

SECTION 11B: TÉLÉVISION NUMÉRIQUE

RECOMMANDATION UIT-R BT.601-5

**PARAMÈTRES DE CODAGE EN STUDIO DE LA TÉLÉVISION NUMÉRIQUE
POUR DES FORMATS STANDARDS D'IMAGE 4:3 (NORMALISÉ)
ET 16:9 (ÉCRAN PANORAMIQUE)**

(Question UIT-R 206/11)

(1982-1986-1990-1992-1994-1995)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les radiodiffuseurs et les producteurs de programmes de télévision ont intérêt à ce que les normes numériques pour les studios aient le plus grand nombre de valeurs de paramètres essentiels qui soient communes aux systèmes à 525 lignes et à 625 lignes;
- b) qu'une approche conduisant à des solutions numériques compatibles au niveau mondial permettra le développement d'équipements présentant de nombreux éléments communs, entraînera des économies d'exploitation et facilitera l'échange international des programmes;
- c) qu'il est souhaitable d'établir une famille extensible de normes compatibles de codage numérique. Les niveaux de cette famille pourraient correspondre à différents niveaux de qualité et formats, faciliter les traitements complémentaires qui sont rendus nécessaires par les techniques actuelles de production et répondre aux besoins futurs;
- d) qu'un système fondé sur le codage des composantes est en mesure d'atteindre ces objectifs;
- e) que la coïncidence spatiale des échantillons représentant les signaux de luminance et de différence de couleur (ou, le cas échéant, les signaux rouge, vert et bleu) facilite le traitement des composantes numériques, nécessité par les techniques de production actuelles,

recommande

que les considérations suivantes servent de base aux normes de codage numérique pour les studios de télévision dans les pays utilisant des systèmes à 525 lignes comme dans ceux qui utilisent des systèmes à 625 lignes:

1 Introduction

La présente Recommandation définit des méthodes de codage numérique de signaux vidéo. Elle prévoit une même fréquence d'échantillonnage de 13,5 MHz pour les deux formats d'image 4:3 et 16:9 donnant des performances satisfaisantes pour les systèmes de transmission actuels. Une autre fréquence d'échantillonnage de 18 MHz est indiquée pour les systèmes 16:9 qui ont besoin d'une résolution horizontale proportionnellement plus grande.

Les caractéristiques applicables à tous les niveaux de cette famille de normes sont présentées en premier. On trouve ensuite dans la Partie A les caractéristiques correspondant à une fréquence d'échantillonnage de 13,5 MHz et dans la Partie B celles correspondant à une fréquence d'échantillonnage de 18 MHz.

2 Famille extensible de normes de codage numérique compatibles

2.1 Le codage numérique doit permettre l'établissement et l'évolution d'une famille extensible de normes compatibles de codage numérique. La conversion entre deux normes quelconques de la famille doit pouvoir se faire de façon simple.

2.2 Le codage numérique doit être fondé sur l'emploi d'un signal de luminance et de deux signaux de différence de couleur (ou, le cas échéant, des signaux rouge, vert et bleu).

2.3 Les caractéristiques spectrales des signaux doivent être mises en forme de manière à éviter le repliement du spectre tout en préservant la caractéristique de bande passante. Les caractéristiques du filtre sont indiquées dans l'Appendice 2 de la Partie A et dans l'Appendice 2 de la Partie B.

3 Spécifications applicables à toute la famille de normes

3.1 Les structures d'échantillonnage doivent être spatialement fixes. C'est le cas, par exemple, des structures orthogonales indiquées dans les Parties A et B.

3.2 Lorsque les échantillons représentent le signal de luminance et les deux signaux de différence de couleur simultanés, les échantillons des signaux de différence de couleur doivent coïncider spatialement. Lorsque les échantillons représentent les signaux rouge, vert et bleu, ils doivent coïncider spatialement.

3.3 La norme numérique associée à chaque niveau de la famille doit pouvoir être adoptée et utilisée en exploitation au niveau mondial. Pour pouvoir atteindre cet objectif, il faut spécifier des nombres d'échantillons par ligne, qui soient compatibles entre les systèmes à 525 et à 625 lignes, (de préférence, le même nombre d'échantillons par ligne) et cela, à chaque norme de la famille.

3.4 Dans les applications des présentes spécifications, le contenu des mots numériques est exprimé sous forme décimale ou hexadécimale, signalées par les indices «d» et «h» respectivement.

