

Union internationale des télécommunications

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R BT.709-5
(04/2002)

**Valeur des paramètres des normes de TVHD
pour la production et l'échange
international de programmes**

Série BT
Service de radiodiffusion télévisuelle



Union
internationale des
télécommunications

Avant-propos

Le rôle du Secteur des radiocommunications est d'assurer l'utilisation rationnelle, équitable, efficace et économique du spectre radioélectrique par tous les services de radiocommunication, y compris les services par satellite, et de procéder à des études pour toutes les gammes de fréquences, à partir desquelles les Recommandations seront élaborées et adoptées.

Les fonctions réglementaires et politiques du Secteur des radiocommunications sont remplies par les Conférences mondiales et régionales des radiocommunications et par les Assemblées des radiocommunications assistées par les Commissions d'études.

Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

La politique de l'UIT-R en matière de droits de propriété intellectuelle est décrite dans la «Politique commune de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI en matière de brevets», dont il est question dans l'Annexe 1 de la Résolution UIT-R 1. Les formulaires que les titulaires de brevets doivent utiliser pour soumettre les déclarations de brevet et d'octroi de licence sont accessibles à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/fr>, où l'on trouvera également les Lignes directrices pour la mise en oeuvre de la politique commune en matière de brevets de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI et la base de données en matière de brevets de l'UIT-R.

Séries des Recommandations UIT-R

(Egalement disponible en ligne: <http://www.itu.int/publ/R-REC/fr>)

Séries	Titre
BO	Diffusion par satellite
BR	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
BS	Service de radiodiffusion sonore
BT	Service de radiodiffusion télévisuelle
F	Service fixe
M	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
P	Propagation des ondes radioélectriques
RA	Radio astronomie
RS	Systèmes de télédétection
S	Service fixe par satellite
SA	Applications spatiales et météorologie
SF	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
SM	Gestion du spectre
SNG	Reportage d'actualités par satellite
TF	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires
V	Vocabulaire et sujets associés

Note: Cette Recommandation UIT-R a été approuvée en anglais aux termes de la procédure détaillée dans la Résolution UIT-R 1.

Publication électronique
Genève, 2009

© UIT 2009

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

RECOMMANDATION UIT-R BT.709-5*

Valeur des paramètres des normes de TVHD pour la production et l'échange international de programmes**

(Question UIT-R 27/11)

(1990-1994-1995-1998-2000-2002)

Domaine d'application

La présente Recommandation définit les paramètres et les valeurs de format d'image pour la TVHD. La Partie 1, qui n'est pas utilisée actuellement, est incluse en vue de rendre compte de l'évolution historique de la Recommandation. La Partie 2 est largement utilisée; il est recommandé aux exploitants de technologies de radiodiffusion d'appliquer les valeurs indiquées dans la Partie 2.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que plusieurs pays produisent des programmes de TVHD depuis de nombreuses années;
- b) que les paramètres des normes de production de programmes de TVHD devraient avoir le plus grand nombre possible de valeurs communes;
- c) que deux normes de balayage TVHD, 1125/60/2:1 et 1250/50/2:1, précédemment mises au point à cet effet, présentent un nombre important de paramètres qui ont fait l'objet d'un accord à l'échelle mondiale, et correspondent à un certain nombre d'équipements encore en service;
- d) qu'un format d'image commun TVHD de 1920 pixels × 1080 lignes assurant un échantillonnage avec des pixels carrés et un certain nombre de fréquences d'image à balayage entrelacé et progressif ont été définis pour la télévision numérique, l'infographie et diverses applications (dans cette Recommandation, le terme «pixel» est utilisé pour décrire un élément d'image dans le domaine numérique);
- e) que les paramètres définis pour toutes ces normes satisfont aux impératifs de qualité établis pour la TVHD;
- f) que les productions cinématographiques constituent une source importante de diffusion de programmes de TVHD, et qu'inversement l'utilisation de systèmes de production de programmes TVHD comporte des avantages importants pour la production de films;
- g) que l'on a réussi à procéder à une conversion de grande qualité entre les divers systèmes TVHD et à les convertir aux normes de la télévision 525/625;
- h) que les programmes produits et archivés ne deviendront pas obsolètes en cas d'utilisation de ces normes,

recommande

1 d'utiliser, pour la production et pour l'échange international de programmes de TVHD, l'un des systèmes décrits dans les Parties 1 ou 2 de la présente Recommandation;

* La Commission d'études 6 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à cette Recommandation en 2009, conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 1.

** «Un système à haute définition est un système conçu pour permettre la visualisation d'une image à environ trois fois sa hauteur, de telle sorte que le système est virtuellement, ou presque, transparent à la qualité de rendu qui aurait été perçue dans la scène ou la représentation originale par un spectateur averti ayant une acuité visuelle normale.» Rapport UIT-R BT.801.

**Valeurs des paramètres de signaux pour
les systèmes 1125/60/2:1 et 1250/50/2:1**

PARTIE 1

Systèmes de TVHD et télévision conventionnelle¹

(Les valeurs des paramètres en caractères gras dans les Tableaux ont été agréées à l'échelle mondiale.)

1 Conversion optoélectronique

Point	Paramètre	Valeur	
		1125/60/2:1	1250/50/2:1
1.1	Caractéristique de transfert optoélectronique avant précorrection non linéaire	Supposée linéaire	
1.2	Caractéristique de transfert optoélectronique globale à la source	$V = 1,099 L^{0,45} - 0,099$ pour $1 \geq L \geq 0,018$ $V = 4,500 L$ pour $0,018 > L \geq 0$ où: L : luminance de l'image $0 \leq L \leq 1$ V : signal électrique correspondant	
1.3	Coordonnées de chromaticité (CIE, 1931) Couleur primaire – Rouge (R) – Vert (G) – Bleu (B)	x	y
		0,640 0,300 0,150	0,330 0,600 0,060
1.4	Chromaticité supposée pour des signaux primaires égaux (Blanc de référence) $E_R = E_G = E_B$	D_{65}	
		x	y
		0,3127	0,3290

2 Caractéristiques de l'image

Point	Paramètre	Valeur	
		1125/60/2:1	1250/50/2:1
2.1	Format d'image	16:9	
2.2	Echantillons par ligne active	1920	
2.3	Grille d'échantillonnage	Orthogonal	
2.4	Lignes actives par image	1035	1152

¹ La Partie 1 spécifie les valeurs des paramètres utilisées au début de la mise en oeuvre de la télévision analogique à haute définition. Bien qu'elle ne soit plus utilisée aujourd'hui, elle est incluse car il existe des programmes de TVHD sous forme d'enregistrements vidéo analogiques qui ont une valeur historique et qu'il peut occasionnellement être nécessaire de visionner sur un équipement approprié.

3 Caractéristiques de balayage de l'image

Point	Paramètre	Valeur	
		1125/60/2:1	1250/50/2:1
3.1	Ordre de balayage des échantillons	De gauche à droite et de haut en bas 1 ^è ligne de trame 1 au-dessus de 1 ^è ligne de trame 2	
3.2	Rapport d'entrelacement	2:1	
3.3	Fréquence d'image (Hz)	30	25
3.4	Nombre total de lignes	1125	1250
3.5	Fréquence de trame (Hz)	60	50
3.6	Fréquence de ligne (Hz)	33 750 ± 0,001%	31 250 ± 0,0001%

4 Format du signal

Les termes R , G , B , Y , C_B , C_R sont souvent utilisés et sont en général considérés comme correspondant respectivement aux signaux E'_R , E'_G , E'_B , E'_Y , E'_{C_B} , E'_{C_R} (c'est-à-dire qu'ils correspondent aux signaux gamma précorrigés).

Point	Paramètre	Valeur	
		1125/60/2:1	1250/50/2:1
4.1	Précorrection non linéaire conceptuelle des signaux primaires	$\gamma = 0,45$ (Voir le point 1.2)	
4.2	Détermination du signal de luminance E'_Y ⁽¹⁾	$E'_Y = 0,2126 E'_R +$ $0,7152 E'_G +$ $0,0722 E'_B$	$E'_Y = 0,299 E'_R +$ $0,587 E'_G +$ $0,114 E'_B$
4.3	Détermination des signaux de différence de couleur (codage analogique) ⁽¹⁾	$E'_{C_B} = 0,5389 (E'_B - E'_Y)$ $E'_{C_R} = 0,6350 (E'_R - E'_Y)$	$E'_{C_B} = 0,564 (E'_B - E'_Y)$ $E'_{C_R} = 0,713 (E'_R - E'_Y)$
4.4	Détermination des signaux de différence de couleur (codage numérique) C_B , C_R	Conversion numérique à partir des valeurs du point 4.3	

⁽¹⁾ Le coefficient applicable aux équations a été calculé suivant les règles établies dans le Rapport SMPTE RP177-1993.

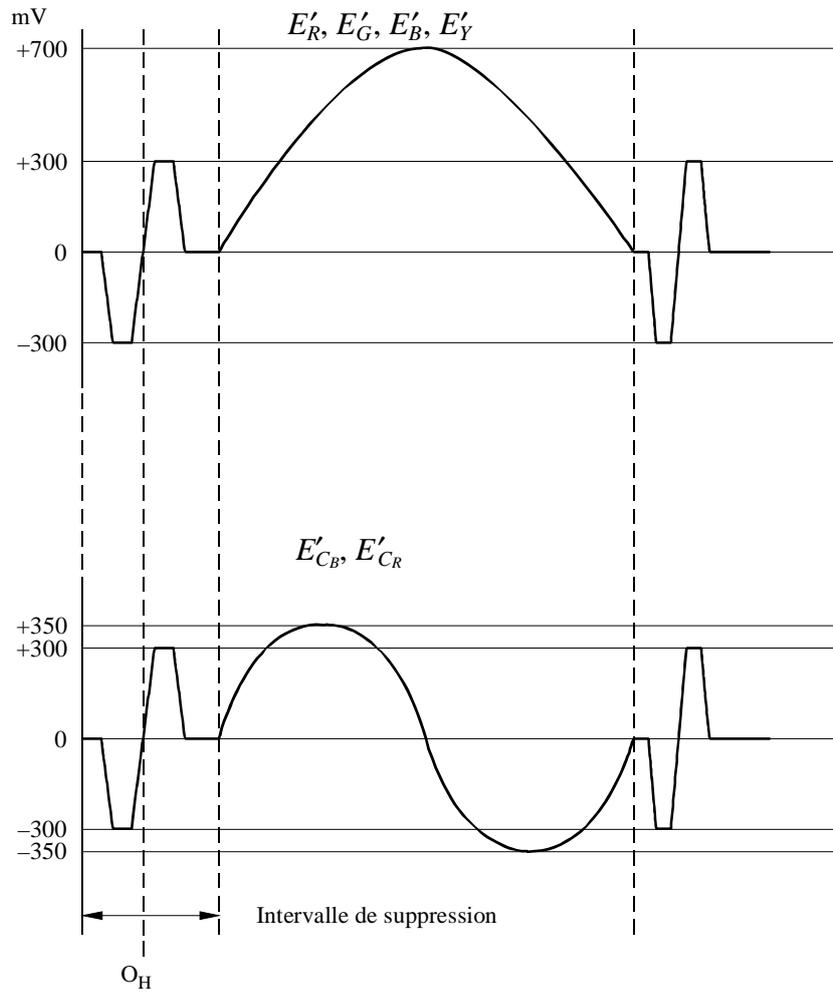
5 Représentation analogique

Les niveaux sont indiqués en millivolts (mV) mesurés aux bornes d'une résistance terminale adaptée de 75 Ω .

Point	Paramètre	Valeur	
		1125/60/2:1	1250/50/2:1
5.1	Niveau nominal (mV) E'_R, E'_G, E'_B, E'_Y	Noir de référence: 0 Blanc de référence: 700 (Voir la Fig. 1)	
5.2	Niveau nominal (mV) E'_{C_B}, E'_{C_R}	± 350 (Voir la Fig. 1)	
5.3	Format du signal de synchronisation	Bipolaire à trois niveaux (Voir la Fig. 2)	
5.4	Référence temporelle de la synchronisation de ligne	O_H (Voir la Fig. 2)	
5.5	Niveau de synchronisation (mV)	$\pm 300 \pm 2\%$	
5.6	Structure du signal de synchronisation	(Voir le Tableau 1 et la Fig. 3) Synchronisation sur toutes les composantes	(Voir la Fig. 4) – temps de montée 50 \pm 10 ns (10%-90%) – voir aussi la Note ⁽¹⁾
5.7	Tolérance de synchronisation entre composantes	Sans objet	± 2 ns
5.8	Intervalle de suppression de trame	(Voir le Tableau 1 et la Fig. 5)	(Voir les Tableaux 2 et 3)
5.9	Largeur de bande nominale du signal (MHz)	30 (pour toutes les composantes)	

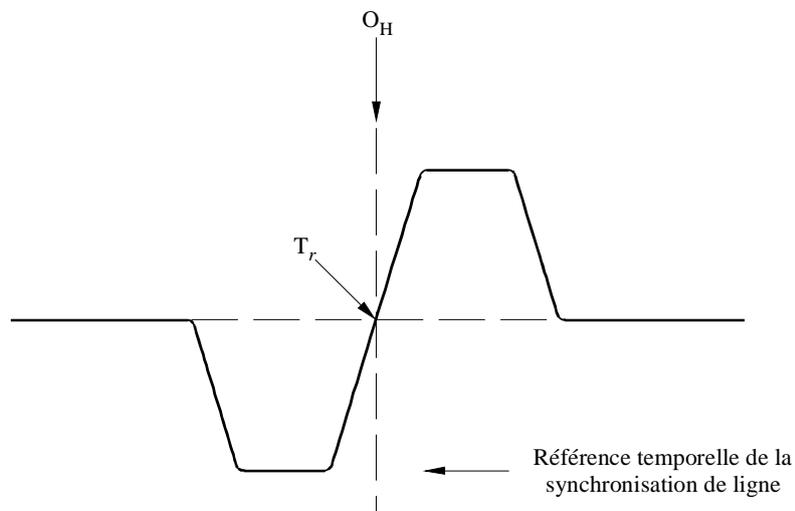
⁽¹⁾ Lorsqu'on utilise les signaux R, G, B , il est conseillé d'employer la synchronisation au moins sur le canal vert; l'émission de signaux de synchronisation distincts est également acceptable. Lorsque l'on utilise les signaux Y, C_B, C_R , le signal Y au moins véhicule la synchronisation.

