{CR} et E'_{CB} , ils désignent les signaux analogiques de différence de couleur qui ont été normalisés en vue de couvrir l'intervalle -0,5 à +0,5.

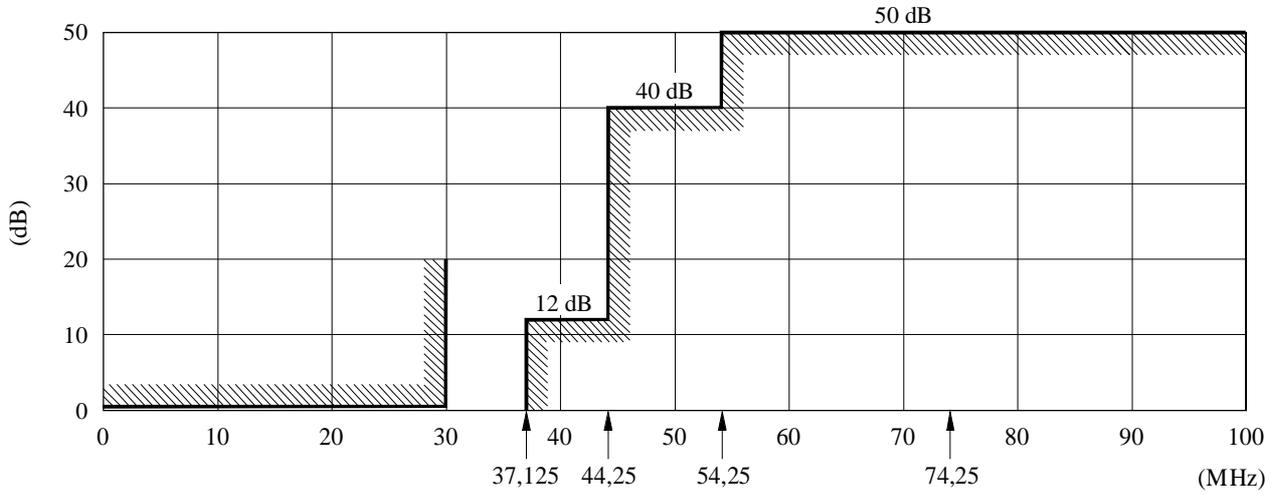
TABLEAU 1

Caractéristiques de codage numérique

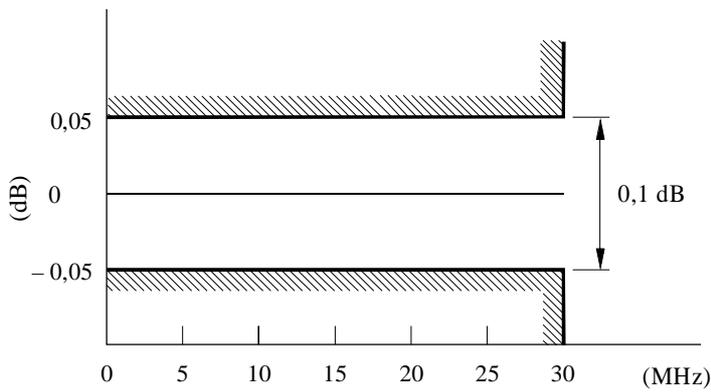
Point	Paramètre	Valeur		
		1125/60		1250/50
1	Signaux codés Y, C_R, C_B ou R, G, B	Ces signaux sont obtenus à partir des signaux précorrégés en gamma, à savoir: $E\dot{Y}, E\dot{R} - E\dot{Y}, E\dot{B} - E\dot{Y}$ ou $E\dot{R}, E\dot{G}, E\dot{B}$ ⁽¹⁾		
2	Grille d'échantillonnage – R, G, B, Y	Orthogonal, se répétant en ligne et en image		
3	Signal de grille d'échantillonnage – C_R, C_B	Orthogonal, se répétant en ligne et en image, en coïncidence l'un avec l'autre et avec un échantillon de luminance Y sur deux. Les premiers échantillons de différence de couleur actifs coïncident avec le premier échantillon Y actif.		
4	Nombre de lignes actives	1035	1080	1152
5	Fréquence d'échantillonnage ²⁾ – R, G, B, Y	74,25 MHz $\pm 10 \times 10^{-6}$	74,25 MHz ou 74,25/ 1,001 MHz \pm 10×10^{-6}	72 MHz $\pm 0,1 \times 10^{-6}$ 54 MHz $\pm 0,1 \times 10^{-6}$
6	Fréquence d'échantillonnage ²⁾ – C_R, C_B	La moitié de la fréquence d'échantillonnage de la luminance		
7	Nombre d'échantillons par ligne – R, G, B, Y – C_R, C_B	2200 1100	2304 1152	1728 864
8	Nombre d'échantillons actifs par ligne – R, G, B, Y – C_R, C_B	1920 960		1440 720
9	Position des premiers instants d'échantillonnage actif Y, C_R, C_B par rapport à la référence de synchronisation temporelle analogique O_H ⁽⁶⁾ (voir la Fig. 5)	192 T	256 T	192 T
10	Format de codage	MIC à quantification uniforme pour chacune des composantes vidéo 8 ou 10 bits par échantillon		8 ou 10 bits par échantillon 10 bits de préférence
11	Attribution des niveaux de quantification ³⁾ – Données vidéo – Références temporelles	1,00 à 254,75 0,00 et 255,75		
12	Niveaux de quantification ⁴⁾ – Niveau du noir R, G, B, Y – Niveau achromatique C_R, C_B – Crête nominale R, G, B, Y C_R, C_B	16,00 128,00 235,00 16,00 et 240,00		
13	Caractéristiques du filtre ⁵⁾ – R, G, B, Y – C_R, C_B	Voir la Fig. 1 Voir la Fig. 2		Voir la Fig. 3 Voir la Fig. 4

- 1) On suppose que les valeurs de $E\dot{R} - E\dot{Y}$ et de $E\dot{B} - E\dot{Y}$ ont été "renormalisées".
- 2) L'horloge d'échantillonnage doit être verrouillée sur la fréquence de ligne.
- 3) Pour éviter toute confusion lorsqu'on utilise à la fois les systèmes à 8 et à 10 bits, les deux bits de plus faible poids du système à 10 bits sont lus sous forme de bits fractionnaires. Dans le système à 8 bits, l'échelle de quantification va de 0 à 255 par échelons d'une unité et dans un système à 10 bits, elle va de 0,00 à 255,75 par échelon de 0,25.
- 4) Ces niveaux se rapportent à des niveaux vidéo nominaux précis. En raison du traitement du signal, il se peut que les niveaux du signal sortent des limites.
- 5) En 1125/60, ces caractéristiques sont suggérées pour la conception des filtres. En 1250/50, les gabarits spécifiés facilitent la mise en œuvre de filtres réalisables.
- 6) T désigne la période d'horloge: pour le système 1125/60, sa valeur est 13,468 ns avec une fréquence d'échantillonnage de 74,25 MHz et 13,481 ns avec une fréquence d'échantillonnage de 74,25/1,001 MHz. Pour le système 1250/50, les valeurs sont 13,889 ns avec une fréquence d'échantillonnage de 72 MHz et 18,519 ns avec une fréquence d'échantillonnage de 54 MHz.

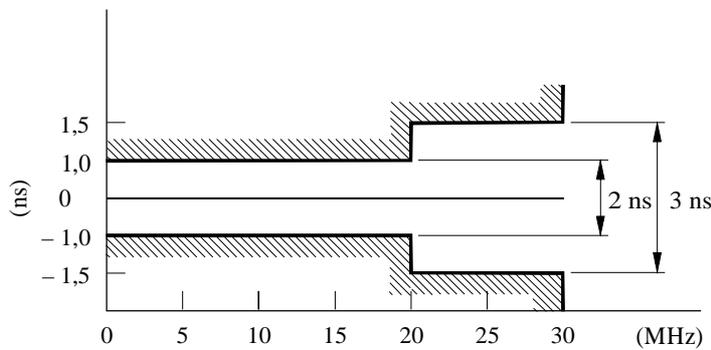
FIGURE 1
Spécification d'un filtre pour signal de luminance ou pour signal RGB en 1125/60



a) Gabarit pour la caractéristique affaiblissement d'insertion/fréquence



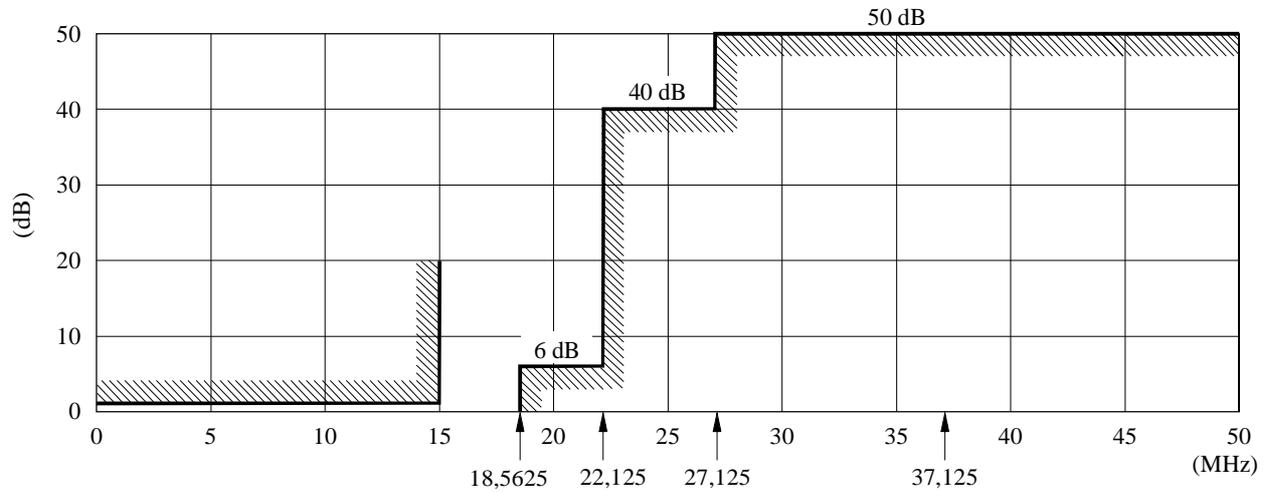
b) Tolérance d'ondulation dans la bande passante



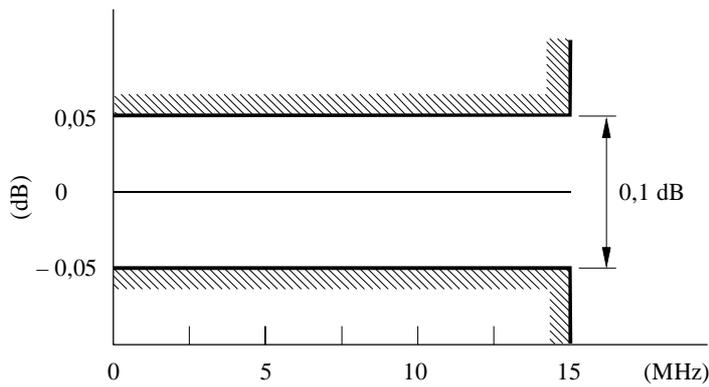
c) Tolérance de temps de propagation de groupe dans la bande passante

Note 1 – L'ondulation et le temps de propagation de groupe sont spécifiés par rapport à leurs valeurs à 100 kHz.