Pour éviter toute confusion entre les représentations à 8 et 10 bits, on considère que les huit bits de plus fort poids constituent la partie entière et les deux bits supplémentaires, s'ils existent, correspondent à la partie fractionnaire.

Par exemple, la configuration de bits 10010001 s'écrira 145_d ou 91_h , alors que 1001000101 s'écrira $145,25_d$ ou $91,4_h$.

Lorsqu'aucune partie fractionnaire n'apparaît, on suppose qu'elle a la valeur binaire 00.

3.5 Définition des signaux numériques Y , C_R , C_B , à partir des signaux (analogiques) primaires E'_R , E'_G et E'_B

Ce paragraphe décrit, pour définir les signaux Y , C_R , C_B , les règles de construction de ces signaux à partir des signaux analogiques primaires E'_R , E'_G et E'_B . Cette construction enchaîne les trois étapes décrites ci-dessous aux § 3.5.1, 3.5.2 et 3.5.3, et elle est donnée à titre d'exemple. Dans la pratique, d'autres méthodes de construction, à partir de ces signaux primaires ou d'autres signaux analogiques ou numériques, peuvent conduire à des résultats identiques. Un exemple est donné au § 3.5.4.

3.5.1 Construction des signaux de luminance (E'_Y) et de différence de couleur ($E'_R - E'_Y$) et ($E'_B - E'_Y$)

La construction des signaux de luminance et de différence de couleur est la suivante:

$$E'_Y = 0,299 E'_R + 0,587 E'_G + 0,114 E'_B$$

d'où:

$$\begin{aligned} (E'_R - E'_Y) &= E'_R - 0,299 E'_R - 0,587 E'_G - 0,114 E'_B \\ &= 0,701 E'_R - 0,587 E'_G - 0,114 E'_B \end{aligned}$$

et:

$$\begin{aligned} (E'_B - E'_Y) &= E'_B - 0,299 E'_R - 0,587 E'_G - 0,114 E'_B \\ &= -0,299 E'_R - 0,587 E'_G + 0,886 E'_B \end{aligned}$$

Si l'on considère que les valeurs des signaux sont normalisées à l'unité (par exemple, niveaux maximums de 1,0 V), les valeurs obtenues pour le blanc, le noir, les couleurs saturées primaires et leurs complémentaires sont indiquées dans le Tableau 1.

TABLEAU 1

Valeurs normalisées des signaux

Condition	E'_R	E'_G	E'_B	E'_Y	$E'_R - E'_Y$	$E'_B - E'_Y$
Blanc	1,0	1,0	1,0	1,0	0	0
Noir	0	0	0	0	0	0
Rouge	1,0	0	0	0,299	0,701	-0,299
Vert	0	1,0	0	0,587	-0,587	-0,587
Bleu	0	0	1,0	0,114	-0,114	0,886
Jaune	1,0	1,0	0	0,886	0,114	-0,886
Cyan	0	1,0	1,0	0,701	-0,701	0,299
Magenta	1,0	0	1,0	0,413	0,587	0,587

3.5.2 Construction des signaux de différence de couleur renormalisés (E'_{C_R} et E'_{C_B})

Si les valeurs de E'_Y sont situées entre 1,0 et 0, celles de $(E'_R - E'_Y)$ sont situées entre +0,701 et -0,701 et celles de $(E'_B - E'_Y)$ entre +0,886 et -0,886. Pour ramener l'excursion des signaux de différence de couleur à l'unité (c'est-à-dire +0,5 à -0,5), on peut calculer les coefficients suivants:

$$K_R = \frac{0,5}{0,701} = 0,713; \quad K_B = \frac{0,5}{0,886} = 0,564$$

alors:

$$E'_{C_R} = 0,713 (E'_R - E'_Y) = 0,500 E'_R - 0,419 E'_G - 0,081 E'_B$$

et:

$$E'_{C_B} = 0,564 (E'_B - E'_Y) = -0,169 E'_R - 0,331 E'_G + 0,500 E'_B$$

où E'_{C_R} et E'_{C_B} sont, respectivement, les signaux de différence de couleur rouge et bleu renormalisés. (Voir Notes 1 et 2.)

NOTE 1 – Les symboles E'_{C_R} et E'_{C_B} seront réservés à la désignation des signaux de différence de couleur «renormalisés», c'est-à-dire ayant une amplitude crête-à-crête nominale identique à celle du signal de luminance E'_Y choisie ainsi comme référence d'amplitude.