FIGURE 1
Niveau de synchronisation sur les signaux en composantes



0709-01

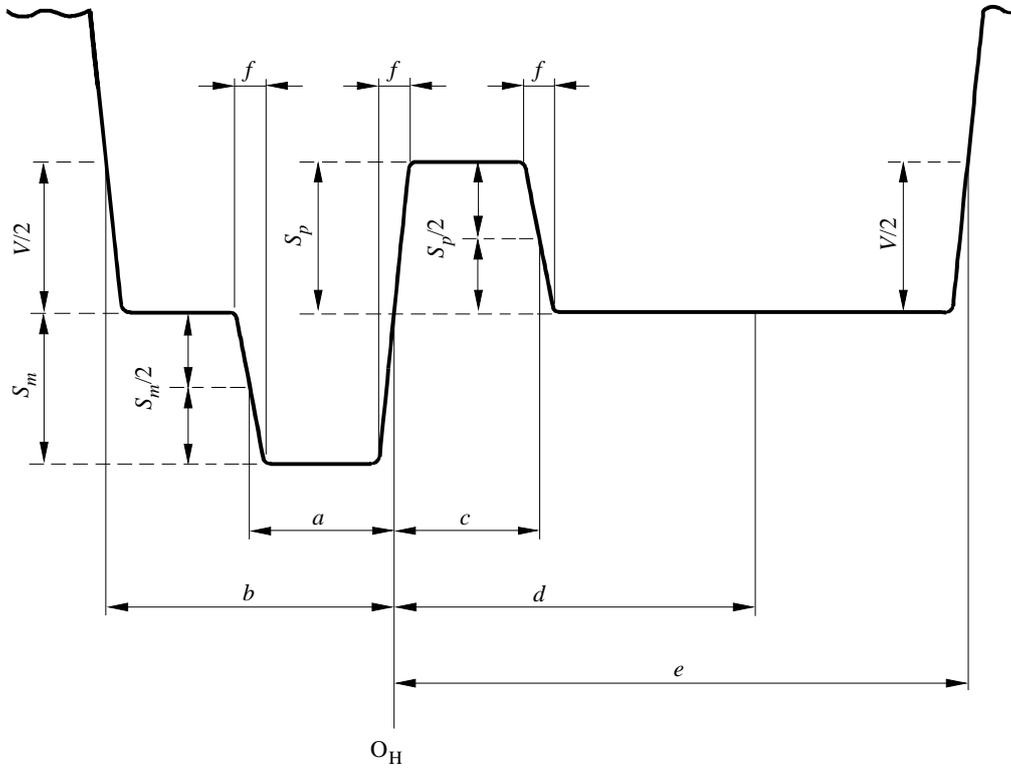
FIGURE 2
Forme d'onde du signal de synchronisation



(La forme d'onde est symétrique par rapport au point T_r .)

0709-02

FIGURE 3
Forme d'onde du signal de synchronisation de
ligne pour le système 1125/60/2:1



Repères des temps de la synchronisation de ligne

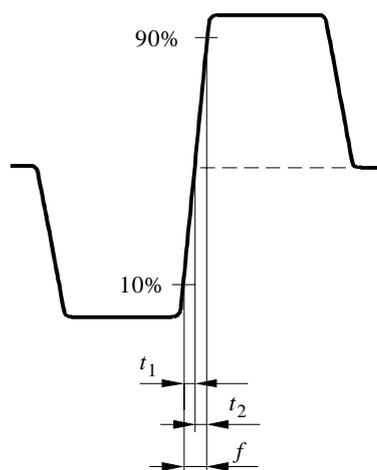
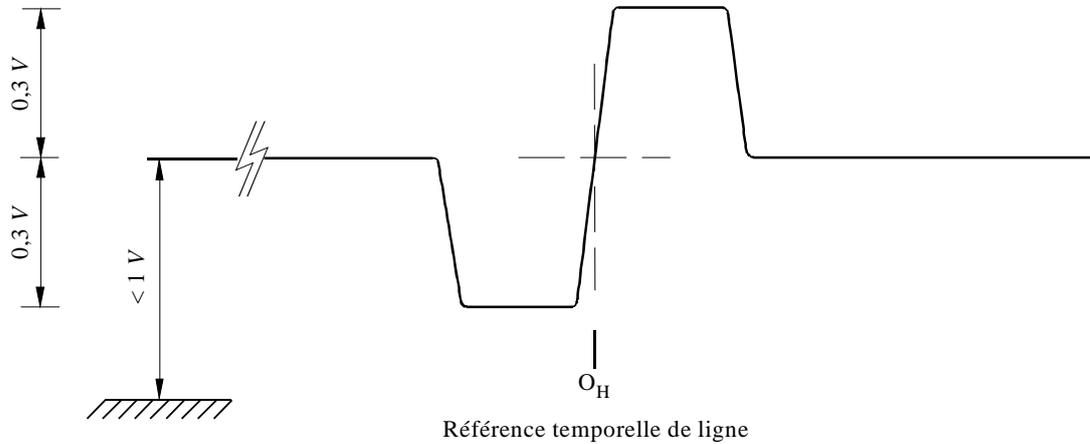


FIGURE 4
Forme d'onde du signal de synchronisation de
ligne pour le système 1250/50/2:1



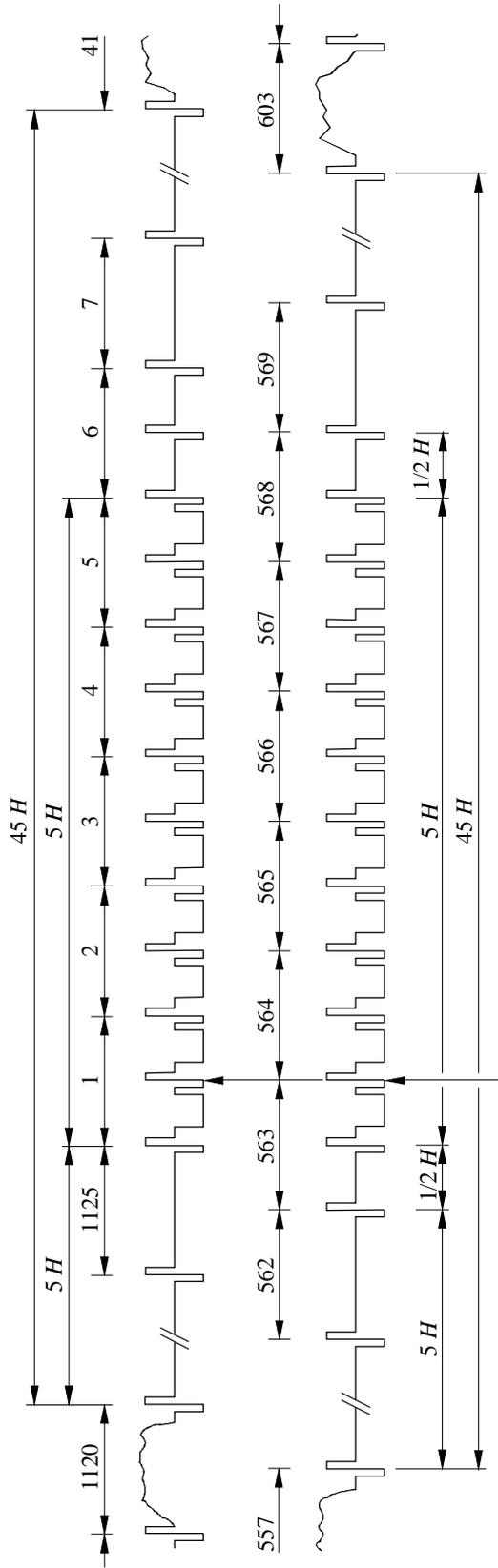
0709-04

TABLEAU 1

Spécification des niveaux et des durées du signal de synchronisation du système 1125/60/2:1
(Voir les Fig. 3 et 5)

Symbole	Paramètre	Valeur nominale	Intervalles d'horloge de référence	Tolérance
a	Largeur du signal de synchronisation, de ligne (négatif)	0,593 μs	44	$\pm 0,040 \mu\text{s}$
b	Fin de la vidéo active	1,185 μs	88	+0,080 $\mu\text{s}/- 0 \mu\text{s}$
c	Largeur du signal de synchronisation de ligne (positif)	0,593 μs	44	$\pm 0,040 \mu\text{s}$
d	Période de calage	1,778 μs	132	$\pm 0,040 \mu\text{s}$
e	Début de la vidéo active	2,586 μs	192	+0,080 $\mu\text{s}/- 0 \mu\text{s}$
f	Temps de montée/descente	0,054 μs	4	$\pm 0,020 \mu\text{s}$
$t_2 - t_1$	Symétrie du front avant	–	–	$\pm 0,002 \mu\text{s}$
S_m	Amplitude de l'impulsion négative	300 mV	–	$\pm 6 \text{ mV}$
S_p	Amplitude de l'impulsion positive	300 mV	–	$\pm 6 \text{ mV}$
V	Amplitude du signal vidéo	700 mV	–	–
–	Intervalle de suppression de trame	45 H/trame	99 000	–

FIGURE 5
 Forme d'onde du signal de synchronisation de trame
 pour le système 1125/60/2:1



Repère des temps pour la synchronisation de trame

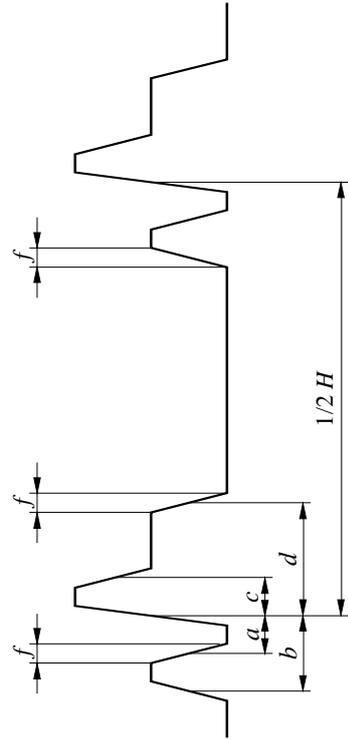


TABLEAU 2
Structure temporelle d'une ligne pour le système 1250/50/2:1
(Voir les Fig. 4, 6 et 7)

Point	Paramètre	Durée (µs)	Nombre d'échantillons à 2,25 MHz	Nombre d'échantillons à 72 MHz
1	Par ligne	32	72	2 304
2	Par ligne active ⁽¹⁾ – numérique – analogique	26,67 26,00	60 (58,5)	1 920 1 872
3	Signal de suppression de ligne ⁽²⁾ – numérique – analogique	5,33 6,00	12 (13,5)	384 432
4	Palier avant ⁽²⁾	0,89	2	64
5	Palier arrière ⁽²⁾	2,67	6	192
6	Demi-largeur du signal de synchronisation à 3 niveaux (synchro T)	0,89	2	64
7	Impulsion de trame	8,00	18	576

- ⁽¹⁾ La disposition relative des lignes actives (analogique et numérique) est supposée correspondre à la version adaptée à la Recommandation UIT-R BT.601 (Annexe 1, Partie A) (c'est-à-dire qu'elle est symétrique). La ligne active analogique est mesurée à mi-hauteur du signal après suppression de ligne. Les temps de montée et de descente sont considérés comme étant de 15 ns, sous réserve de confirmation. La suppression analogique devrait, de préférence, s'appliquer à la sortie studio ou à la sortie des équipements de reproduction.
- ⁽²⁾ Le palier avant est défini comme étant l'intervalle entre la fin de la partie active du signal vidéo et la demi-hauteur du front avant négatif de l'impulsion du signal de synchronisation à trois niveaux. De même, le palier arrière est l'intervalle entre la demi-hauteur du front arrière négatif du signal de synchronisation à trois niveaux et le début de la partie active du signal vidéo (voir la Fig. 6).