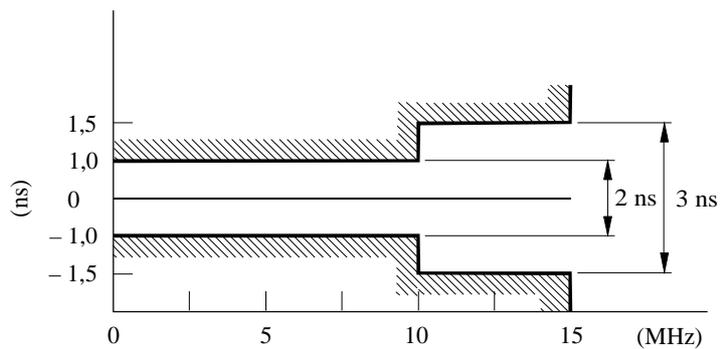
FIGURE 2
Spécification d'un filtre pour signal de différence de couleur en 1125/60



a) Gabarit pour la caractéristique affaiblissement d'insertion/fréquence



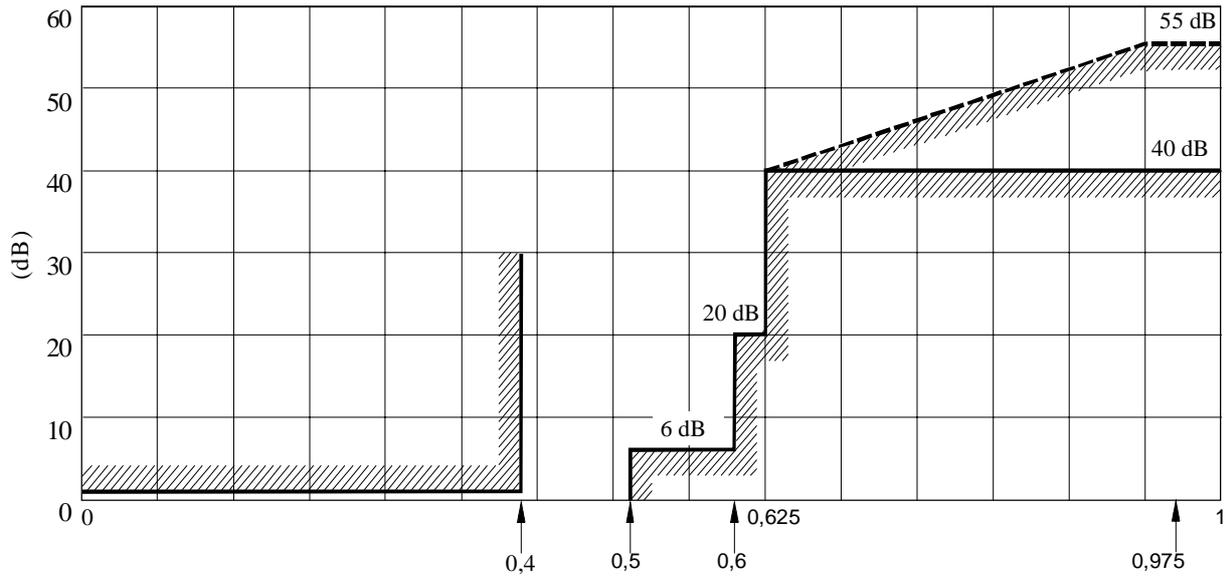
b) Tolérance d'ondulation dans la bande passante



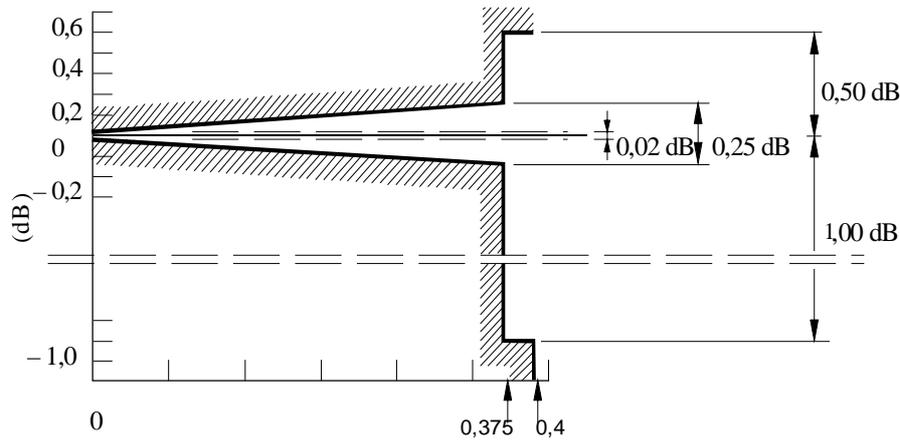
c) Tolérance de temps de propagation de groupe dans la bande passante

Note 1 – L'ondulation et le temps de propagation de groupe sont spécifiés par rapport à leurs valeurs à 100 kHz.

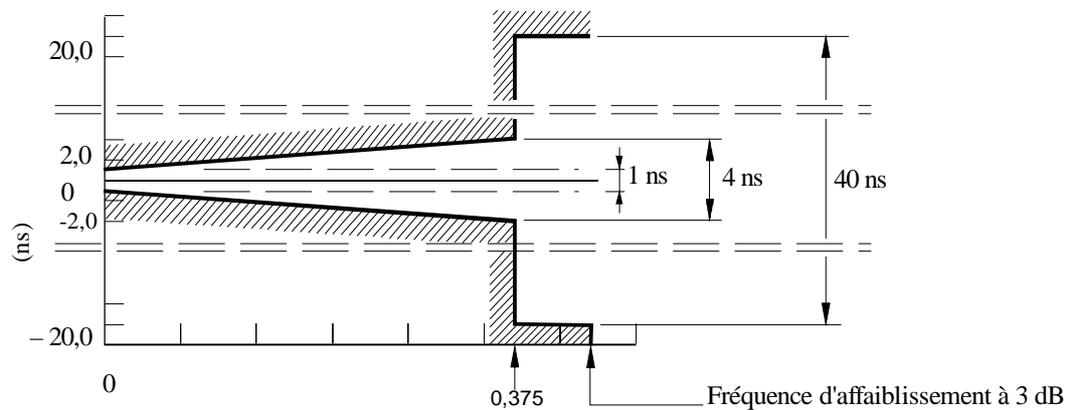
FIGURE 3
Spécification d'un filtre pour signal de luminance ou pour signal RGB en 1250/50



a) Gabarit pour la caractéristique affaiblissement d'insertion/fréquence



b) Tolérance d'ondulation dans la bande passante



c) Tolérance de temps de propagation de groupe dans la bande passante

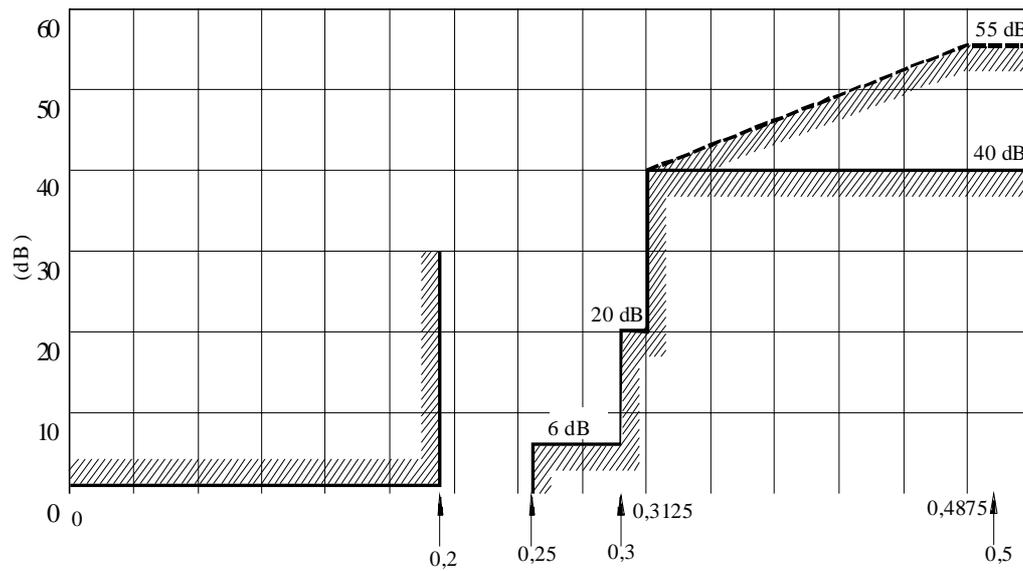
Note 1 – Les chiffres en abscisse sont indiqués par rapport à la fréquence d'échantillonnage f_s : (voir le point 5 du Tableau 1).

Note 2 – Pour la mise en oeuvre numérique de la conversion de fréquence d'échantillonnage:

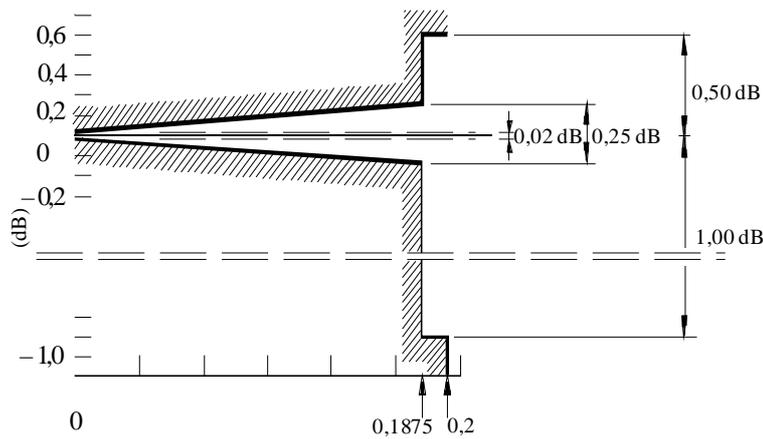
- au-dessus de 0,975 f_s , l'affaiblissement d'insertion doit être d'au moins 55 dB (portion en tirets du gabarit);
- en échelle linéaire, la caractéristique amplitude/fréquence doit être symétrique de part et d'autre du point à mi-amplitude;
- la distorsion de temps de propagation de groupe doit être nulle par conception.

Note 3 – L'ondulation et le temps de propagation de groupe sont spécifiés par rapport à leurs valeurs à 5 kHz.