NOTE 2 – Dans les cas où les signaux composants ne sont pas normalisés dans l'intervalle de 1 à 0, par exemple, lorsque l'on convertit à partir des signaux en composantes analogiques ayant des amplitudes de luminance et de différence de couleur inégales, un facteur de gain supplémentaire sera nécessaire et il conviendra de modifier en conséquence les facteurs de gain K_R et K_B .

3.5.3 Quantification

Dans le cas d'un codage binaire à 8 bits à quantification uniforme, 2^8 c'est-à-dire 256 niveaux de quantification équidistants sont spécifiés, de sorte que les nombres binaires disponibles vont de 0000 0000 à 1111 1111 (00 à FF en notation hexadécimale) soit, en expression décimale, de 0 à 255 inclus.

Dans le cas du système 4:2:2 décrit dans la présente Recommandation, les niveaux 0 et 255 sont réservés aux données de synchronisation, tandis que les niveaux 1 à 254 sont disponibles pour la vidéo.

Sachant que le signal de luminance ne doit occuper que 220 niveaux pour laisser des marges de fonctionnement et que le noir doit être au niveau 16, la valeur de luminance, \bar{Y} , avant quantification, est égale à:

$$\bar{Y} = 219 (E'_Y) + 16$$

et le numéro du niveau correspondant après quantification est le nombre entier le plus proche.

De même, étant donné que les signaux de différence de couleur doivent occuper 225 niveaux et que le niveau zéro doit être au niveau 128, les valeurs décimales des signaux de différence de couleur, \bar{C}_R et \bar{C}_B , avant quantification, sont:

$$\bar{C}_R = 224 [0,713 (E'_R - E'_Y)] + 128$$

et:

$$\bar{C}_B = 224 [0,564 (E'_B - E'_Y)] + 128$$

ce qui ramène à:

$$\bar{C}_R = 160 (E'_R - E'_Y) + 128$$

et:

$$\bar{C}_B = 126 (E'_B - E'_Y) + 128$$

Les numéros des niveaux correspondants après quantification sont les entiers les plus proches.

Les équivalents numériques sont appelés Y , C_R et C_B .

3.5.4 Construction de Y , C_R , C_B via quantification de E'_R , E'_G , E'_B

Dans le cas où les composantes sont directement obtenues à partir des composantes E'_R , E'_G , E'_B , précorrigées en gamma, ou directement produites sous forme numérique, la quantification et le codage seront alors équivalents à:

$$E'_{R_D} \text{ (sous forme numérique)} = \text{partie entière} (219 E'_R) + 16$$

$$E'_{G_D} \text{ (sous forme numérique)} = \text{partie entière} (219 E'_G) + 16$$

$$E'_{B_D} \text{ (sous forme numérique)} = \text{partie entière} (219 E'_B) + 16$$

donc:

$$Y = \frac{77}{256} E'_{R_D} + \frac{150}{256} E'_{G_D} + \frac{29}{256} E'_{B_D}$$

$$C_R = \frac{131}{256} E'_{R_D} - \frac{110}{256} E'_{G_D} - \frac{21}{256} E'_{B_D} + 128$$

$$C_B = -\frac{44}{256} E'_{R_D} - \frac{87}{256} E'_{G_D} + \frac{131}{256} E'_{B_D} + 128$$

en prenant les coefficients des entiers les plus proches, base 256. Afin d'obtenir les composantes 4:2:2 Y , C_R , C_B , le filtrage passe-bas et le sous-échantillonnage doivent être réalisés sur les signaux 4:4:4 C_R , C_B décrits ci-dessus. Il faut signaler que de petites différences peuvent exister entre les composantes C_R , C_B , obtenues de cette manière et celles qui sont obtenues par filtrage analogique avant échantillonnage.

3.5.5 Limitation des signaux Y , C_R , C_B

Le codage numérique sous forme de signaux Y , C_R , C_B , peut donner aux signaux des valeurs qui s'étendent sur un intervalle beaucoup plus grand que pour les signaux R , G , B . Il se peut donc que, de la production électronique d'une image ou du traitement du signal, il résulte des signaux Y , C_R , C_B qui, tout en étant chacun valable, donneront des valeurs hors gamme quand ils seront convertis en R , G , B . Pour l'éviter, il est plus pratique et plus efficace d'appliquer la limitation à Y , C_R , C_B que d'attendre que les signaux soient sous forme R , G , B . On peut aussi mettre en œuvre la limitation en conservant les valeurs de la luminance et de la teinte et en ne sacrifiant que la saturation, ce qui réduit la dégradation subjective.