TABLEAU 3
Structure temporelle d'une trame pour le système 1250/50/2:1
(Voir les Fig. 7 et 8)

Point	Paramètre	Valeur/Description
1	Nombre total de lignes par image	1250
2	Nombre total de lignes par trame	625
3	Lignes actives par image	1152
4	Lignes actives par trame	576
5	Référence d'image O_V	O_H sur ligne 1
6	Indication d'image	Ligne 1250
7	Indication de trame	Ligne 625
8	Lignes actives trame 1	Lignes 45 ... 620 comprise
9	Lignes actives trame 2	Lignes 670 ... 1245 comprise
10	Suppression de trame	Lignes 1246 ... 44 et 621 ... 669 comprise

FIGURE 6
 Références temporelles du signal de synchronisation de ligne pour le système 1250/50/2:1 après la conversion N/A et avant suppression analogique finale

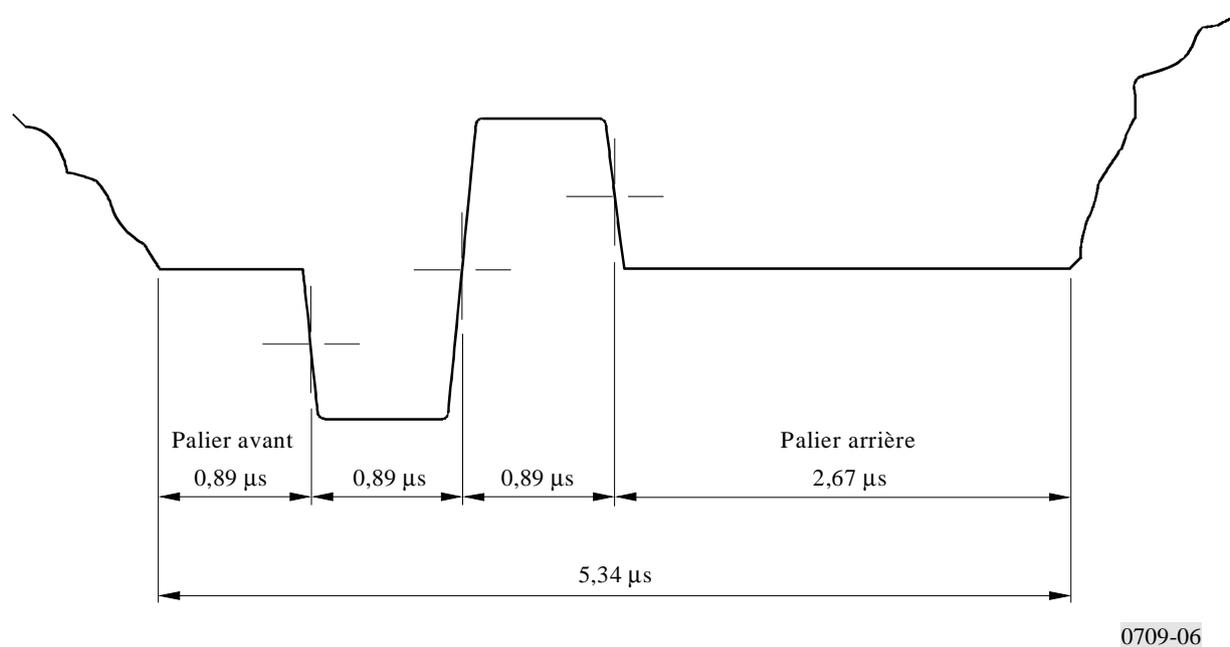


FIGURE 7
 Identification d'image et de trame pour le système 1250/50/2:1

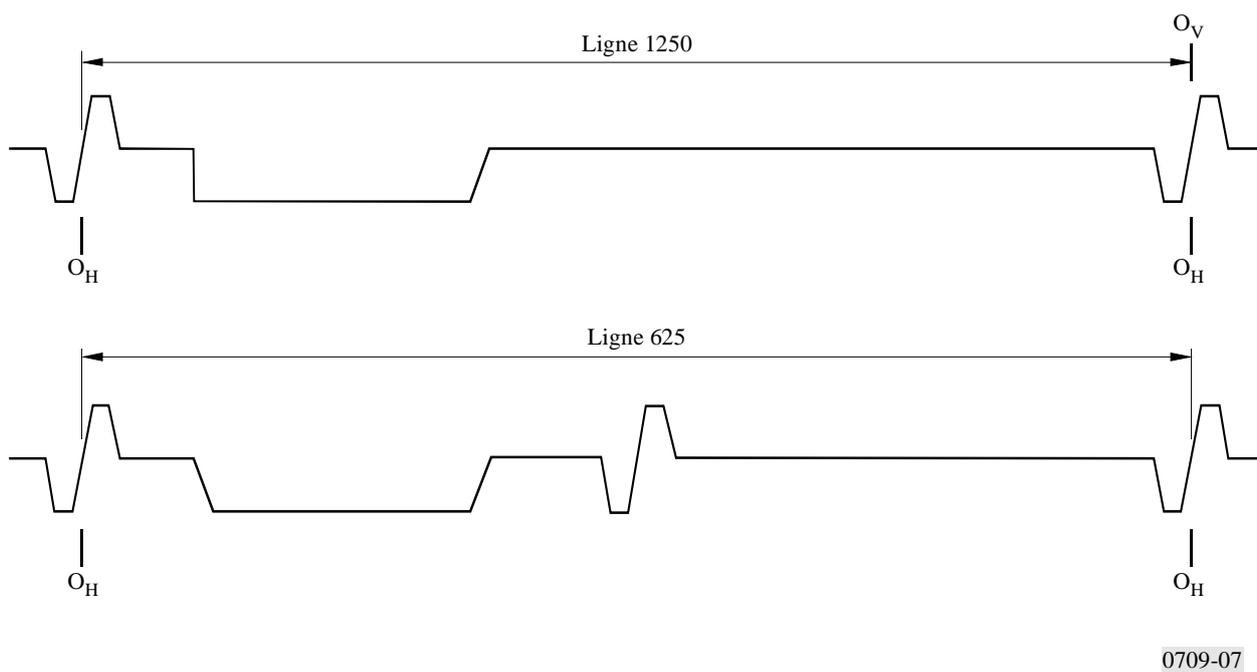
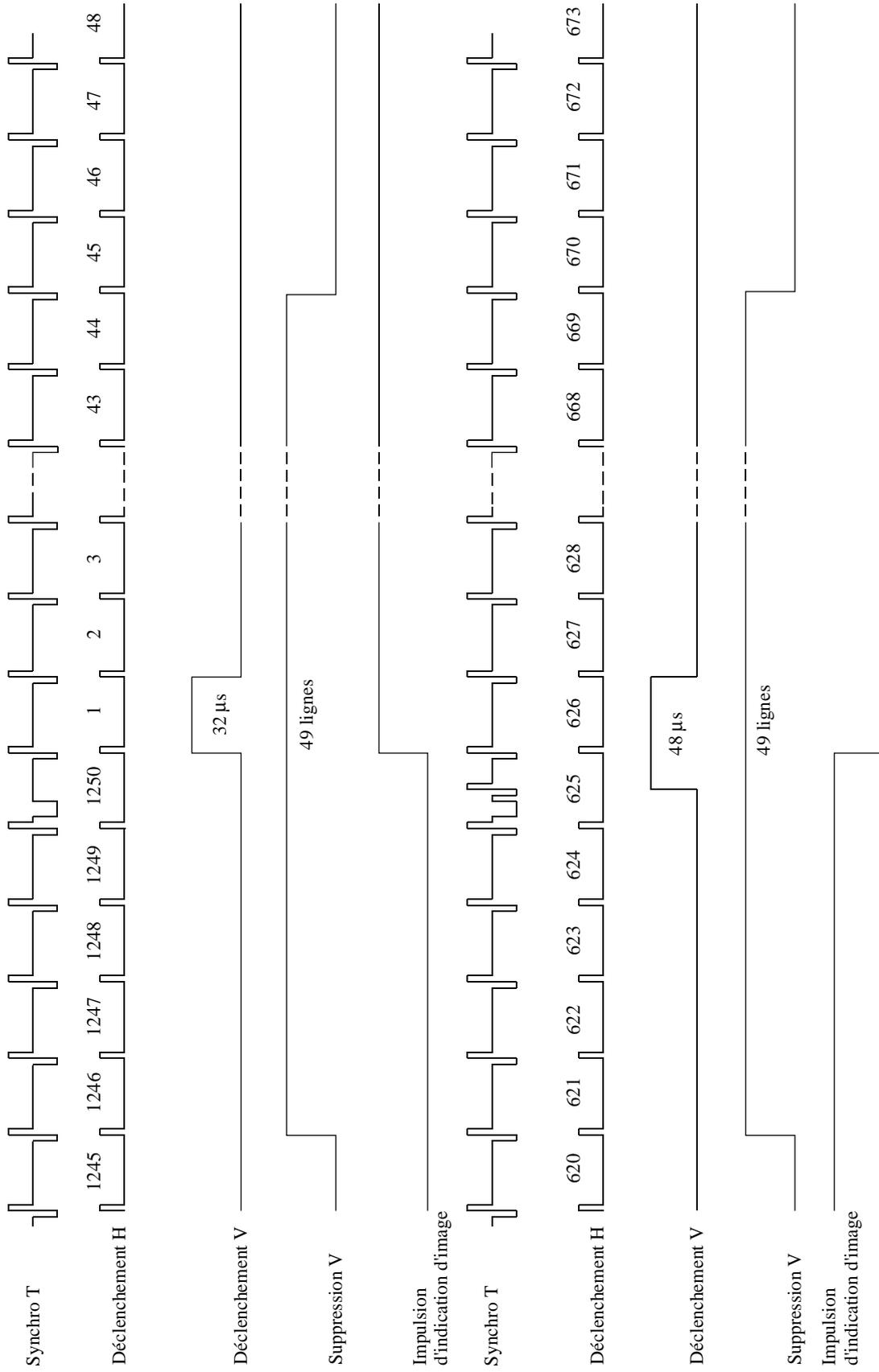


FIGURE 8
 Séquence des signaux pendant l'intervalle de suppression
 de trame pour le système 1250/50/2:1



6 Représentation numérique

Point	Paramètre	Valeur	
		1125/60/2:1	1250/50/2:1
6.1	Signaux codés	R, G, B , ou Y, C_B, C_R	
6.2	Grille d'échantillonnage – R, G, B, Y	Orthogonal, se répétant en ligne et en image	
6.3	Signal de grille d'échantillonnage – C_B, C_R	Orthogonal, se répétant en ligne et en image en coïncidence l'un avec l'autre et avec un échantillon de luminance Y sur deux ⁽¹⁾	
6.4	Fréquence d'échantillonnage (MHz) – R, G, B, Y	(Multiples de 2,25 MHz)	
		74,25 ± 0,001% (33 × 2,25)	72 ± 0,0001% (32 × 2,25)
6.5	Fréquence d'échantillonnage (MHz) – C_B, C_R	(Moitié de la fréquence d'échantillonnage de luminance)	
		37,125 ± 0,001% (33/2 × 2,25)	36 ± 0,0001% (32/2 × 2,25)
6.6	Nombre d'échantillons par ligne entière – R, G, B, Y – C_B, C_R	2 200 1 100	2 304 1 152
6.7	Nombre d'échantillons actifs par ligne – R, G, B, Y – C_B, C_R	1 920 960	
6.8	Format de codage	Linéaire, composante à 8 ou 10 bits	
6.9	Décalage entre la référence de synchronisation analogique O_H et les données vidéo (en périodes d'horloge)	192	256
6.10	Niveaux de quantification ⁽²⁾ – Niveau du noir R, G, B, Y – Niveau achromatique C_B, C_R – Crête nominale – R, G, B, Y – C_B, C_R	Codage à 8 bits 16 128 235 16 et 240	
6.11	Attribution des niveaux de quantification ⁽³⁾ – Données vidéo – Références de synchronisation ⁽²⁾	Codage à 8 bits de 1 à 254 0 et 255	
6.12	Caractéristiques du filtre ⁽⁴⁾ – R, G, B, Y – C_B, C_R	Voir la Fig. 9A Voir la Fig. 9B	Voir la Fig. 10A Voir la Fig. 10B

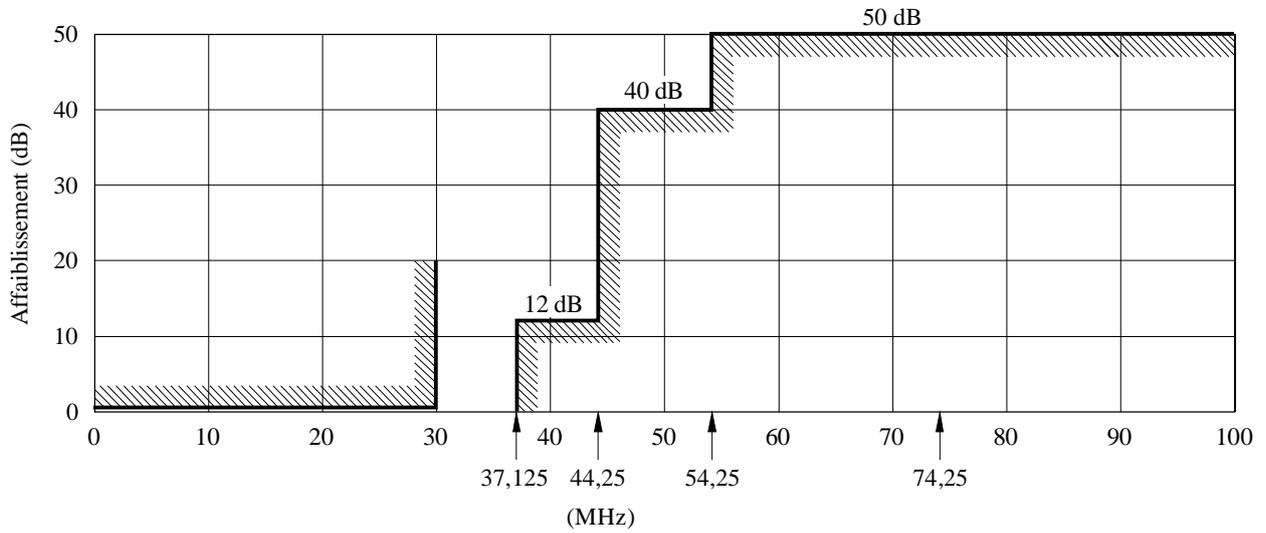
(1) Les premiers échantillons actifs de différence de couleur étant en coïncidence avec le premier échantillon actif de luminance.