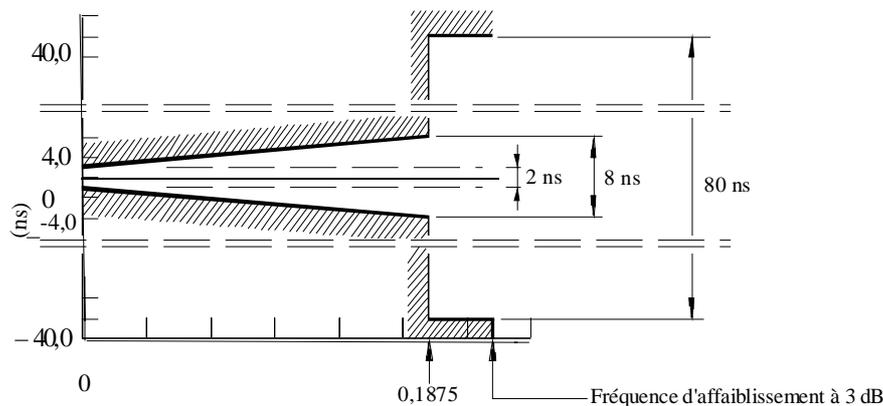
FIGURE 4
Spécification d'un filtre pour signal de différence de couleur en 1250/50



a) Gabarit pour la caractéristique affaiblissement d'insertion/fréquence



b) Tolérance d'ondulation dans la bande passante



c) Tolérance de temps de propagation de groupe dans la bande passante

Note 1 – Les chiffres en abscisse sont indiqués par rapport à la fréquence d'échantillonnage de la luminance f_s : (voir le point 5 du Tableau 1).

Note 2 – Pour la mise en oeuvre numérique de la conversion de fréquence d'échantillonnage:

- au-dessus de $0,4875 f_s$, l'affaiblissement d'insertion doit être d'au moins 55 dB (portion en tirets du gabarit);
- en échelle linéaire, la caractéristique amplitude/fréquence doit être symétrique de part et d'autre du point à mi-amplitude;
- la distorsion de temps de propagation de groupe doit être nulle par conception.

D04

Note 3 – L'ondulation et le temps de propagation de groupe sont spécifiés par rapport à leurs valeurs à 5 kHz.

2 Interface numérique

L'interface assure une interconnexion unidirectionnelle entre un seul dispositif source et une seule destination. Les signaux de données se présentent sous forme d'informations binaires et sont codés en conséquence:

- données vidéo (mots de 8 ou de 10 bits en 1125/60 ou 1250/50);
- référence temporelle et codes d'identification (mots de 8 ou de 10 bits en 1125/60 et uniquement de 10 bits en 1250/50);
- données auxiliaires.

2.1 Données vidéo

Les signaux Y , C_R et C_B sont traités sous forme de mots de 20 bits grâce à un multiplexage temporel des composantes C_R et C_B . Chaque mot de 20 bits correspond à un échantillon de différence de couleur et à un échantillon de luminance. Le multiplex est constitué comme suit:

$$C_{B1} Y_1) (C_{R1} Y_2) (C_{B3} Y_3) (C_{R3} Y_4) \dots$$

où Y_i représente le $i^{\text{ème}}$ échantillon actif d'une ligne et C_{Bi} et C_{Ri} représentent les échantillons de différence de couleur des composantes C_R et C_B coïncidant avec l'échantillon Y_i . A noter que l'indice « i » des échantillons de différence de couleur ne prend que des valeurs impaires en raison de l'échantillonnage à fréquence moitié des signaux de différence de couleur.

Les mots de données qui correspondent aux niveaux numériques 0,00 à 0,75 et 255,00 à 255,75 sont réservés à l'identification des données et ne doivent pas apparaître sous forme de données vidéo.

En 1125/60, les signaux R , G et B sont traités sous forme de mots de 30 bits en plus des mots de 20 bits ci-dessus des signaux Y , C_R et C_B .

2.2 Correspondance temporelle de la vidéo avec le signal analogique

En 1125/60, la ligne numérique occupe 2200 périodes d'horloge. Elle débute à 88 périodes d'horloge avant la transition de référence (O_H) du signal de synchronisation analogique de la ligne correspondante. La ligne numérique active commence à 192 périodes d'horloge après la transition de référence (O_H).

En 1250/50 à la fréquence d'échantillonnage de 72 MHz, la ligne numérique occupe 2304 périodes d'horloge. Elle débute à 128 périodes d'horloge avant la transition de référence (O_H) du signal de synchronisation analogique de la ligne correspondante. La ligne numérique active commence à 256 périodes d'horloge après la transition de référence (O_H).

En 1250/50 à la fréquence d'échantillonnage de 54 MHz, la ligne numérique occupe 1728 périodes d'horloge. Elle débute à 96 périodes d'horloge avant la transition de référence (O_H) du signal de synchronisation analogique de la ligne correspondante. La ligne numérique active commence à 192 périodes d'horloge après la transition de référence (O_H).

Pour les correspondances temporelles détaillées dans l'intervalle de ligne, consulter la Fig. 5 et le Tableau 2.

Le début de la trame numérique est défini par la position spécifiée pour le début de la ligne numérique. Pour les correspondances détaillées dans l'intervalle de trame, consulter la Fig. 6 et le Tableau 3.

2.3 Séquences de référence temporelle vidéo (SAV et EAV)

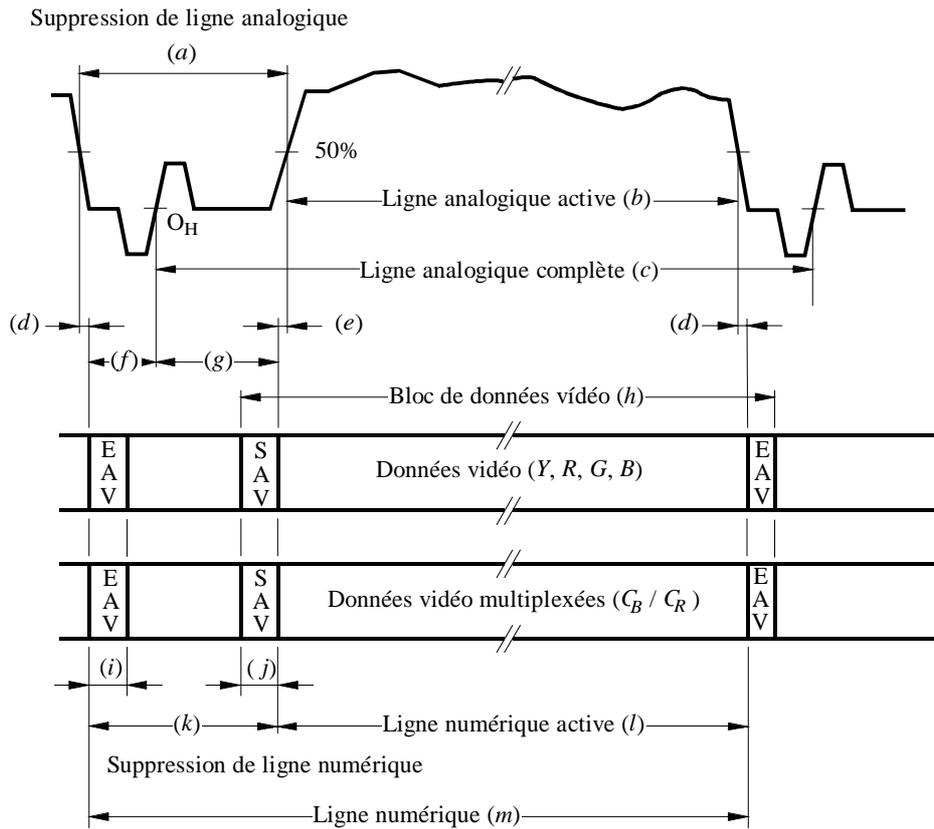
Il existe deux séquences de référence temporelle, l'une au début de chaque bloc de données vidéo (SAV, début de la ligne vidéo active), l'autre à la fin de chaque bloc de données vidéo (EAV, fin de la ligne vidéo active). Ces séquences sont contiguës aux données vidéo et continuent pendant l'intervalle de suppression de trame, comme le montre la Fig. 6.

Chaque séquence se compose d'une suite de quatre mots. Le Tableau 4 explique l'affectation des bits de ces mots. Les trois premiers constituent un préambule fixe et le quatrième contient l'information qui définit l'identification de trame (F), la période de suppression de trame (V) et la période de suppression de ligne (H). En 1125/60, on se sert de 8 bits, du bit 9 au bit 2; à noter qu'en 1250/50, les 10 bits sont tous nécessaires.

Le changement d'état des bits F et V se fait en synchronisme avec EAV, au début de la ligne numérique.

FIGURE 5

Format de données et correspondance temporelle avec le signal analogique



SAV: séquence de référence temporelle indiquant le début de la ligne vidéo active