4 Membres de la famille à 13 MHz

Les normes des membres suivants de la famille sont définies dans la Partie A:

- 4:2:2, 13,5 MHz pour les systèmes 4:3 et les systèmes 16:9 écran panoramique lorsqu'il faut conserver la même largeur de bande du signal analogique et les mêmes débits numériques pour les deux formats d'image.
- 4:4:4, 13,5 MHz pour les systèmes 4:3 et 16:9 avec une résolution couleur plus élevée.

5 Membres de la famille à 18 MHz

Les normes des membres suivants de la famille sont définies dans la Partie B:

- 4:2:2, 18 MHz pour les systèmes 16:9 ayant une résolution horizontale supérieure à celle des systèmes échantillonnés à 13,5 MHz.
- 4:4:4, 18 MHz pour les systèmes 16:9 ayant une résolution couleur plus élevée.

NOTE 1 – Pour la norme 4:4:4 de la famille, les signaux échantillonnés peuvent être des signaux de luminance ou de différence de couleur (ou le cas échéant, des signaux rouge, vert et bleu).

ANNEXE 1

Quelques indications sur la mise en œuvre en pratique des filtres recommandés dans l'Appendice 2 de la Partie A et l'Appendice 2 de la Partie B

Dans les propositions relatives aux filtres utilisés dans le codage et dans le décodage, on a supposé que la correction de la caractéristique ($\sin x/x$) est réalisée dans les postfiltres qui sont placés après les convertisseurs numérique-analogique. Les tolérances dans la bande passante du filtre, avec son correcteur en ($\sin x/x$), plus la caractéristique théorique en ($\sin x/x$) devraient être les mêmes que celles données pour les filtres proprement dits. Afin d'y parvenir plus aisément, il y a lieu, lors de la conception, de traiter le filtre, le correcteur en ($\sin x/x$) et l'égalisateur du temps de propagation comme un ensemble unique.

Il faut que la somme des temps de propagation dus au filtrage et au codage des composantes de luminance et de différence de couleur soit la même. Le temps de propagation est deux fois plus grand dans le filtre de différence de couleur (Fig. 4a) et 4b)) que dans celui de luminance (Fig. 3a) et 3b)). Il est difficile d'égaliser ces temps de propagation en utilisant des lignes à retard analogiques sans dépasser les tolérances fixées dans la bande passante; aussi est-il recommandé que la plus grande partie de ce temps (exprimé en multiples entiers de la période d'échantillonnage) soit égalisée dans le domaine numérique. Pour la correction d'un reste éventuel, il convient de noter que le circuit d'échantillonnage et de maintien du décodeur introduit un retard uniforme égal à la moitié d'une période d'échantillonnage.

Il est reconnu que les tolérances sur l'ondulation et le temps de propagation de groupe dans la bande passante sont très strictes. L'état actuel des études indique qu'il est nécessaire de les respecter afin qu'un nombre important d'opérations de codage et de décodage puisse être effectué en cascade sans que l'on doive sacrifier la haute qualité potentielle de la norme de codage 4:2:2. Comme les performances des instruments de mesure actuellement disponibles sont limitées, les constructeurs risquent d'éprouver des difficultés à vérifier économiquement que chacun des filtres d'une production en série satisfait bien aux tolérances. Il est néanmoins possible de concevoir des filtres tels que les caractéristiques spécifiées soient satisfaites dans la pratique et les constructeurs doivent faire tout leur possible, dans la production en série, pour aligner chaque filtre de manière qu'il respecte le gabarit correspondant.

En rédigeant les spécifications de l'Appendice 2 de la Partie A et de l'Appendice 2 de la Partie B, on a essayé dans la mesure du possible de respecter le spectre des signaux Y , C_R , C_B tout au long de la chaîne du signal en composantes. On reconnaît toutefois qu'il faut modifier la caractéristique spectrale de la différence de couleur au moyen d'un filtre à pente douce inséré dans les récepteurs de contrôle ou à la fin de la chaîne du signal en composantes.