(2) Pour le système 1125/60/2:1 – Dans le cas de la représentation à 10 bits, on ignore les deux LSB.

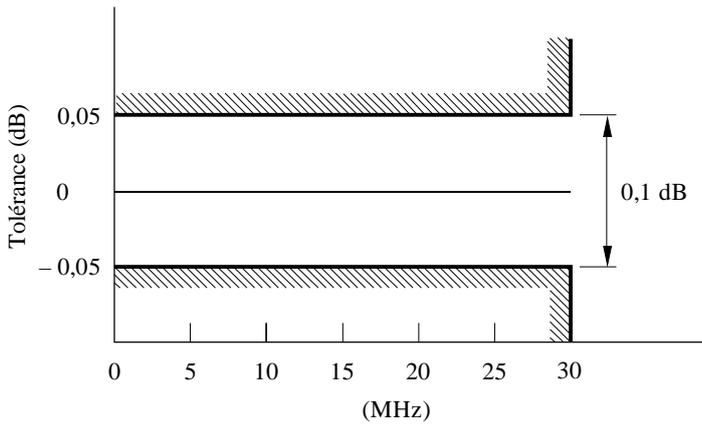
(3) Pour le système 1125/60/2:1 – Pour un codage à 10 bits, on ajoute deux LSB aux mots codés à 8 bits.
Pour le système 1250/50/2:1 – La représentation à 10 bits est à l'étude.

(4) Ces gabarits de filtres sont donnés à titre d'orientation.

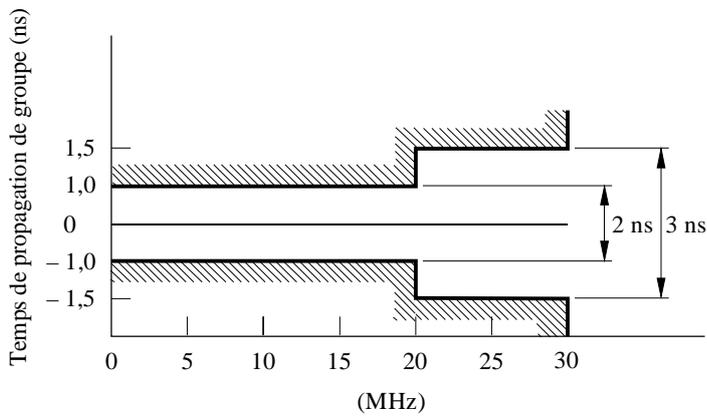
FIGURE 9A
 Caractéristiques de filtre pour les signaux *R, G, B* et *Y* pour
 le système 1125/60/2:1



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



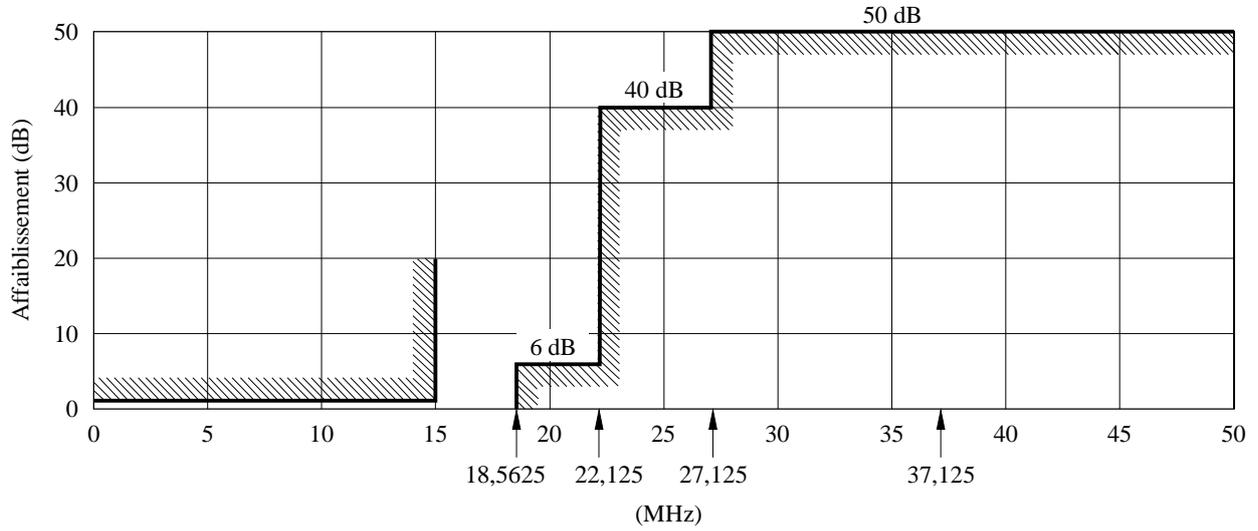
b) Tolérance d'ondulation dans la bande passante



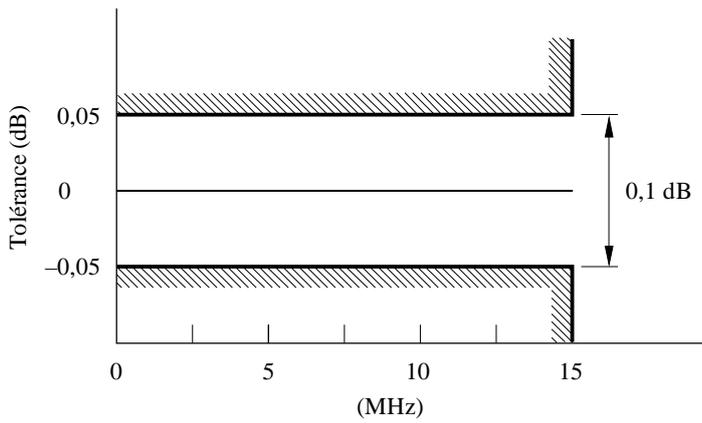
c) Tolérance de temps de propagation de groupe dans la bande passante

Note 1 – Les valeurs de fréquences les plus faibles indiquées en b) et c) sont de 100 kHz et non de 0 MHz.

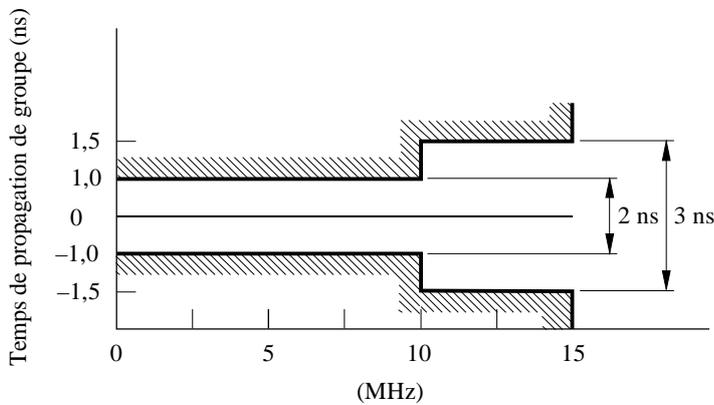
FIGURE 9B
 Caractéristiques de filtre pour les signaux C_B et C_R
 pour le système 1125/60/2:1



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



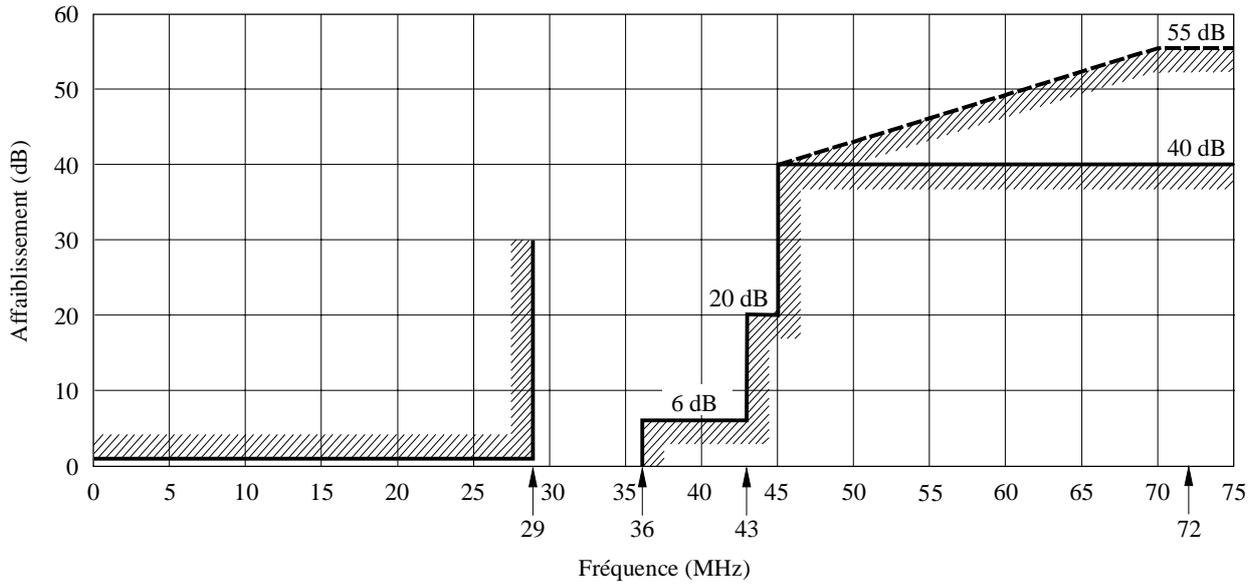
b) Tolérance d'ondulation dans la bande passante



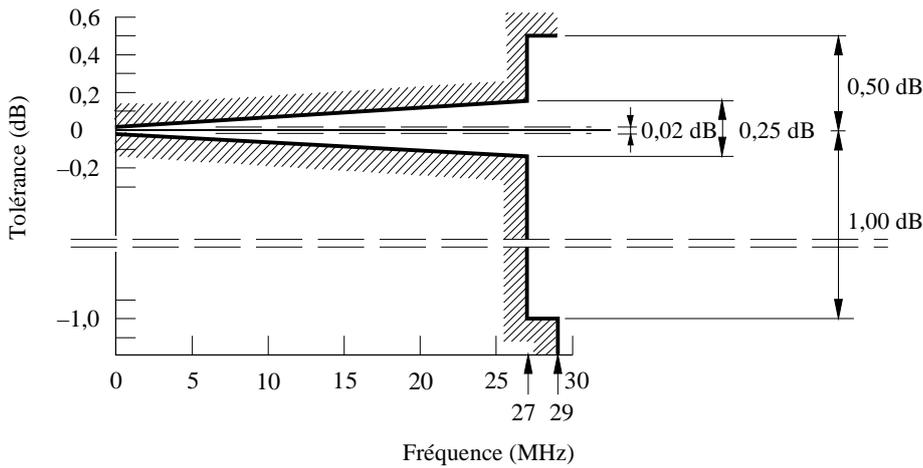
c) Tolérance de temps de propagation de groupe dans la bande passante

Note 1 – Les valeurs de fréquences les plus faibles indiquées en b) et c) sont de 100 kHz et non de 0 MHz.