EAV: séquence de référence temporelle indiquant la fin de la ligne vidéo active

D05

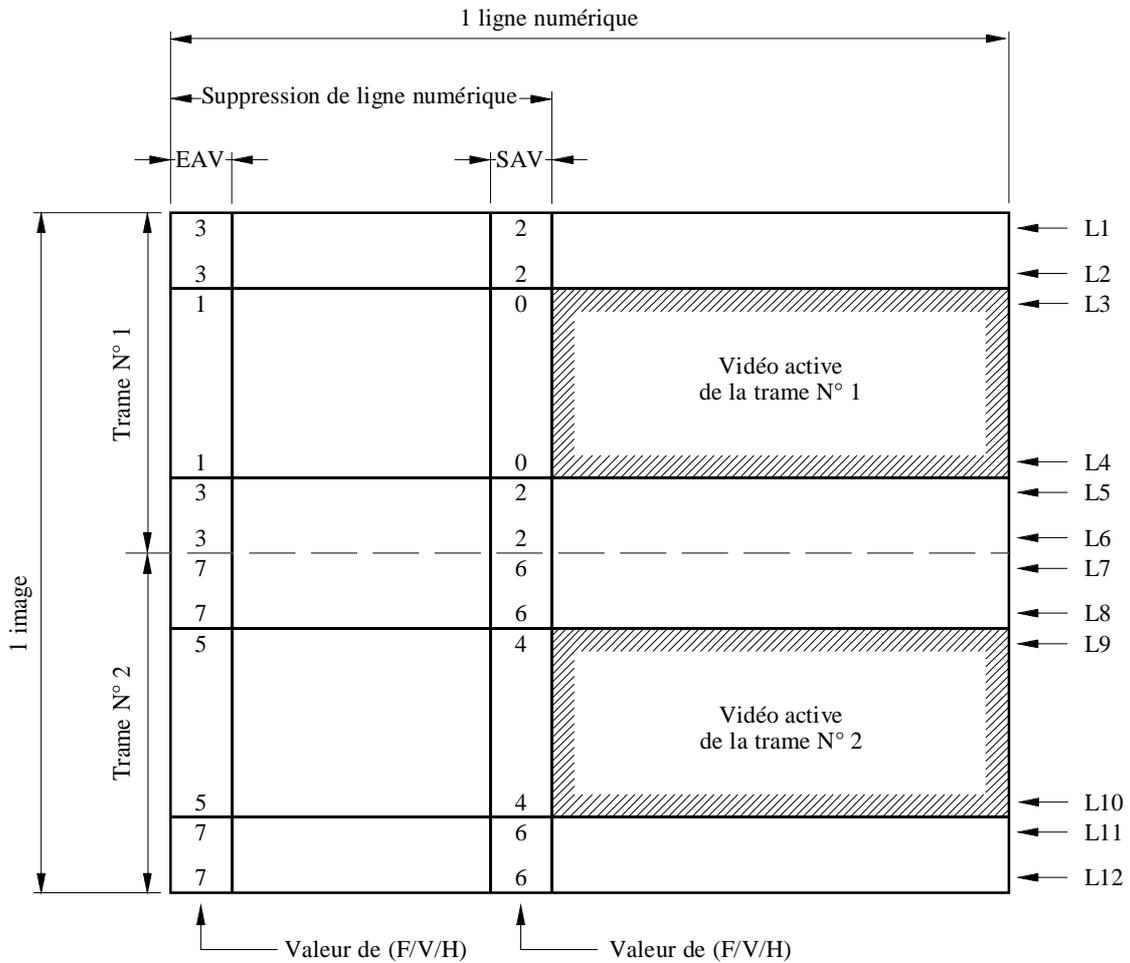
TABLEAU 2

Spécifications temporelles de l'intervalle de ligne

Symbole	Paramètre	Valeur		
		1125/60	1250/50	
	Nombre d'échantillons Y actifs par ligne	1920	1920	1440
<i>a</i>	Suppression de ligne analogique	3,771 μ s nominal	6,00 μ s nominal	
<i>b</i>	Ligne analogique active	25,859 μ s nominal	26,00 μ s nominal	
<i>c</i>	Ligne analogique complète	29,630 μ s nominal	32,00 μ s nominal	
<i>d</i>	Durée séparant la fin de la vidéo analogique active du début de EAV	0-6 <i>T</i>	24 <i>T</i>	18 <i>T</i>
<i>e</i>	Durée séparant la fin de SAV du début de la vidéo analogique active	0-6 <i>T</i>	24 <i>T</i>	18 <i>T</i>
<i>f</i>	Durée séparant le début de EAV de la référence temporelle analogique O _H	88 <i>T</i>	128 <i>T</i>	96 <i>T</i>
<i>g</i>	Durée séparant la référence temporelle analogique O _H de la fin de SAV	192 <i>T</i>	256 <i>T</i>	192 <i>T</i>
<i>h</i>	Bloc de données vidéo	1928 <i>T</i>		1478 <i>T</i>
<i>i</i>	Durée de EAV	4 <i>T</i>		
<i>j</i>	Durée de SAV	4 <i>T</i>		
<i>k</i>	Suppression de ligne numérique	280 <i>T</i>	384 <i>T</i>	288 <i>T</i>
<i>l</i>	Ligne numérique active	1920 <i>T</i>		1440 <i>T</i>
<i>m</i>	Ligne numérique	2200 <i>T</i>	2304 <i>T</i>	1728 <i>T</i>

NOTE 1 – *T* désigne la période d'horloge: pour le système 1125/60, sa valeur est 13,468 ns avec une fréquence d'échantillonnage de 74,25 MHz et 13,481 ns avec une fréquence d'échantillonnage de 74,25/1,001 MHz. Pour le système 1250/50, les valeurs sont 13,889 ns avec une fréquence d'échantillonnage de 72 MHz et 18,519 ns avec une fréquence d'échantillonnage de 54 MHz.

FIGURE 6
Correspondance temporelle en trame



Note 1 – Les valeurs de (F/V/H) pour EAV et SAV représentent l'état des bits pour F, V, et H; le mot de trois bits, composé de F, V, H représente un nombre binaire exprimé en notation décimale (F correspondant au bit de plus fort poids et H au bit de plus faible poids). Par exemple, la valeur 3 représente les bits de F = 0, V = 1 et H = 1. D06

TABLEAU 3

Spécifications temporelles de l'intervalle de trame

Symbole	Définition	Numéro de la ligne numérique		
		1125/60	1080	1250/50
	Nombre de lignes actives	1035	1080	1152
L1	Première ligne de la trame N° 1	1		
L2	Dernière ligne de la suppression de trame numérique N° 1	40	20	44
L3	Première ligne de la vidéo active de la trame N° 1	41	21	45
L4	Dernière ligne de la vidéo active de la trame N° 1	557	560	620
L5	Première ligne de la suppression de trame numérique N° 2	558	561	621
L6	Dernière ligne de la trame N° 1	563		625
L7	Première ligne de la trame N° 2	564		626
L8	Dernière ligne de la suppression de trame numérique N° 2	602	583	669
L9	Première ligne de la vidéo active de la trame N° 2	603	584	670
L10	Dernière ligne de la vidéo active de la trame N° 2	1120	1123	1245
L11	Première ligne de la suppression de trame numérique N° 1	1121	1124	1246
L12	Dernière ligne de la trame N° 2	1125		1250

NOTE 1 – On désigne par suppression de trame numérique N° 1 la période de suppression de trame qui précède la vidéo active de la trame N° 1 et par suppression de trame numérique N° 2 celle qui précède la vidéo active de la trame N° 2.

TABLEAU 4

Affectation des bits pour les séquences de référence temporelle vidéo

Mot	Numéro du bit									
	9 (bit de plus fort poids)	8	7	6	5	4	3	2	1	0 (bit de plus faible poids)
Premier	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Deuxième	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Troisième	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quatrième	1	F	V	H	P ₃	P ₂	P ₁	P ₀	0	0

F = 1 pendant la trame N° 2 V = 1 pendant la période de suppression de trame H = 1 à la fin de la ligne vidéo active
 = 0 pendant la trame N° 1 = 0 en dehors de la suppression de trame 0 au début de la ligne vidéo active

NOTE 1 – Dans le quatrième mot, P₀, P₁, P₂, P₃ sont les bits de protection (voir le Tableau 5).

Le Tableau 5 montre comment la valeur des bits de protection P₀ à P₃ dépend de F, V et H. Cette disposition permet de corriger les erreurs simples et de détecter les erreurs doubles dans le récepteur, mais seulement pour les 8 bits de plus fort poids (voir le Tableau 6).

TABLEAU 5

Bits de protection pour SAV et EAV

Bit 9 (fixe)	État des bits SAV/EAV			Bits de protection				1 (fixe)	0 (fixe)
	8 (F)	7 (V)	6 (H)	5 (P ₃)	4 (P ₂)	3 (P ₁)	2 (P ₀)		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	1	0	1	0	1	1	0	0
1	0	1	1	0	1	1	0	0	0
1	1	0	0	0	1	1	1	0	0
1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	1	0	0

TABLEAU 6

Correction des erreurs au moyen des bits de protection (P_3 - P_0)

Bits 5 à 2 reçus	Bits 8 à 6 reçus pour F, V et H							
pour P_3 - P_0	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	000	000	000	–	000	–	–	111
0001	000	–	–	111	–	111	111	111
0010	000	–	–	011	–	101	–	–
0011	–	–	010	–	100	–	–	111
0100	000	–	–	011	–	–	110	–
0101	–	001	–	–	100	–	–	111
0110	–	011	011	011	100	–	–	011
0111	100	–	–	011	100	100	100	–
1000	000	–	–	–	–	101	110	–
1001	–	001	010	–	–	–	–	111
1010	–	101	010	–	101	101	–	101
1011	010	–	010	010	–	101	010	–
1100	–	001	110	–	110	–	110	110
1101	001	001	–	001	–	001	110	–
1110	–	–	–	011	–	101	110	–
1111	–	001	010	–	100	–	–	–

NOTE 1 – La protection contre les erreurs qui est employée assure une détection d'erreurs doubles et une correction d'erreurs isolées. Les bits reçus désignés par un "–" dans le tableau, s'ils sont détectés, indiquent qu'une erreur s'est produite mais ne peut être corrigée.

2.4 Données auxiliaires

Les signaux auxiliaires doivent être conformes aux règles générales énoncées dans la Recommandation UIT-R BT.1364.

2.5 Mots de données pendant les intervalles de suppression

Les mots de données transmis pendant les intervalles de suppression numérique qui ne sont pas utilisés pour le SAV, l'EAV, le signal de référence temporelle ANC ou pour les données auxiliaires sont remplis avec des mots correspondant aux niveaux de suppression suivants placés comme il convient dans les données multiplexées:

16,00 pour les signaux Y , R , G , B

128,00 pour C_B/C_R (signal de différence de couleur multiplexé dans le temps).

3 Interface parallèle

Pour le système 1125/60, les bits des mots de code numériques qui décrivent le signal vidéo sont transmis en parallèle sur 20 ou 30 paires de conducteurs blindés. Les 20 paires de conducteurs servent à transmettre un jeu de signaux qui comprend la luminance Y et les composantes de différence de couleur C_B/C_R multiplexées dans le temps. Les 30 paires de conducteurs servent à transmettre les signaux R , G , B ou les composantes Y , C_B/C_R , plus un train de données supplémentaire (canal auxiliaire). Une paire de conducteurs blindés supplémentaire achemine l'horloge synchrone à 74,25 MHz.

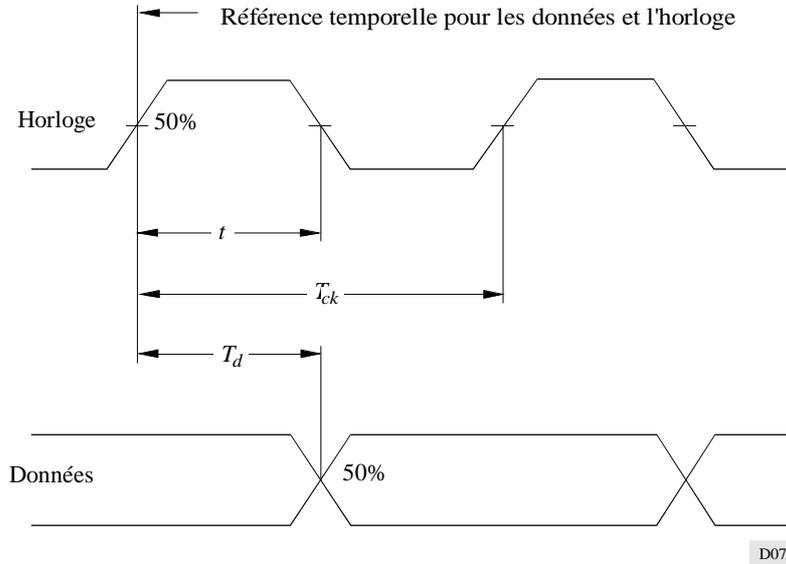
Pour le système 1250/50, les bits des mots de code numériques qui décrivent le signal vidéo sont transmis en parallèle sur 20 paires de signaux, où chaque paire achemine un train de bits, 10 paires pour la luminance et 10 paires pour les données de différence de couleur, multiplexées dans le temps. Les 20 paires peuvent aussi acheminer des données auxiliaires. Une 21^{ème} paire fournit une horloge synchrone à 36 MHz (pour une fréquence d'échantillonnage de 72 MHz), ou à 27 MHz (pour une fréquence d'échantillonnage de 54 MHz).