FIGURE 10A
 Caractéristiques de filtre pour les signaux R, G, B et Y
 pour le système 1250/50/2:1



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

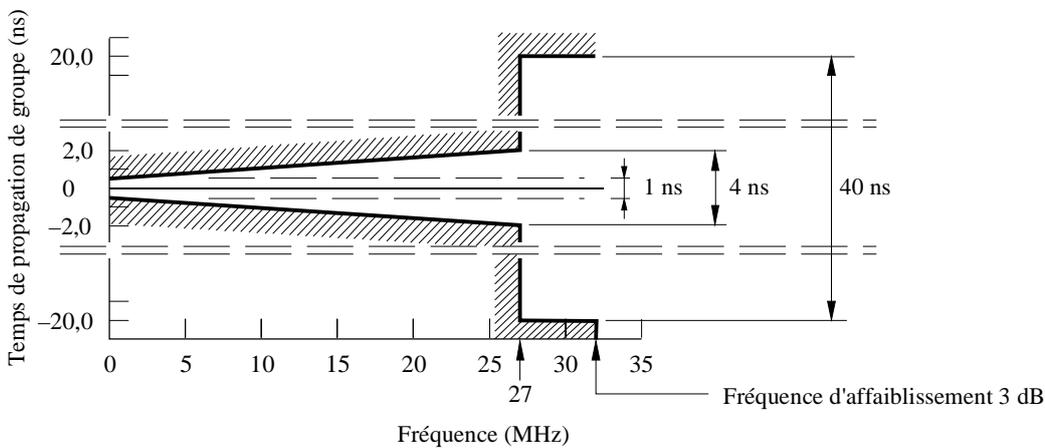


b) Tolérance d'ondulation dans la bande passante

Note 1 – Dans le cas numérique:

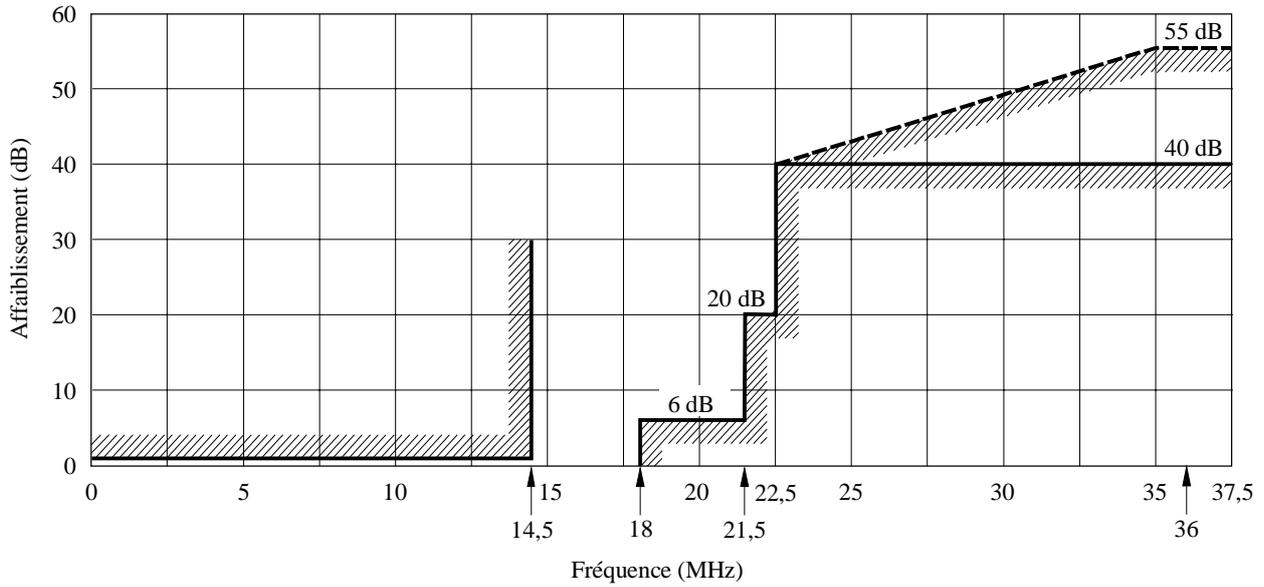
- l'affaiblissement d'insertion devrait être au moins 55 dB au-dessus de 70 MHz (gabarit en tireté);
- les pentes des caractéristiques amplitude/fréquence devraient être (sur une échelle linéaire) symétriques par rapport au point de demi-amplitude;
- la distorsion du temps de propagation de groupe devrait être, par conception, égale à 0.

Note 2 – L'ondulation et le temps de propagation sont définis par rapport à leurs valeurs à 5 kHz.

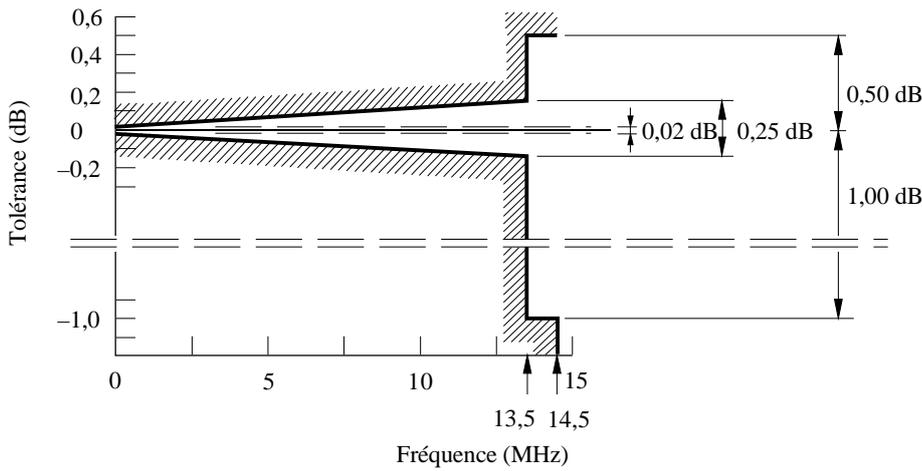


c) Tolérance de temps de propagation de groupe dans la bande passante

FIGURE 10B
Caractéristiques de filtre pour les signaux C_B et C_R
pour le système 1250/50/2:1



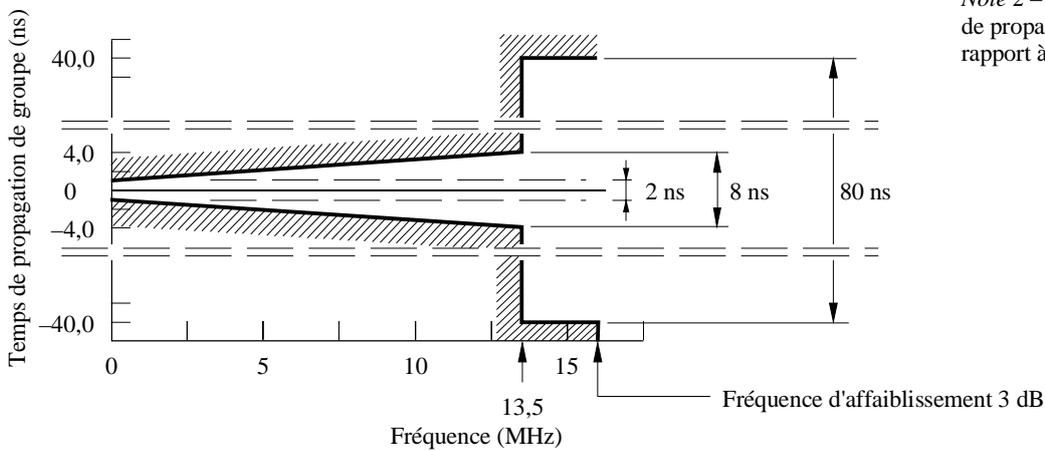
a) Gabarit pour la caractéristique affaiblissement d'insertion/fréquence



b) Tolérance d'ondulation dans la bande passante

Note 1 – Dans le cas numérique:
– l'affaiblissement d'insertion devrait être au moins 55 dB au-dessus de 35 MHz (gabarit en tireté);
– les pentes des caractéristiques amplitude/fréquence devraient être (sur une échelle linéaire) symétriques aux environs du point de demi-amplitude;
– la distorsion du temps de propagation de groupe devrait être, par conception, égale à 0.

Note 2 – L'ondulation et le temps de propagation sont définis par rapport à leurs valeurs à 5 kHz.



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

PARTIE 2

Système de TVHD avec format d'image commun à pixels carrés**Introduction**

D'après sa définition le format d'image commun doit se caractériser par des valeurs communes des paramètres d'image indépendantes de la fréquence d'image. La présente Partie contient les spécifications relatives aux fréquences suivantes: 60 Hz, 50 Hz, 30 Hz, 25 Hz, 24 Hz. Pour les systèmes fonctionnant à 60, 30 et 24 Hz, les fréquences d'image correspondantes divisées par 1,001 sont également indiquées. Les valeurs des paramètres relatifs à ces systèmes, dans le Tableau du § 6, figurent entre parenthèses.

La définition des images spécifie le mode de balayage progressif (P) ou entrelacé (I) de la prise de vues. Les images prises en mode de balayage progressif peuvent faire l'objet d'un transport dit progressif (P) ou d'un transport avec segmentation d'image (PsF, *progressive segmented frame*). Les images prises en mode de balayage entrelacé peuvent faire l'objet d'un transport à entrelacement (I). On trouvera à l'Annexe 1 une description du transport avec segmentation d'image.

On obtient ainsi les combinaisons suivantes de fréquence d'image et de type de transport:

Système	Prise de vues (Hz)	Transport
60/P	60, balayage progressif	Balayage progressif
30/P	30, balayage progressif	Balayage progressif
30/PsF	30, balayage progressif	Segmentation d'image
60/I	30, balayage entrelacé	Balayage entrelacé
50/P	50, balayage progressif	Balayage progressif
25/P	25, balayage progressif	Balayage progressif
25/PsF	25, balayage progressif	Segmentation d'image
50/I	25, balayage entrelacé	Balayage entrelacé
24/P	24, balayage progressif	Balayage progressif
24/PsF	24, balayage progressif	Segmentation d'image

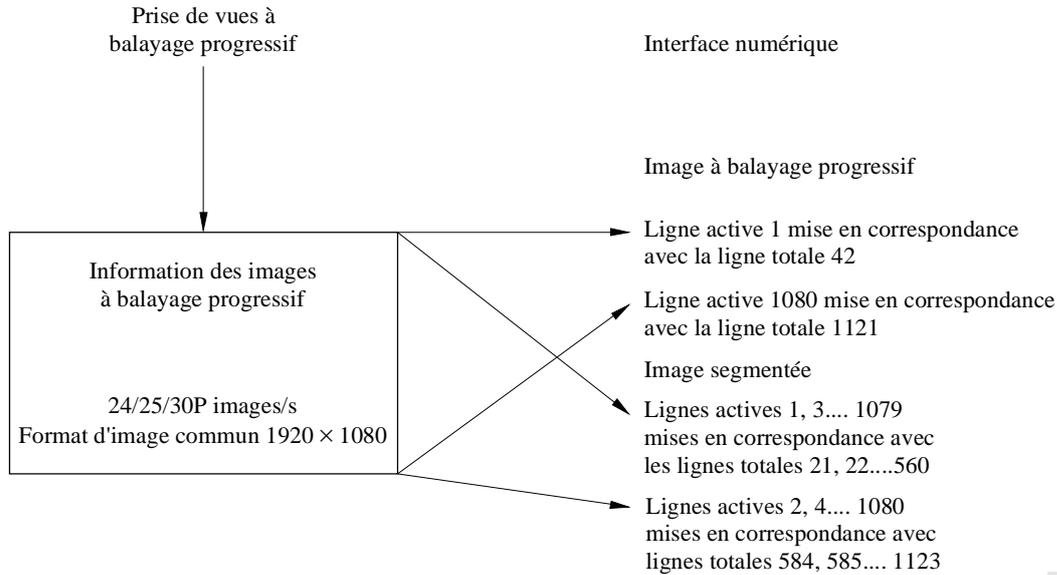
Lorsqu'une image prise en mode de balayage progressif fait l'objet d'un transport avec segmentation d'image ou lorsqu'un signal d'image segmentée est converti dans un format avec balayage progressif, les règles suivantes seront observées (voir la Fig. 11):

- les lignes seront numérotées séquentiellement depuis la partie supérieure jusqu'à la partie inférieure de l'image;
- les lignes actives 1 et 1080 de l'image prise en mode de balayage progressif correspondront respectivement aux lignes totales 42 et 1121 des 1125 lignes totales;
- les lignes actives impaires de l'image prise en mode de balayage progressif (1, 3, ..., 1079) correspondront aux lignes totales 21 à 560 de l'interface d'image segmentée;
- les lignes actives paires de l'image prise en mode de balayage progressif (2, 4, ..., 1080) correspondront aux lignes totales 584 à 1123 de l'interface d'image segmentée.

Compte tenu de ces règles, le transport avec segmentation d'image utilise le même numérotage de lignes que le transport avec balayage entrelacé.

FIGURE 11

Correspondance entre images à balayage progressif et interfaces de transport progressif et à segmentation d'image



0709-11

1 Conversion optoélectronique

Point	Paramètre	Système									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
1.1	Caractéristiques de transfert optoélectronique avant précorrection non linéaire	Supposée linéaire									
1.2	Caractéristiques de transfert optoélectronique globales à la source ⁽¹⁾	$V = 1,099 L^{0,45} - 0,099$ pour $1 \geq L \geq 0,018$ $V = 4,500 L$ pour $0,018 > L \geq 0$ où: L : luminance de l'image $0 \leq L \leq 1$ V : signal électrique correspondant									
1.3	Coordonnées de chromaticités (CIE, 1931)	x					y				
	Couleur primaire										
1.4	Chromaticité supposée pour des signaux primaires égaux (Blanc de référence)	D_{65}									
		x					y				
		0,3127					0,3290				
	$E_R = E_G = E_B$										

⁽¹⁾ Cette fonction de transfert optoélectronique représente une approximation raisonnable de la fonction de transfert nécessaire de façon à ce que les écrans à la source utilisés pendant la production, puissent afficher une image TV qui corresponde à l'affichage sur un écran de référence cathodique, utilisé pour une visualisation dans les conditions d'éclairage extrêmes qu'offre une salle de contrôle type d'un studio de production TV.

2 Caractéristiques de l'image

Point	Paramètre	Système									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
2.1	Format d'image	16:9									
2.2	Echantillons par ligne active	1 920									
2.3	Grille d'échantillonnage	Orthogonale									
2.4	Lignes actives par image	1080									
2.5	Rapport des dimensions de pixels	1:1 (pixels carrés)									

3 Format du signal

Point	Paramètre	Système									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
3.1	Précorrection non linéaire conceptuelle des signaux primaires	$\gamma = 0,45$ (Voir le point 1.2)									
3.2	Détermination du signal de luminance E'_Y	$E'_Y = 0,2126 E'_R + 0,7152 E'_G + 0,0722 E'_B$									
3.3	Détermination des signaux de différence de couleur (codage analogique)	$E'_{CB} = \frac{E'_B - E'_Y}{1,8556}$ $= \frac{-0,2126 E'_R - 0,7152 E'_G + 0,9278 E'_B}{1,8556}$ $E'_{CR} = \frac{E'_R - E'_Y}{1,5748}$ $= \frac{0,7874 E'_R - 0,7152 E'_G - 0,0722 E'_B}{1,5748}$									
3.4	Quantification des signaux <i>RVB</i> , de luminance et de différence de couleur ^{(1), (2)}	$D'_R = \text{INT} \left[(219 E'_R + 16) \cdot 2^{n-8} \right]$ $D'_G = \text{INT} \left[(219 E'_G + 16) \cdot 2^{n-8} \right]$ $D'_B = \text{INT} \left[(219 E'_B + 16) \cdot 2^{n-8} \right]$ $D'_Y = \text{INT} \left[(219 E'_Y + 16) \cdot 2^{n-8} \right]$ $D'_{CB} = \text{INT} \left[(224 E'_{CB} + 128) \cdot 2^{n-8} \right]$ $D'_{CR} = \text{INT} \left[(224 E'_{CR} + 128) \cdot 2^{n-8} \right]$									

3.5	Détermination des signaux de luminance et de différence de couleur via la quantification des signaux <i>RVB</i>	$D'_Y = \text{INT} \left[0,2126 D'_R + 0,7152 D'_G + 0,0722 D'_B \right]$ $D'_{CB} = \text{INT} \left[\left(-\frac{0,2126}{1,8556} D'_R - \frac{0,7152}{1,8556} D'_G + \frac{0,9278}{1,8556} D'_B \right) \cdot \frac{224}{219} + 2^{n-1} \right]$ $D'_{CR} = \text{INT} \left[\left(\frac{0,7874}{1,5748} D'_R - \frac{0,7152}{1,5748} D'_G - \frac{0,0722}{1,5748} D'_B \right) \cdot \frac{224}{219} + 2^{n-1} \right]$
-----	---	---

(1) «*n*» indique le nombre de bits du signal quantifié.

(2) L'opérateur INT renvoie la valeur 0 pour les parties décimales comprises entre 0 et 0,4999... et la valeur +1 pour les parties décimales comprises entre 0,5 et 0,9999..., c'est-à-dire arrondi à la valeur supérieure les parties décimales au-dessus de 0,5.

4 Représentation analogique

Point	Paramètre	Système									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
4.1	Niveau nominal (mV) E'_R, E'_G, E'_B, E'_Y	Noir de référence: 0 Blanc de référence: 700 (Voir Fig. 13B)									
4.2	Niveau nominal (mV) E'_{C_B}, E'_{C_R}	± 350 (Voir Fig. 13B)									
4.3	Format du signal de synchronisation	Bipolaire à trois niveaux (Voir Fig. 13A)									
4.4	Référence temporelle de la synchronisation de ligne	O_H (Voir Fig. 13A)									
4.5	Niveau de synchronisation (mV)	± 300 ± 2%									
4.6	Structure du signal de synchronisation	Synchronisation sur toutes les composantes (Voir Tableau 4, Fig. 12 et 13)									
4.7	Intervalle de suppression de trame	(Voir Tableau 4, Fig. 12 et 13)									

5 Représentation numérique

Point	Paramètre	Système									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
5.1	Signaux codés	<i>R, G, B</i> ou <i>Y, C_B, C_R</i>									
5.2	Grille d'échantillonnage – <i>R, G, B, Y</i>	Orthogonal, se répétant en ligne et en image									
5.3	Grille d'échantillonnage – <i>C_B, C_R</i>	Orthogonal, se répétant en ligne et en image en coïncidence l'un avec l'autre et avec un échantillon de luminance <i>Y</i> ⁽¹⁾									
5.4	Nombre d'échantillons actifs par ligne – <i>R, G, B, Y</i> – <i>C_B, C_R</i>	1 920 960									
5.5	Format de codage	Linéaire, composante à 8 ou 10 bits									
5.6	Niveaux de quantification – Niveau du noir <i>R, G, B, Y</i> – Niveau achromatique <i>C_B, C_R</i> – Crête nominale – <i>R, G, B, Y</i> – <i>C_B, C_R</i>	Codage à 8 bits					Codage à 10 bits				
		16 128 235 16 et 240					64 512 940 64 et 960				
5.7	Attribution des niveaux de quantification – Données vidéo – Référence de synchronisation	Codage à 8 bits					Codage à 10 bits				
		1 à 254 0 et 255					4 à 1 019 0-3 et 1 020-1 023				
5.8	Caractéristiques du filtre ⁽²⁾ – <i>R, G, B, Y</i> – <i>C_B, C_R</i>	voir Fig. 14A voir Fig. 14B									

(1) Les premiers échantillons actifs de différence de couleur sont en coïncidence avec le premier échantillon actif de luminance.

(2) Ces gabarits de filtre sont donnés à titre d'orientation.

6 Caractéristiques de balayage de l'image

Point	Paramètre	Système									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
6.1	Ordre de balayage des échantillons	De gauche à droite et de haut en bas Pour les systèmes à entrelacement, 1 ^è ligne active de la trame 1 en haut de l'image									
6.2	Nombre total de lignes	1125									
6.3	Fréquence de trame/d'image/ de segment (Hz)	60 (60/1,001)	30 (30/1,001)	60 (60/1,001)	50	25	50	24 (24/1,001)	48 (48/1,001)		
6.4	Rapport d'entrelacement	1:1			2:1	1:1		2:1	1:1		
6.5	Fréquence d'image (Hz)	60 (60/1,001)	30 (30/1,001)		50	25		24 (24/1,001)			
6.6	Fréquence de ligne ⁽¹⁾ (Hz)	67 500 (67 500/1,001)	33 750 (33 750/1,001)		56 250	28 125		27 000 (27 000/1,001)			
6.7	Nombre d'échantillons par ligne – <i>R, G, B, Y</i> – <i>C_B, C_R</i>	2 200 1 100			2 640 1 320		2 750 1 375				
6.8	Largeur de bande nominale de signal analogique ⁽²⁾ (MHz)	60	30		60	30					
6.9	Fréquence d'échantillonnage – <i>R, G, B, Y</i> (MHz)	148,5 (148,5/1,001)	74,25 (74,25/1,001)		148,5	74,25		74,25 (74,25/1,001)			
6.10	Fréquence d'échantillonnage ⁽³⁾ – <i>C_B, C_R</i> (MHz)	74,25 (74,25/1,001)	37,125 (37,125/1,001)		74,25	37,125		37,125 (37,125/1,001)			

(1) La tolérance sur les fréquences est de $\pm 0,001\%$.

(2) Largeur de bande définie pour toutes les composantes.

(3) Les fréquences d'échantillonnage C_B, C_R sont égales à la moitié de la fréquence d'échantillonnage de la luminance.

TABLEAU 4
Spécification des niveaux et des durées du signal de synchronisation de ligne
(Voir les Fig. 12 et 13)

Symbole	Paramètre	Système									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
T	Intervalle d'horloge de référence (μs)	1/148,5 (1,001/148,5)	1/74,25 (1,001/74,25)			1/148,5	1/74,25			1/74,25 (1,001/74,25)	
a	Largeur du signal de synchronisation de ligne (négatif) ⁽¹⁾ (T)	44 \pm 3									
b	Fin de la vidéo active ⁽²⁾ (T)	88 $\begin{smallmatrix} +6 \\ -0 \end{smallmatrix}$				528 $\begin{smallmatrix} +6 \\ -0 \end{smallmatrix}$				638 $\begin{smallmatrix} +6 \\ -0 \end{smallmatrix}$	
c	Largeur du signal de synchronisation de ligne (positif) (T)	44 \pm 3									
d	Période de calage (T)	132 \pm 3									
e	Début de la vidéo active (T)	192 $\begin{smallmatrix} +6 \\ -0 \end{smallmatrix}$									
f	Temps de montée/descente (T)	4 \pm 1,5									
–	Intervalle de ligne active (T)	1 920 $\begin{smallmatrix} +0 \\ -12 \end{smallmatrix}$									
S_m	Amplitude de l'impulsion négative (mV)	300 \pm 6									
S_p	Amplitude de l'impulsion positive (mV)	300 \pm 6									
V	Amplitude du signal vidéo (mV)	700									
H	Intervalle de ligne entière (T)	2200				2640				2750	
g	Intervalle de demi-ligne (T)	1100				1320				1375	
h	Largeur du signal de synchronisation verticale (T)	1 980 \pm 3		880 \pm 3		1 980 \pm 3		880 \pm 3		1 980 \pm 3	880 \pm 3
k	Fin du signal de synchronisation verticale (T)	88 \pm 3				528 \pm 3		308 \pm 3		638 \pm 3	363 \pm 3

(1) « T » correspond à la durée d'une horloge de référence ou à l'inverse de la fréquence d'horloge.

(2) Une «ligne» commence à la référence du signal de synchronisation O_H (comprise), et se termine juste avant la référence suivante O_H (non comprise).

FIGURE 12A
 Forme d'onde du signal de synchronisation de trame/d'image/de segment