Les signaux de données sont transmis sous forme NRZ en temps réel (sans mémoire tampon).

3.1 Signal d'horloge et relation temporelle entre les signaux d'horloge et les signaux de données

En 1125/60, le signal d'horloge transmis est un signal carré à 74,25 MHz dont les transitions positives se produisent au milieu de l'intervalle qui sépare deux transitions de données, comme le montrent la Fig. 7 et le Tableau 7.

FIGURE 7
Relation temporelle entre les signaux d'horloge et les signaux de données, en 1125/60 (à la source)



En 1250/50 à la fréquence d'échantillonnage de 72 MHz, le signal d'horloge transmis est un signal carré à 36 MHz de facteur de forme égal à 1 (27 MHz pour 1250 à la fréquence d'échantillonnage de 54 MHz) dont les transitions coïncident avec les transitions des données (voir la Fig. 8). L'état logique haut de l'horloge correspond aux échantillons de données Y et C_B et l'état logique bas à ceux de Y et C_R (voir la Fig. 8 et le Tableau 7).

TABLEAU 7

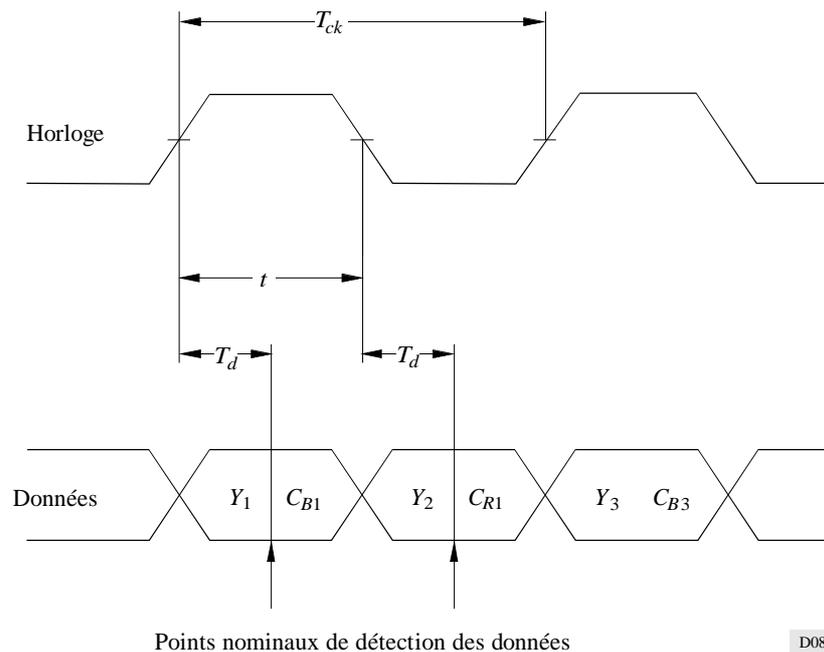
Spécifications du signal d'horloge

Paramètre	Valeur			
	1125/60		1250/50	
Fréquence d'échantillonnage (MHz) pour les signaux Y , R , G et B	74,25	74,25/1,001	72	54
Période d'horloge, T_{ck} (ns)	$1/(2200 f_H)$		$1/(1152 f_H)$	$1/(864 f_H)$
	13,468 (nominal)	13,481 (nominal)	27,778 (nominal)	37,038 (nominal)
Durée de l'impulsion d'horloge, t (ns)	6,734 ± 1,5	6,741 ± 1,5	13,889 (nominal)	18,519 (nominal)
Gigue d'horloge	A ± 0,5 ns de la durée moyenne de transition sur une trame			
Phase des données, T_d (ns)	6,734 ± 1,0	6,741 ± 1,0	6,944 (nominal)	9,259 (nominal)

NOTE 1 – f_H désigne la fréquence de ligne.
Les valeurs sont spécifiées côté émission (source).

FIGURE 8

Relation temporelle entre les signaux d'horloge et les signaux de données, en 1250/50



3.2 Caractéristiques électriques de l'interface

L'interface comprend 21 émetteurs et récepteurs de ligne pour la transmission des composantes Y et C_R/C_B . Chaque émetteur de ligne a une sortie symétrique et le récepteur de ligne correspondant une entrée symétrique.

En 1125/60, l'interface comprend 31 émetteurs et récepteurs de ligne dans le cas des composantes R , G , B , ou dans le cas de composantes Y , C_R/C_B plus un train de données supplémentaire (canal auxiliaire). Bien qu'il ne soit pas indispensable de recourir à la technologie ECL, l'émetteur et le récepteur de ligne doivent être compatibles avec l'ECL 10 kH en 1125/60 et l'ECL 100 k en 1250/50, c'est-à-dire qu'ils doivent permettre l'utilisation de composants ECL aussi bien pour les émetteurs que pour les récepteurs. Le récepteur doit détecter correctement les données lorsqu'un signal aléatoire produit les conditions qu'illustre le diagramme en œil de la Fig. 10.

TABLEAU 8

Caractéristiques de l'émetteur de ligne

Point	Paramètre	Valeur	
		1125/60	1250/50
1	Impédance de sortie (Ω)	110 maximum	100 maximum
2	Tension de mode commun ¹⁾ (V)	$-1,29 \pm 15\%$	$-1,3 \pm 15\%$
3	Amplitude du signal ²⁾ (V)	0,6 à 2,0 crête à crête	0,8 à 2,0 crête à crête
4	Temps de montée et de descente ³⁾ (ns)	$\leq 2,0$	< 3
5	Différence entre les temps de montée et de descente (ns)	$\leq 1,0$	

1) Mesuré par rapport à la terre.

2) Mesuré aux bornes d'une charge résistive ayant l'impédance nominale des câbles envisagés, soit 110 W en 1125/60 et 100 W en 1250/50.

3) Mesurés entre les points à 20% et 80% aux bornes d'une charge résistive ayant l'impédance nominale des câbles envisagés.

TABLEAU 9

Caractéristiques du récepteur de ligne

Point	Paramètre	Valeur	
		1125/60	1250/50
1	Impédance d'entrée (Ω)	110 ± 10	$100 \pm 10\%$
2	Tension maximale du signal d'entrée (V)	2,0 crête à crête	
3	Tension minimale du signal d'entrée (mV)	185 crête à crête	
4	Tension maximale du signal du mode commun ¹⁾ (V)	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$
5	Temps de propagation différentiel ²⁾ (ns)	4,0	4,5

¹⁾ Y compris les brouillages dans la gamme courant continu/fréquence de ligne (f_H).

²⁾ Il faut que les données soient correctement interprétées lorsque le temps de propagation différentiel entre l'horloge et les données reçues se situe dans cet intervalle.

FIGURE 9
Interconnexion de l'émetteur de ligne et du récepteur de ligne

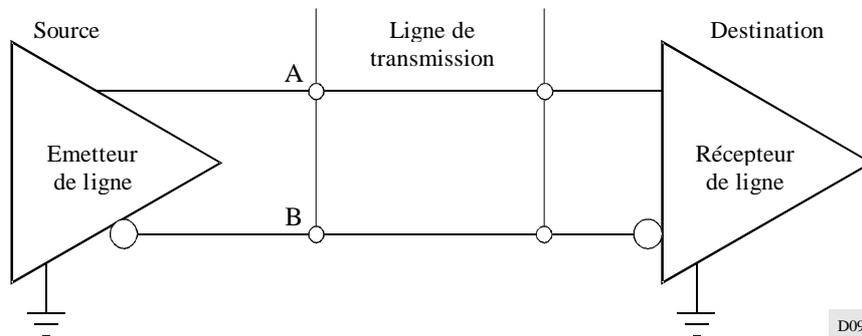
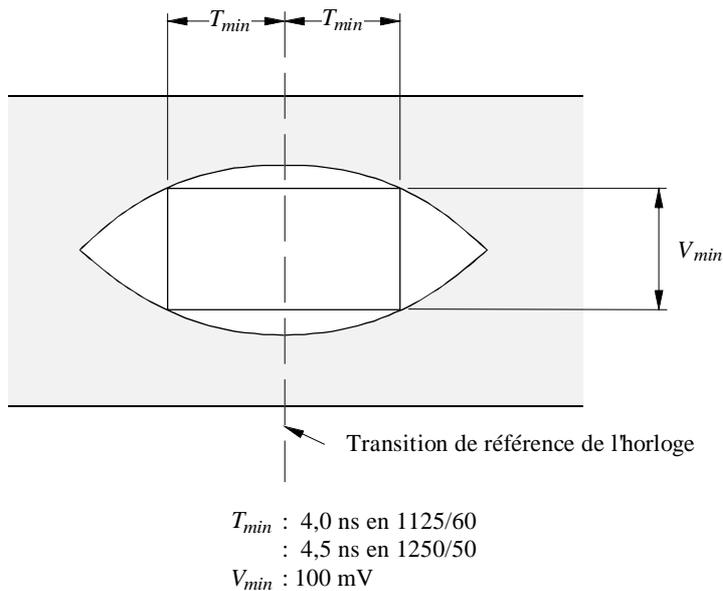


FIGURE 10
Diagramme théorique en œil correspondant au niveau minimal du signal d'entrée



Note 1 – En 1125/60, dans le diagramme en œil, la largeur de la fenêtre à l'intérieur de laquelle les données doivent être détectées correctement comprend $\pm 0,5$ ns pour la gigue d'horloge, $\pm 1,0$ ns pour le phasage des données et $\pm 2,5$ ns pour les différences de temps de propagation entre les paires de câbles.

En 1250/50, la somme de la gigue d'horloge, du phasage des données et de la différence de temps de propagation entre les paires de câbles ne doit pas dépasser 4,5 ns.

D10

3.3 Caractéristiques mécaniques

3.3.1 Connecteur

L'interface utilise un connecteur à contacts multiples. Les connecteurs sont verrouillés par deux vis aux connecteurs du câble et par deux boulons aux appareils. Le câble porte un connecteur à contacts mâles et l'équipement un connecteur à contacts femelles. Les connecteurs et les câbles sont obligatoirement blindés.

En 1125/60, on utilise un connecteur à 93 contacts. L'affectation des contacts est indiquée dans les Tableaux 10 et 11. Les Figs. 11, 12 et 13 présentent les spécifications mécaniques des connecteurs.

En 1250/50, on utilise un connecteur subminiature de type D à 50 contacts. Le Tableau 12 et la Fig. 14 indiquent l'affectation des contacts (à titre d'information, la Fig. 15 suggère une affectation de contacts pour un connecteur mâle de carte imprimée).

3.3.2 Câble d'interconnexion

En 1125/60, on peut utiliser, selon les signaux à transmettre (voir le Tableau 11), deux sortes de câble multiconducteurs, à 21 ou 31 canaux. Le câble comprend des paires torsadées blindées indépendamment ainsi qu'un blindage général. Chaque paire torsadée a une impédance caractéristique de 110Ω . Jusqu'à une longueur de 20 m, les caractéristiques du câble doivent satisfaire aux conditions définies par le diagramme en l'œil de la Fig. 10.

En 1250/50, on utilise un câble à 21 paires de conducteurs symétriques. Chaque paire a une impédance caractéristique de 100Ω . Avec un câble de qualité supérieure, on peut aller jusqu'à une longueur de 30 m.

TABLEAU 10

Affectation des contacts (C) de connecteur pour le système 1125/60

Contact	Ligne de signaux										
1	Horloge A	17	Masse	33	Horloge B						
2	XD 9A	18	Masse	34	XD 9B	49	YD 4A	64	Masse	79	YD 4B
3	XD 8A	19	Masse	35	XD 8B	50	YD 3A	65	Masse	80	YD 3B
4	XD 7A	20	Masse	36	XD 7B	51	YD 2A	66	Masse	81	YD 2B
5	XD 6A	21	Masse	37	XD 6B	52	YD 1A	67	Masse	82	YD 1B
6	XD 5A	22	Masse	38	XD 5B	53	YD 0A	68	Masse	83	YD 0B
7	XD 4A	23	Masse	39	XD 4B	54	ZD 9A	69	Masse	84	ZD 9B
8	XD 3A	24	Masse	40	XD 3B	55	ZD 8A	70	Masse	85	ZD 8B
9	XD 2A	25	Masse	41	XD 2B	56	ZD 7A	71	Masse	86	ZD 7B
10	XD 1A	26	Masse	42	XD 1B	57	ZD 6A	72	Masse	87	ZD 6B
11	XD 0A	27	Masse	43	XD 0B	58	ZD 5A	73	Masse	88	ZD 5B
12	YD 9A	28	Masse	44	YD 9B	59	ZD 4A	74	Masse	89	ZD 4B
13	YD 8A	29	Masse	45	YD 8B	60	ZD 3A	75	Masse	90	ZD 3B
14	YD 7A	30	Masse	46	YD 7B	61	ZD 2A	76	Masse	91	ZD 2B
15	YD 6A	31	Masse	47	YD 6B	62	ZD 1A	77	Masse	92	ZD 1B
16	YD 5A	32	Masse	48	YD 5B	63	ZD 0A	78	Masse	93	ZD 0B

NOTE 1 – XD 9-XD 0, YD 9-YD 0, et ZD 9-ZD 0 représentent chaque bit des signaux en composantes. Les suffixes 9 à 0 indiquent le numéro du bit (le bit 9 est celui de plus fort poids). A et B correspondent aux bornes A et B de la Fig. 9. Le Tableau 10 indique les correspondances entre XD, YD et ZD et les signaux en composantes.

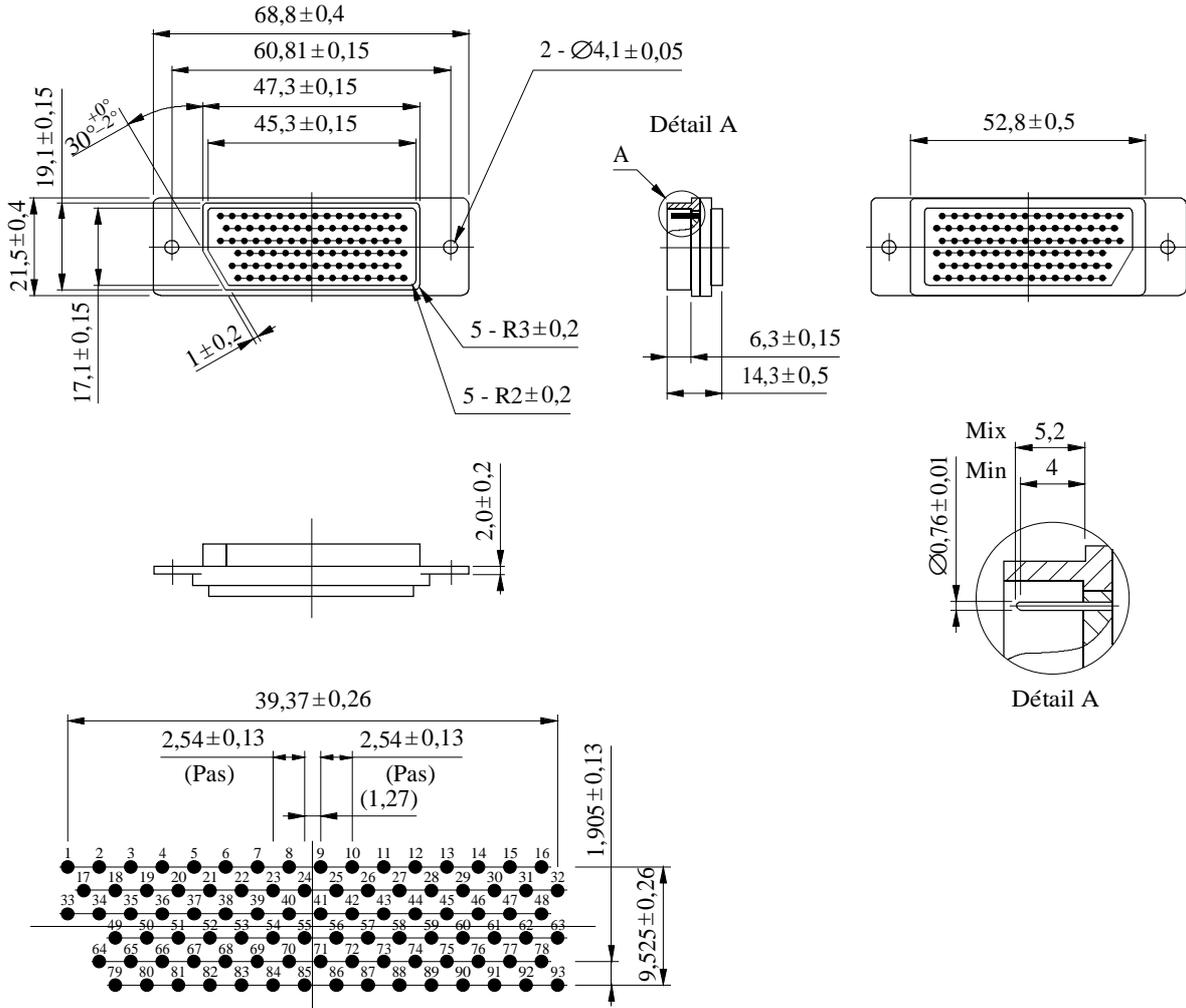
NOTE 2 – Le blindage de chaque paire utilise le contact de masse situé entre les contacts A et B du signal; par exemple, le contact N° 17 sert au blindage du signal d'horloge. Le blindage général du câble est relié électriquement au capot du connecteur qui est mis à la masse du châssis de l'équipement.

TABLEAU 11

Groupes de signaux transmis et affectation des lignes de signaux pour le système 1125/60

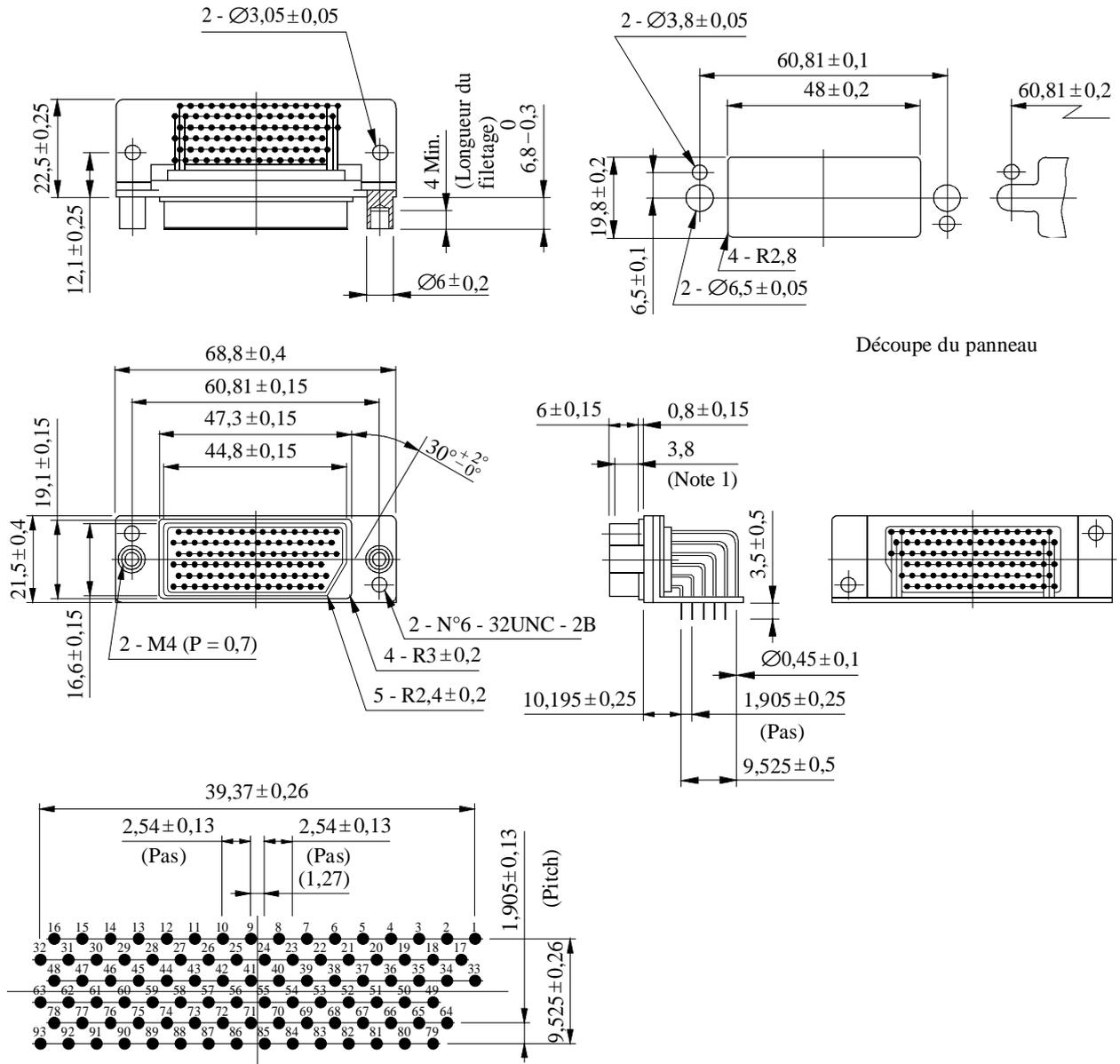
Groupes de signaux transmis	Composante	Affectation des lignes de signaux		Câble
		Système à 10 bits	Système à 8 bits	
<i>Y, C_R/C_B</i>	<i>Y</i>	XD 9-XD 0	XD 9-XD 2	21 paires
	<i>C_R/C_B</i>	ZD 9-ZD 0	ZD 9-ZD 2	
<i>Y, C_R/C_B</i> avec canal auxiliaire	<i>Y</i>	XD 9-XD 0	XD 9-XD 2	31 paires
	<i>C_R/C_B</i>	ZD 9-ZD 0	ZD 9-ZD 2	
	Canal auxiliaire	YD 9-YD 0	YD 9-YD 2	
<i>R, G, B</i>	<i>G</i>	XD 9-XD 0	XD 9-XD 2	
	<i>B</i>	YD 9-YD 0	YD 9-YD 2	
	<i>R</i>	ZD 9-ZD 0	ZD 9-ZD 2	