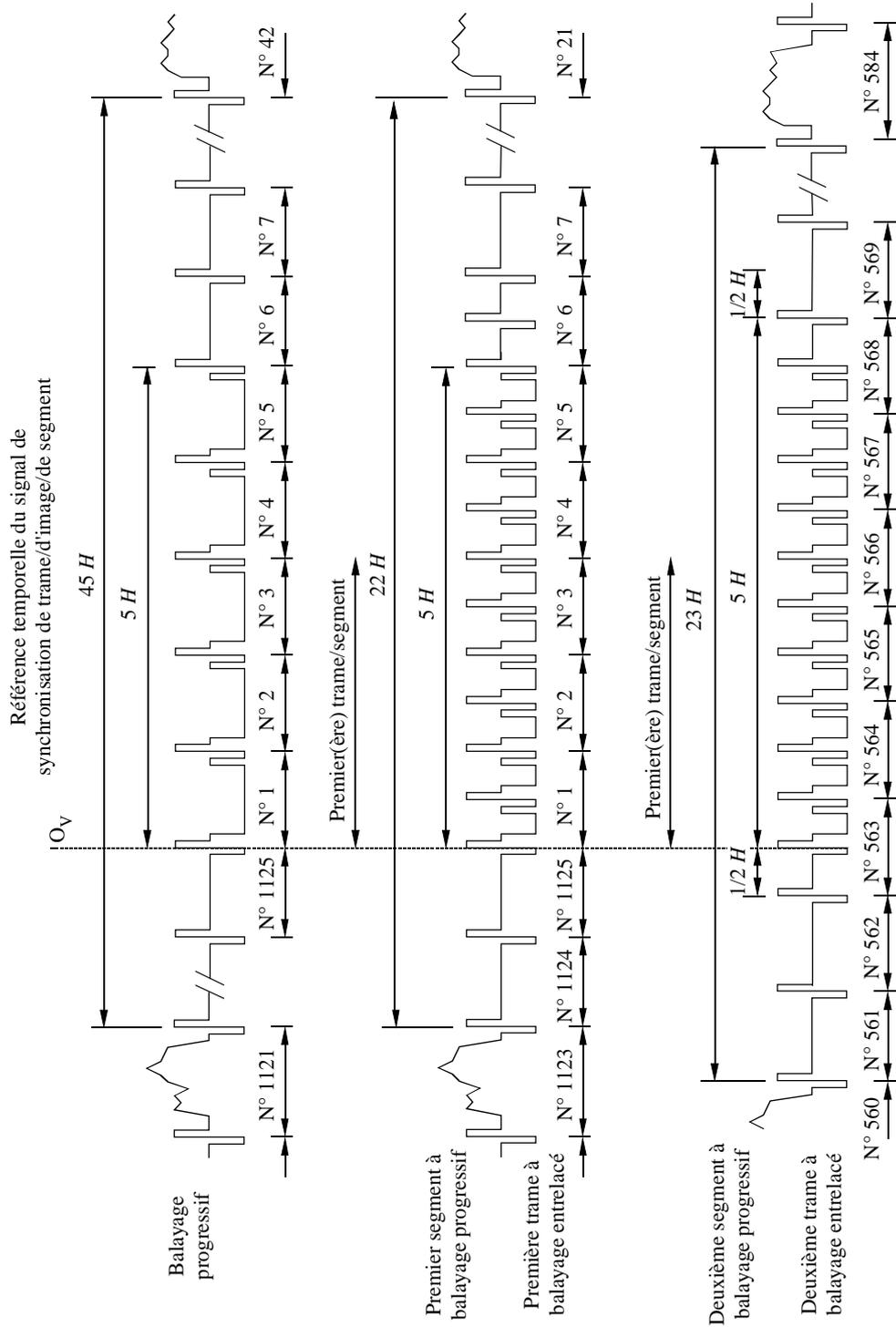
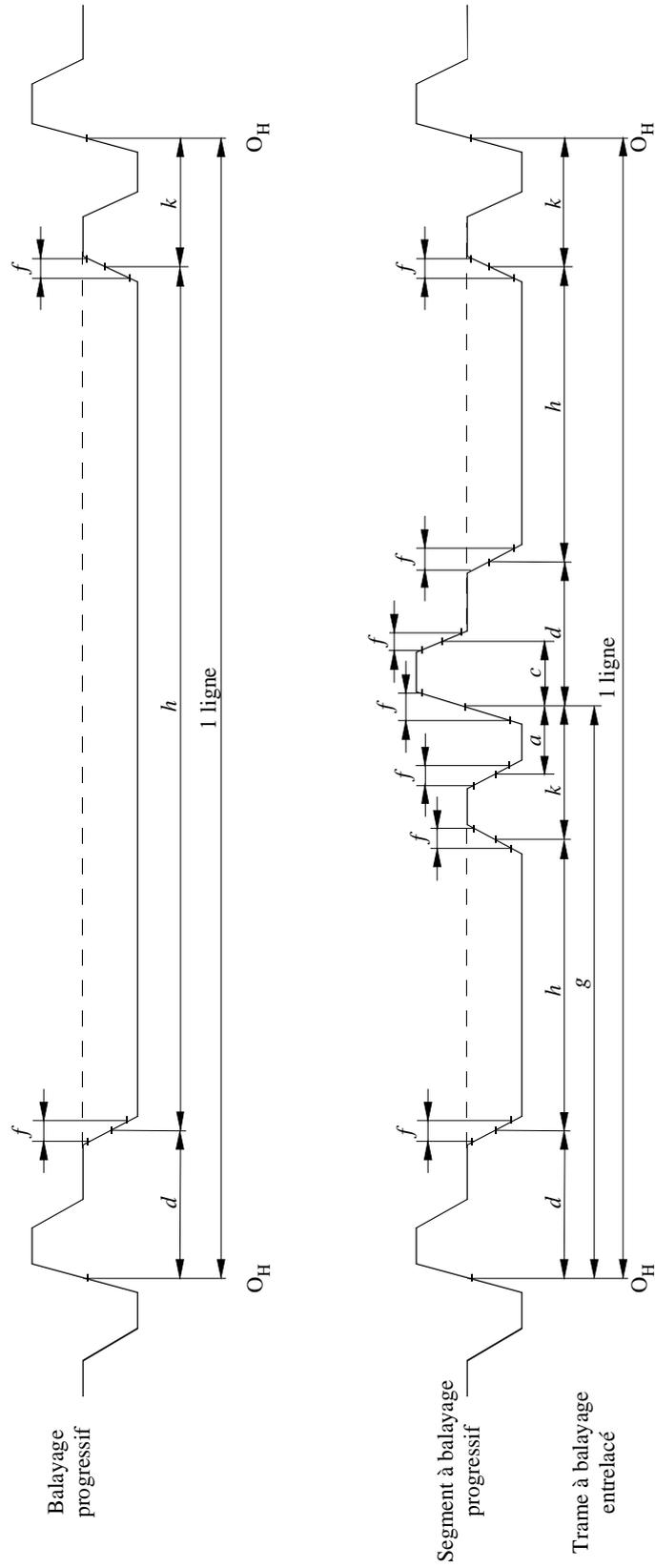


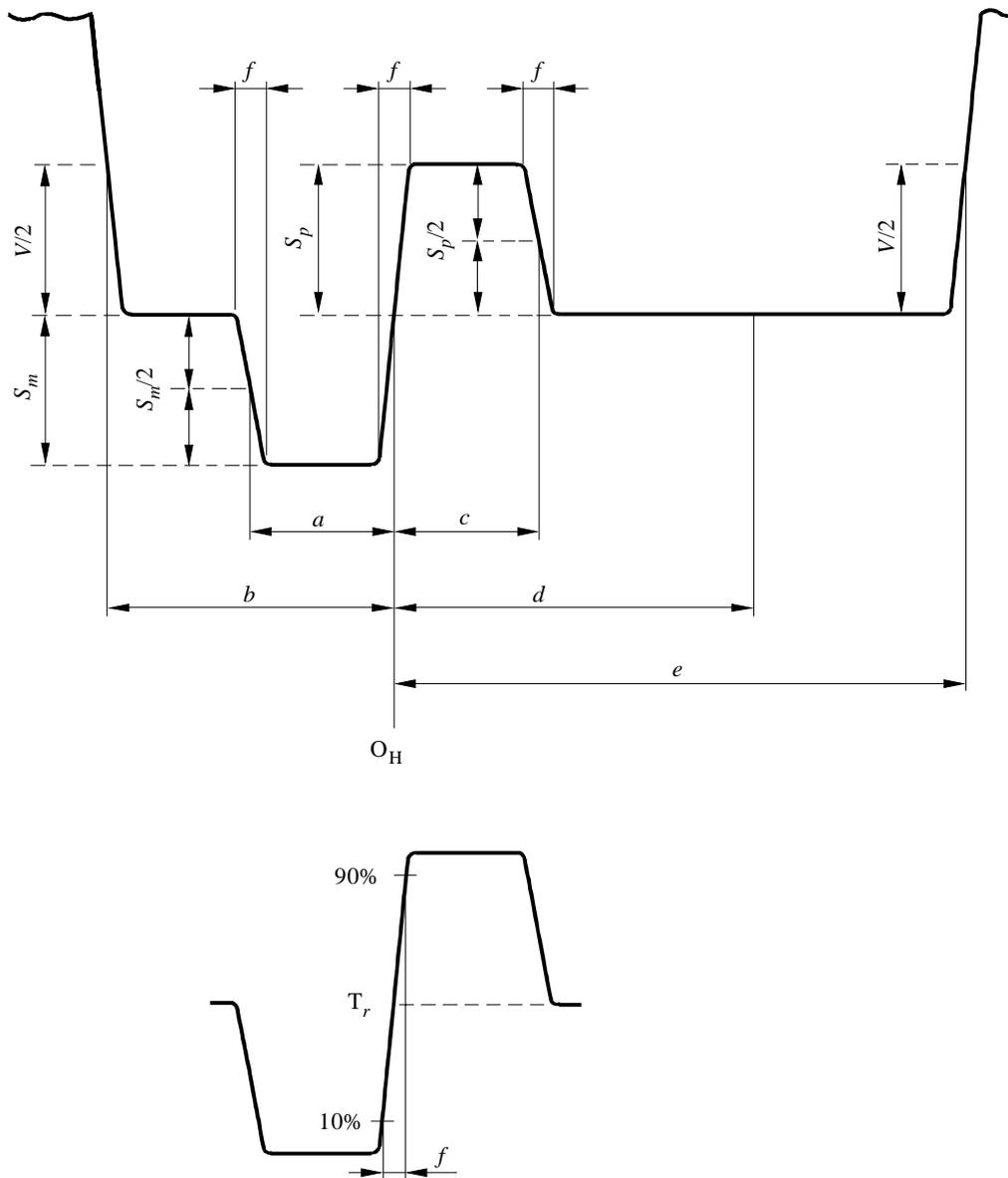
FIGURE 12B
 Détail de la forme d'onde du signal de synchronisation de trame/d'image/de segment



0709-12B

FIGURE 13A

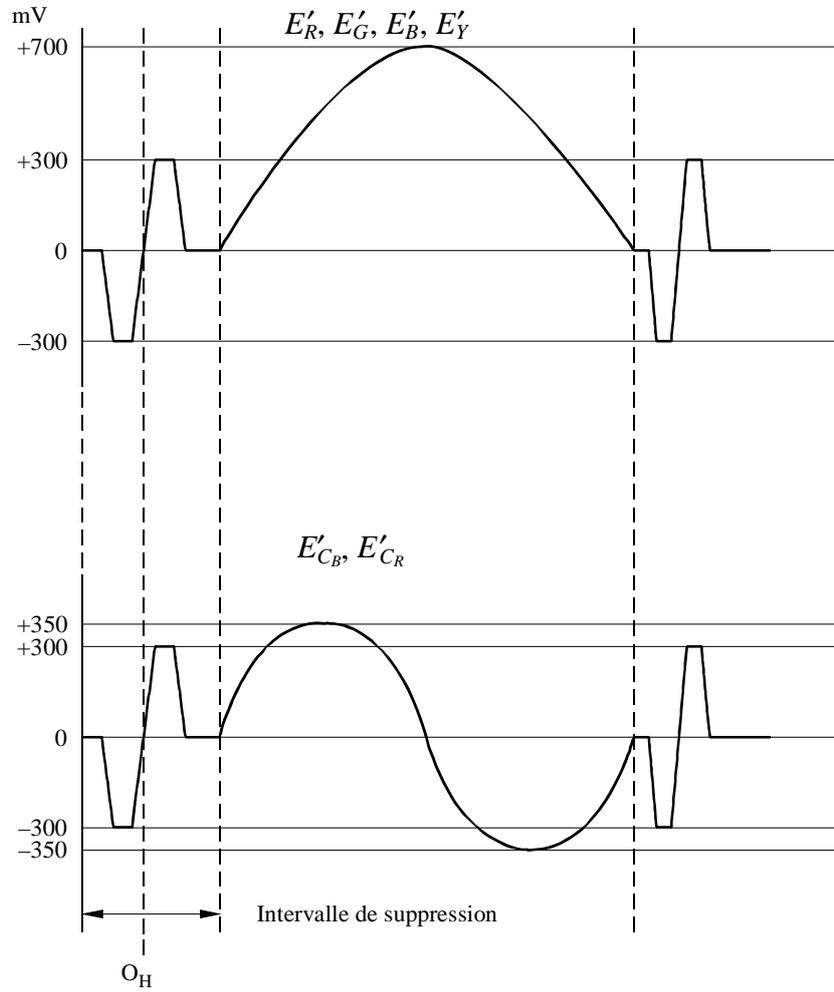
Forme d'onde du signal de synchronisation de ligne



(La forme d'onde présente une symétrie par rapport au point T_r)

FIGURE 13B

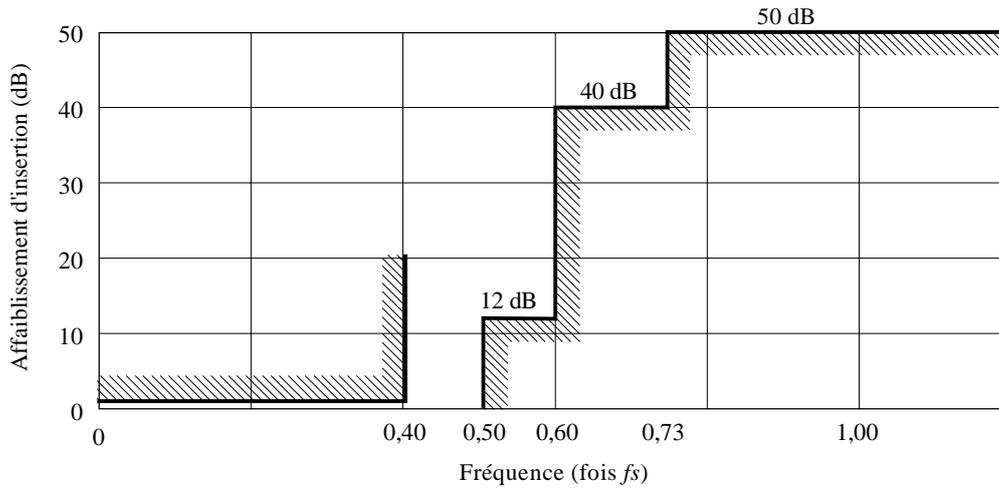
Niveau de synchronisation sur les signaux en composantes