FIGURE 11
Connecteur multibroche (93 broches) pour le système 1125/60
(prise mâle)



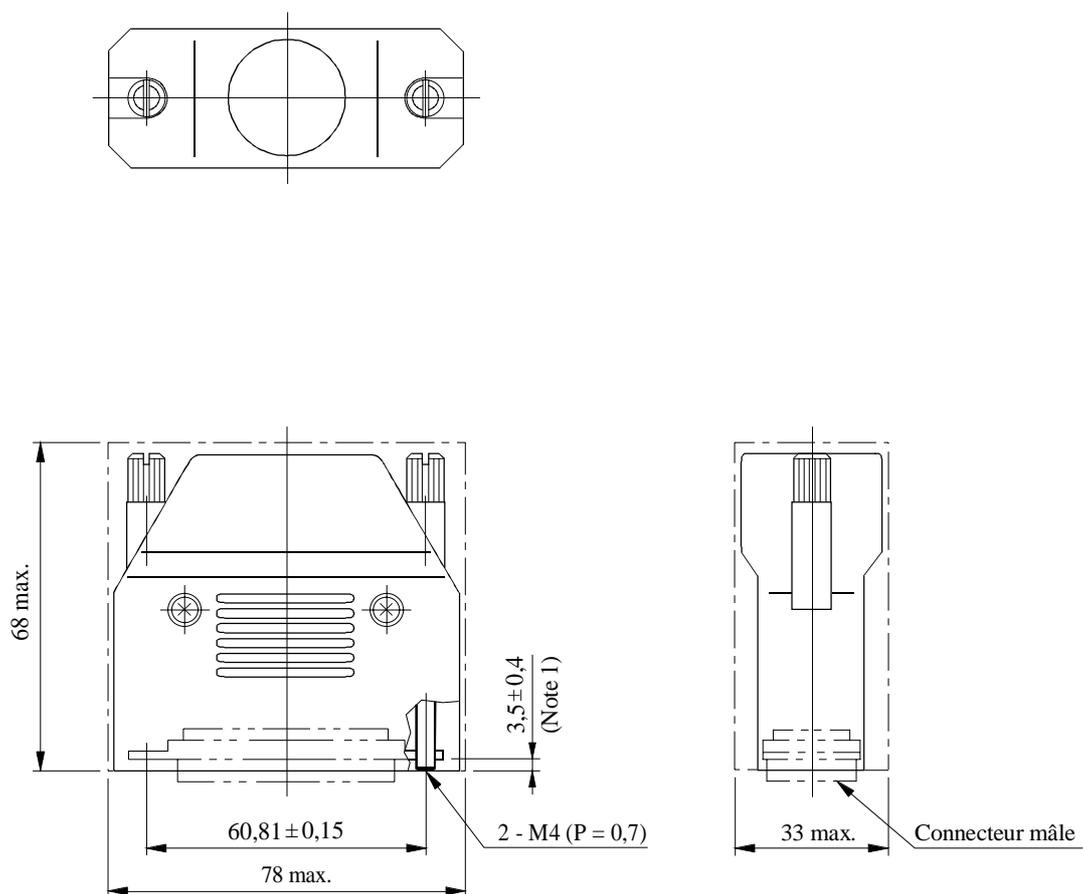
Disposition des contacts

FIGURE 12
Connecteur multibroche (93 broches) pour le système 1125/60
(embase femelle)



Disposition des contacts

FIGURE 13
Connecteur multibroche (93 broches) pour le système 1125/60 (capot)



Note 1 – Une vis sort du connecteur mâle.

Note 2 – Diamètre extérieur autorisé:
minimum 17,5 à maximum 19,3 et minimum 21,1 à maximum 23,2.

TABLEAU 12

Affectation des contacts de connecteur pour le système 1250/50

Contact	Ligne de signaux	Contact	Ligne de signaux	Contact	Ligne de signaux
1	Horloge A			34	Horloge B
2	Masse	18	Masse	35	Masse
3	Données 9A	19	Masse	36	Données 9B
4	Données 8B	20	Données 8A	37	Données 7A
5	Données 6A	21	Données 7B	38	Données 6B
6	Données 5B	22	Données 5A	39	Données 4A
7	Données 3A	23	Données 4B	40	Données 3B
8	Données 2B	24	Données 2A	41	Données 1A
9	Données 0A	25	Données 1B	42	Données 0B
10	Masse	26	Masse	43	Masse
11	Données 19A	27	Masse	44	Données 19B
12	Données 18B	28	Données 18A	45	Données 17A
13	Données 16A	29	Données 17B	46	Données 16B
14	Données 15B	30	Données 15A	47	Données 14A
15	Données 13A	31	Données 14B	48	Données 13B
16	Données 12B	32	Données 12A	49	Données 11A
17	Données 10A	33	Données 11B	50	Données 10B

NOTE 1 – Données 9-Données 0 représentent chaque bit du signal de luminance Y et Données 19-Données 10, ceux du signal de différence de couleur multiplexé dans le temps (C_R/C_B). Les suffixes 19 à 0 indiquent le numéro du bit (le bit 19 est le bit de plus fort poids pour C_R/C_B , et le bit 9, pour Y). A et B correspondent aux bornes A et B de la Fig. 9.

4 Interface série

4.1 Format des données

Les données de bits en série comprennent les données vidéo, les codes de référence temporelle vidéo, les données de numéro de ligne, les codes de détection d'erreur, les données auxiliaires et les données de suppression. Chaque donnée qui est composée d'un mot de longueur de 10 bits est représentée comme donnée parallèle avant d'être mise en série. Deux trains parallèles (c'est-à-dire les données de luminance Y et les données de différence de couleur C_B/C_R) sont multiplexés et mis en série conformément au § 4.2.

4.1.1 Données vidéo

Les données vidéo doivent être des mots de 10 bits représentant les composantes Y , C_B/C_R des systèmes vidéo définis au § 1.

4.1.2 Codes de référence temporelle vidéo

Les codes de référence temporelle vidéo, SAV et EAV, ont le même format que celui qui est défini au § 2.

4.1.3 Données de numéro de ligne

Les données de numéro de ligne se composent de deux mots indiquant le numéro de ligne. L'affectation des données de numéro de ligne est indiquée au Tableau 13. Ces données doivent être situées immédiatement après le code EAV.

TABLEAU 13

Affectation de bits des données de numéro de ligne

mot	b9 (MSB)	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0 (LSB)
LN0	non b8	L6	L5	L4	L3	L2	L1	L0	R	R
LN1	non b8	R	R	R	L10	L9	L8	L7	R	R

L0 (LSB)-L10 (MSB): numéro de ligne en code binaire

R: réservé (mis à zéro)

4.1.4 Codes de détection d'erreur

Les codes de détection d'erreur CRCC (codes de contrôle de redondance cyclique), qui sont utilisés pour détecter les erreurs dans les lignes actives numériques, les codes EAV et les données de numéro de ligne, se composent de deux mots et sont déterminés par l'équation suivante du polynôme générateur:

$$EDC(x) = x^{18} + x^5 + x^4 + 1$$

La valeur initiale des codes est mise à zéro. Le calcul commence au premier mot de la ligne numérique active et se termine à la fin du mot des données de numéro de ligne. On établit deux codes de détection d'erreur, l'un pour les données de luminance, YCR et l'autre pour les données de différence de couleur, CCR. L'affectation des bits des codes de détection d'erreur est indiquée au Tableau 14. Les codes de détection d'erreur doivent être situés immédiatement après les données de numéro de ligne.

4.1.5 Données auxiliaires

Les données auxiliaires doivent être conformes aux règles générales énoncées dans la Recommandation UIT-R BT.1364.

4.1.6 Données de suppression

Les mots de données de suppression pendant les intervalles de suppression numérique qui ne sont pas utilisés pour les codes SAV, EAV, les données de numéro de ligne, les codes de détection d'erreur et les données auxiliaires, doivent être remplis par les mots qui correspondent aux niveaux de quantification suivants:

16,00 pour les données Y

128,00 pour les données C_B/C_R

TABLEAU 14

Affectation de bits pour les codes de détection d'erreur

Mot	b9 (MSB)	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0 (LSB)
YCR0	non b8	CRC8	CRC7	CRC6	CRC5	CRC4	CRC3	CRC2	CRC1	CRC0
YCR1	non b8	CRC17	CRC16	CRC15	CRC14	CRC13	CRC12	CRC11	CRC10	CRC9
CCR0	non b8	CRC8	CRC7	CRC6	CRC5	CRC4	CRC3	CRC2	CRC1	CRC0
CCR1	non b8	CRC17	CRC16	CRC15	CRC14	CRC13	CRC12	CRC11	CRC10	CRC9

NOTE 1 – CRC0 est le MSB des codes de détection d'erreur

4.2 Format de transmission

Les deux trains de données parallèles sont transmis sur un seul canal de bits série après multiplexage des mots, conversion parallèle-série et embrouillage.

4.2.1 Multiplexage des mots

Les deux trains parallèles doivent être multiplexés mot par mot en un seul train parallèle de 10 bits dans l'ordre suivant: $C_B, Y, C_R, Y, C_B, Y, C_R, Y \dots$ (voir la Fig. 16).

4.2.2 Mise en série

Le bit de plus faible poids (LSB) de chaque mot à 10 bits du train parallèle de données multiplexées doit être transmis en premier lieu sous le format de bits série.

4.2.3 Codage de voie

Le schéma de codage de voie doit être embrouillé sous forme NRZI (non-retour à zéro inversé). Le train de bits mis en série doit être embrouillé au moyen de l'équation de polynôme générateur:

$$G(x) = (x^9 + x^4 + 1)(x + 1)$$

Le signal d'entrée dans l'embrouilleur doit être de logique positive. (La tension élevée représente la donnée 1 et la tension la plus faible la donnée 0.)