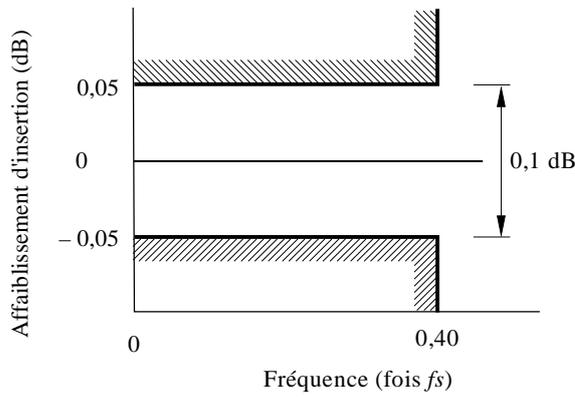
0709-013B

FIGURE 14A

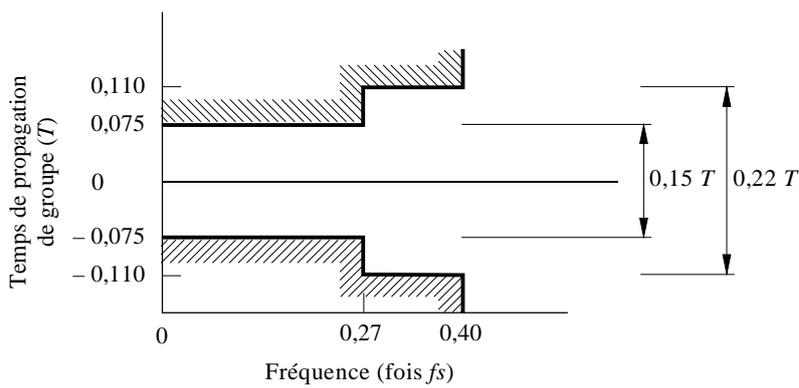
Caractéristiques indicatives du filtre pour les signaux *R*, *G*, *B* et *Y* (pour information)



a) Gabarit pour l'affaiblissement d'insertion



b) Tolérance d'ondulation dans la bande passante



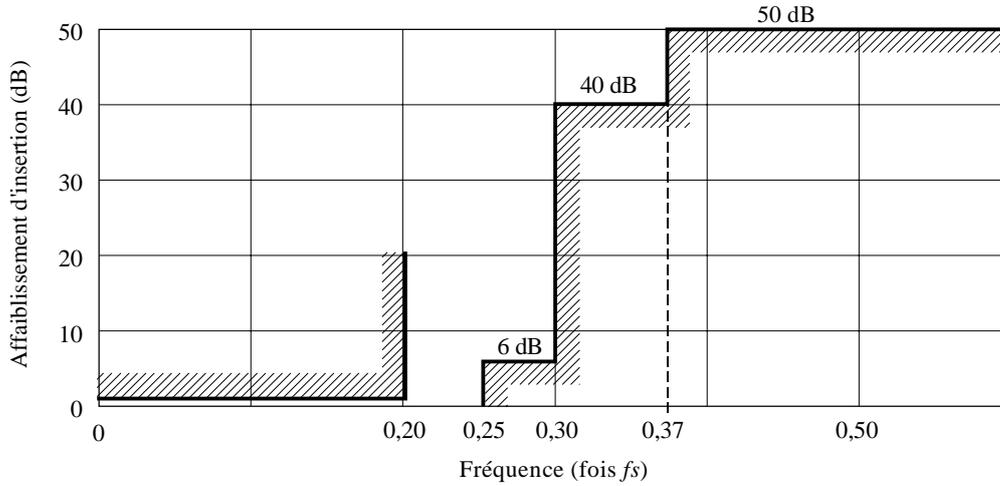
c) Temps de propagation de groupe dans la bande passante

Note 1 – f_s désigne la fréquence d'échantillonnage de luminance dont la valeur est donnée au point 6.9, Partie 2.

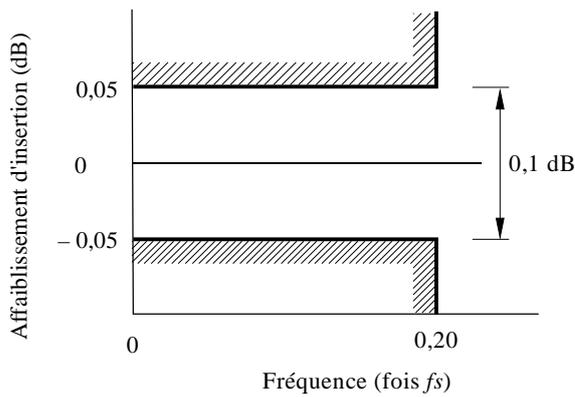
Note 2 – L'ondulation et le temps de propagation de groupe sont spécifiés par rapport à leur valeur à 100 kHz.

FIGURE 14B

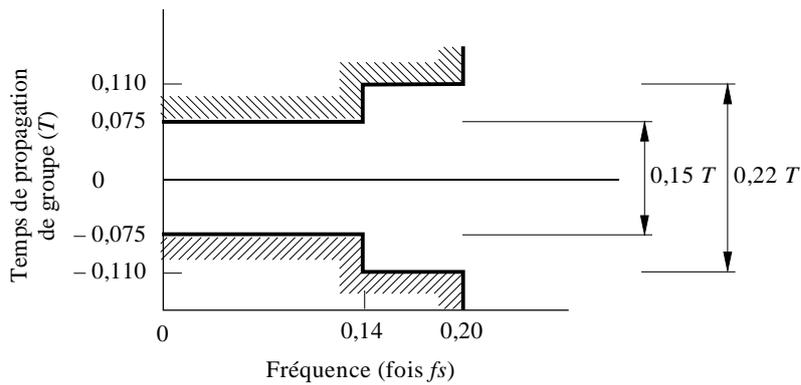
Caractéristiques indicatives du filtre pour les signaux C_B et C_R (pour information)



a) Gabarit pour l'affaiblissement d'insertion



b) Tolérance d'ondulation dans la bande passante



c) Temps de propagation de groupe dans la bande passante

Note 1 – f_s désigne la fréquence d'échantillonnage de luminance dont la valeur est donnée au point 6.9, Partie 2.

Note 2 – L'ondulation et le temps de propagation de groupe sont spécifiés par rapport à leur valeur à 100 kHz.

Annexe 1 à la Partie 2

Image segmentée (voir la Note 1)

NOTE 1 – Dans le contexte de la présente Recommandation l'expression «image segmentée» est censée indiquer qu'une image a été prise en mode de balayage progressif, puis transportée sous forme de deux segments, chacun contenant respectivement les lignes impaires et les lignes paires de l'image à balayage progressif.

1 Généralités

Les systèmes de télévision couramment en service utilisent généralement les techniques de prise de vues (acquisition) et de transmission avec balayage entrelacé. Les fréquences d'image/de trame sont normalement de 50/60 Hz, fréquence dont l'application à des dispositifs de visualisation à tube à rayons cathodiques n'exige aucune correction de papillotement. Les systèmes de télévision de l'avenir prendront conjointement en charge les techniques de prise de vues et de visualisation avec balayage progressif et avec balayage entrelacé.

Ces systèmes futurs prendront en charge non seulement les techniques susmentionnées de prise de vues et de visualisation, mais aussi des fréquences d'image étendues, ainsi que de nouvelles technologies de visualisation. Pendant un certain nombre d'années technologies «anciennes» et «nouvelles» sont appelées à se côtoyer.

En particulier, la technologie PsF de l'image segmentée à balayage progressif est destinée à être mise en œuvre uniquement aux fréquences d'image inférieures ou égales à 30 Hz.

Les programmes de télévision sont réalisés dans une proportion importante sur des films dont la fréquence d'image est de 24 images/s, et parfois de 30 images/s. La pratique antérieure consistait à réaliser la postproduction en montant le film de façon à obtenir un programme entier sur pellicule cinématographique. Le film obtenu en définitive pouvait ensuite être transféré sur bande vidéo à 60 Hz par la technique de conversion dite «3:2 pull down». Pour les systèmes de télévision à 25 Hz, le transfert pouvait s'effectuer en visualisant à 25 images/s le film produit avec une fréquence de 24 images/s.

Le transfert du film sur bande vidéo 60 Hz (fréquence de trame) à balayage entrelacé, en vue d'une postproduction ultérieure, est une opération courante. Une fois le transfert effectué, les listes de montage sont établies sur la base de la fréquence (fréquence de trame) vidéo, et non d'après la fréquence d'origine de 24 Hz. La conversion du film à 24 Hz en bande vidéo à 60 Hz (fréquence de trame) se heurte à un certain nombre d'obstacles pratiques, tels que l'équilibrage du procédé de conversion «3:2 pull down», le montage de trames segmentées, etc. De plus l'obtention de copies sur bande vidéo 25 Hz exige soit une nouvelle mise en conformité, soit une conversion de normes de 30 Hz à 25 Hz, avec une perte de qualité.

Il existe dès maintenant des équipements qui permettront de réaliser le transfert, la postproduction et la distribution mondiale de programmes d'origine cinématographique, dont la fréquence d'image d'origine est de 24 images/s.

2 Production de bandes vidéo à 24 images/s

L'utilisation du format d'image commun 1920×1080 permet de transférer des films par la technique de prise de vues à balayage progressif. Ce type de transfert assurera l'obtention de la résolution de prise de vues la plus élevée, sans devoir faire appel au procédé de conversion «3:2 pull-down», ainsi que la création de versions à 30 Hz et à 25 Hz à partir d'une seule copie maîtresse sans perte de qualité d'image.

Il est possible d'obtenir la copie à la fréquence d'image de 30 Hz en faisant défiler l'original à 24 trames par seconde, tout en insérant l'opération de conversion «3:2 pull-down». Cette façon de procéder présente l'avantage de maintenir l'exécution de la conversion «3:2 pull-down» pendant la phase de lecture, de telle sorte qu'aucun traitement ultérieur de l'image, par exemple un codage MPEG, ne sera affecté par des discontinuités liées à la transformation 3:2.

Il est possible de créer la copie à la fréquence d'image de 25 Hz simplement en lisant à nouveau le film original 24 Hz, mais en le passant à une fréquence d'image légèrement accrue de 25 Hz, sans perte de qualité d'image.

De plus pour le simple transfert d'un programme produit sur film, la prise de vues électronique se fera vraisemblablement à raison de 24 images/s, ce qui fournira à la communauté des producteurs de programmes de télévision un nouvel outil supplémentaire d'intégration transparente des images de différentes provenances.

3 Compatibilité des signaux à balayage progressif/entrelacé

Le monde de la postproduction est tenu dans un avenir prévisible de répondre aux besoins liés à l'utilisation des formats de signaux de télévision à balayage progressif et entrelacé. Aussi tout nouveau format de signal comme le 24P, à la fréquence d'image du film d'origine, devra nécessairement coexister avec les formats de signal avec balayage entrelacé des systèmes de télévision à 25 Hz et à 30 Hz. La surveillance des systèmes de télévision à 24 images/s pose notamment le problème du papillotement de l'image observé lorsqu'on visualise un signal de ce type sur un écran cathodique. Les systèmes à entrelacement réduisent au minimum ce papillotement en régénérant le matériel fluorescent tous les $60^{\text{e}}/50^{\text{e}}$ de seconde. On dispose d'au moins deux solutions pour résoudre le problème de papillotement posé par les systèmes à 24 images/s: équiper chaque moniteur d'une mémoire vidéo ou bien fournir au moniteur un signal d'émulation de la fréquence de régénération d'entrelacement.

Les formats de transmission 24PsF/25PsF/30PsF seront employés conjointement avec des dispositifs de contrôle dont les fréquences de régénération du signal permettront un contrôle direct de la fréquence d'image d'origine de l'enregistrement.

Il convient d'observer que dans certains cas les utilisateurs peuvent souhaiter visionner les programmes de télévision 24 images/30 images à des fréquences d'image autres que la fréquence d'origine.

L'utilisation des formats 24PsF/25PsF/30PsF ne limite aucunement les possibilités de contrôle du signal par les systèmes de visualisation plus récents par panneaux plats.

Il existe une autre utilisation potentielle des formats de transmission 24PsF/25PsF/30PsF dans le domaine des commutateurs numériques de postproduction. La mise au point d'un commutateur commun adapté aux signaux à balayage entrelacé et progressif est économiquement faisable et répond aux besoins des usagers qui souhaitent utiliser ces deux formats sur un même équipement. Un signal entrelacé et un signal PsF ont la même interface numérique et ne diffèrent que par le contenu du signal.

4 Correspondances entre les signaux

Le format de transmission 24PsF/25PsF/30PsF établit une correspondance entre une image à balayage progressif et une interface série numérique à balayage entrelacé telle qu'elle est définie dans la présente Recommandation (voir la Fig. 11).

La convention de numérotation des lignes pour la prise de vues et la transmission des images est présentée dans l'introduction de la Partie 2 (voir aussi la Fig. 11).

Le format PsF utilise les mêmes numéros de ligne pour acheminer le format d'image segmentée.

Le format sF n'est lié à aucune caractéristique du format d'image à balayage entrelacé. Il constitue un moyen d'acheminer une image à balayage progressif prise à une fréquence de 24/25/30 Hz. La prise de vues à ces faibles fréquences d'image peut devoir donner lieu à des dispositions spéciales de contrôle. Le format de transmission sF est censé fournir une solution économique, tout en maintenant la compatibilité avec les systèmes à entrelacement.