4.3 Interfaces de câble coaxial

Les interfaces de câble coaxial se composent d'une source et d'une destination dans une connexion point à point. Ces interfaces spécifient les caractéristiques de l'émetteur de ligne (source), du récepteur de ligne (destination), de la ligne de transmission et des connecteurs.

4.3.1 Caractéristiques de l'émetteur de ligne (source)

Le Tableau 15 spécifie les caractéristiques de l'émetteur de ligne. Il doit comporter un circuit de sortie asymétrique.

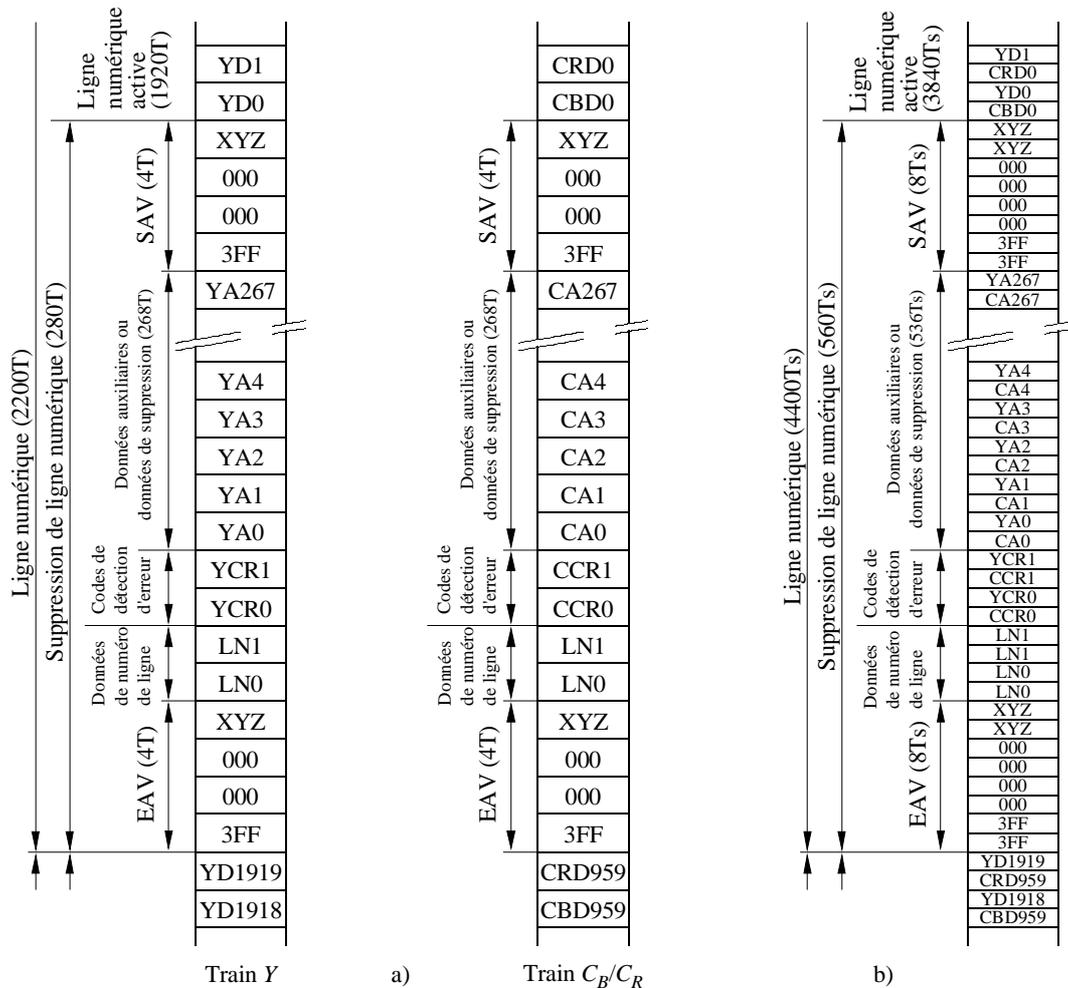
4.3.2 Caractéristiques du récepteur de ligne (destination)

Le Tableau 16 spécifie les caractéristiques du récepteur de ligne. Ce récepteur doit avoir un circuit d'entrée asymétrique. Il doit détecter correctement les données reçues lorsqu'il est connecté à un émetteur de ligne fonctionnant aux limites de tension extrêmes autorisées en vertu du § 4.3.1 et lorsqu'il est connecté par un câble fonctionnant dans les conditions les plus défavorables autorisées en vertu du § 4.3.3.

4.3.3 Caractéristiques de la ligne de transmission

Les spécifications pertinentes sont indiquées au Tableau 17.

FIGURE 16
Train de données pour le signal 1125/60



- a) Trains de données parallèles Y et C_B/C_R
- b) Train de données parallèles multiplexées

Le bit de plus faible poids de chaque mot doit être transmis en premier lorsqu'il est transmis comme données de bits en série.

YD0 - YD1919: Données de luminance numérique Y

CBD0 - CBD959: Données de différence de couleur numérique C_B

CRD0 - CRD959: Données de différence de couleur numérique C_R

YA0 - YA267: Données auxiliaires ou données de suppression dans le train Y

CA0 - CA267: Données auxiliaires ou données de suppression dans le train C_B/C_R

T: 1/74,25 MHz = 13,468 ns or 1,001/74,25 MHz = 13,481 ns

T_S = T/2

TABLEAU 15

Caractéristiques de l'émetteur de ligne

Point	Paramètre	Valeur
1	Impédance de sortie	75 Ω nominal
2	Décalage continu ¹⁾	0,0 V \pm 0,5 V
3	Amplitude du signal ²⁾	800 mV crête à crête \pm 10%
4	Affaiblissement d'adaptation	\geq 15 dB ³⁾ , \geq 10 dB ⁴⁾
5	Temps de montée et de descente ⁵⁾	< 270 ps (20% à 80%)
6	Différence entre le temps de montée et le temps de descente	\leq 100 ps
7	Gigue ⁶⁾	f ₁ = 10 Hz f ₃ = 100 kHz f ₄ = 1/10 fréquence d'horloge A ₁ = 1 UI (UI: intervalle de temps) A ₂ = 0,2 UI

1) Défini par le point à mi-amplitude du signal.

2) Mesuré aux bornes d'une charge résistive de 75 Ω reliée par un câble coaxial de 1 mètre.

3) Dans la gamme de fréquences 5 MHz - 742,5 MHz.

4) Dans la gamme de fréquences 742,5 MHz - 1,485 GHz.

5) Déterminés entre les points d'amplitude 20% et 80% et mesurés aux bornes d'une charge résistive de 75 Ω . La suroscillation des fronts de montée et de descente de l'onde ne doit pas dépasser 10% de l'amplitude.

6) Pour le système 1125/60, 1 IU et 0,2 IU correspondent, respectivement, à 673 ps et 135 ps. Pour le système 1250/50, 1 IU et 0,2 IU correspondent, respectivement, à 694 ps (échantillonnage de 72 MHz), 926 ps (échantillonnage de 54 MHz) et 139 ps (échantillonnage de 72 MHz), 185 ps (échantillonnage de 54 MHz).

Les spécifications et les méthodes de mesure de la gigue devront être conformes à la Recommandation UIT-R BT.1363 (Spécifications et méthodes de mesure de la gigue pour les signaux série conformes aux Recommandations UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 et UIT-R BT.1120).

Les excursions d'amplitude de sortie dues aux signaux avec une composante en continu significative apparaissant sur une ligne horizontale (signaux pathologiques) ne doivent pas dépasser la valeur de 50 mV au-dessus ou au-dessous de la valeur moyenne de l'enveloppe du signal crête à crête (en effet, cette spécification définit une constante de temps de couplage de sortie minimale).

TABLEAU 16

Caractéristiques du récepteur de ligne

Point	Paramètre	Valeur	
1	Impédance d'entrée	75 Ω nominal	
2	Affaiblissement d'adaptation	\geq 15 dB ¹⁾ , \geq 10 dB ²⁾	
3	Signal brouilleur	\pm 2,5 V _{max}	courant continu
		< 2,5 V crête à crête	au-dessous de 5 kHz
		< 100 mV crête à crête	5 kHz à 27 MHz
		< 40 mV crête à crête	au-dessus de 27 MHz
4	Gigue d'entrée ³⁾	A définir	

1) Dans la gamme de fréquences 5 MHz - 742,5 MHz.

2) Dans la gamme de fréquences 742,5 MHz - 1,485 GHz.

3) Les spécifications et les méthodes de mesure de la gigue devront être conformes à la Recommandation UIT-R BT.1363 (Spécifications et méthodes de mesure de la gigue pour les signaux série conformes aux Recommandations UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 et UIT-R BT.1120).

Les valeurs de la gigue d'entrée sont à définir. La gigue d'entrée est mesurée avec un câble court (2 m).

TABLEAU 17

Caractéristiques de la ligne de transmission

Point	Paramètre	Valeur
1	Affaiblissement de transmission ¹⁾	≤ 20 dB à 1/2 de la fréquence d'horloge
2	Affaiblissement d'adaptation	≥ 15 dB ²⁾ , ≥ 10 dB ³⁾
3	Impédance	75 Ω nominal

¹⁾ Caractéristiques d'affaiblissement de $1/\sqrt{f}$.

²⁾ Dans la gamme de fréquences 5 MHz - 742,5 MHz.

³⁾ Dans la gamme de fréquences 742,5 MHz - 1,485 GHz.

4.3.4 Connecteur

Le connecteur devra avoir des caractéristiques mécaniques conformes à la norme type BNC (publication de la CEI 169-8), et ses caractéristiques électroniques doivent fournir une impédance caractéristique de 75 Ω pour une gamme de fréquences utilisable jusqu'à 2,4 GHz.

4.4 Interfaces à fibre optique

Les interfaces optiques devraient être monomodes seulement et se conformer aux règles générales de la Recommandation UIT-R BT.1367 (Systèmes de transmission numérique sur fibre pour les signaux conformes aux Recommandations UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 et UIT-R BT.1120).

Pour mettre en oeuvre cette Recommandation, les spécifications suivantes sont nécessaires:

Temps de montée et de descente <270 ps (20% - 80%)

Gigue ou sortie (voir la Note 1)

- $f_1 = 10$ Hz
- $f_3 = 100$ kHz
- $f_4 = 1/10$ fréquence d'horloge
- $A_1 = 0,135$ UI (UI: intervalle de temps)
- $A_2 = 0,135$ UI

La gigue d'entrée est à définir. La gigue d'entrée est mesurée avec un câble court (2 m).

NOTE 1 – Les spécifications et les méthodes de mesure de la gigue doivent être conformes à la Recommandation UIT-R BT.1363 (Spécifications et méthodes de mesure de la gigue pour les signaux série conformes aux Recommandations UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 et UIT-R BT.1120).