PARTIE A
DE L'ANNEXE 1
Normes à 13,5 MHz

1 Valeurs des paramètres de codage pour la norme 4:2:2 (fréquence d'échantillonnage de 13,5 MHz) de la famille

Les caractéristiques (voir Tableau 2) s'appliquent à la norme 4:2:2 de la famille utilisée pour l'interface numérique normalisée entre les principaux équipements de studio numériques et pour l'échange international de programmes de télévision numérique (format d'image 4:3 ou 16:9) lorsqu'il faut conserver la même largeur de bande du signal analogique et les mêmes débits numériques.

TABLEAU 2

Paramètres	Systèmes à 525 lignes 60 trame/s	Systèmes à 625 lignes 50 trame/s
1. Signaux à coder: Y, C_R, C_B	Ces signaux sont obtenus à partir des signaux précorrigés en gamma, à savoir: $E'_Y, E'_R - E'_Y, E'_B - E'_Y$ (voir le § 3.5)	
2. Nombre d'échantillons par ligne complète: – pour le signal de luminance (Y) – pour chaque signal de différence de couleur (C_R, C_B)	858 429	864 432
3. Quadrillage d'échantillonnage	Quadrillage orthogonal se répétant à chaque ligne, à chaque trame et à chaque image. Les échantillons des signaux C_R et C_B coïncident avec les échantillons impairs (1 ^{er} , 3 ^e , 5 ^e , etc.) du signal Y dans chaque ligne	
4. Fréquence d'échantillonnage: – du signal de luminance – de chaque signal de différence de couleur	13,5 MHz 6,75 MHz La tolérance sur les fréquences d'échantillonnage devrait coïncider avec la tolérance sur la fréquence de ligne du système de télévision en couleur concerné	
5. Format de codage	MIC à quantification uniforme, 8 bits par échantillon (ou 10 en option), pour chacun des signaux de luminance et de différence de couleur	
6. Nombre d'échantillons par ligne active numérique: – pour le signal de luminance – pour chaque signal de différence de couleur	720 360	
7. Phase relative des signaux analogiques et numériques: – de la fin de la ligne active numérique à O_H	16 périodes d'horloge de luminance	12 périodes d'horloge de luminance
8. Correspondance entre le niveau du signal d'image et les niveaux de quantification: – échelle – pour le signal de luminance – pour chaque signal de différence de couleur	(Voir le § 3.4) (les valeurs sont décimales) 0 à 255 220 niveaux de quantification; le niveau du noir correspond au niveau 16 et le niveau maximal du blanc correspond au niveau 235. Le niveau du signal peut occasionnellement aller au-delà du niveau 235 225 niveaux de quantification dans la partie médiane de l'échelle de quantification, le signal nul correspond au niveau 128	
9. Affectation des mots de code	Les mots de code correspondant aux niveaux de quantification 0 et 255 sont utilisés exclusivement pour la synchronisation. Les niveaux 1 à 254 sont disponibles pour la vidéo	

2 Valeurs des paramètres de codage pour le niveau 4:4:4 (fréquence d'échantillonnage de 13,5 MHz) de la famille

Les caractéristiques (Tableau 3) s'appliquent au niveau 4:4:4 de la famille utilisé pour les équipements source de télévision et les applications de traitement de signaux vidéo de qualité élevée.

TABLEAU 3

Paramètres	Systèmes à 525 lignes 60 trame/s	Systèmes à 625 lignes 50 trame/s
1. Signaux à coder: Y, C_R, C_B ou R, G, B	Ces signaux sont obtenus à partir des signaux précorrégés en gamma, à savoir: $E'_Y, E'_R - E'_Y, E'_B - E'_Y$ ou E'_R, E'_G, E'_B	
2. Nombre d'échantillons par ligne complète pour chaque signal	858	864
3. Quadrillage d'échantillonnage	Quadrillage orthogonal se répétant à chaque ligne, à chaque trame et à chaque image. Les trois quadrillages d'échantillonnage coïncident entre eux et coïncident également avec le quadrillage d'échantillonnage du signal de luminance du niveau 4:2:2	
4. Fréquence d'échantillonnage de chaque signal	13,5 MHz	
5. Format de codage	MIC à quantification uniforme, 8 bits par échantillon (10 en option)	
6. Durée de la ligne active numérique exprimée en nombre d'échantillons	720	
7. Correspondance entre le niveau du signal d'image et les 8 bits de plus fort poids du mot représentant chaque échantillon quantifié: – échelle – pour les signaux R, G, B ou pour le signal de luminance ⁽¹⁾ – pour chaque signal de différence de couleur ⁽¹⁾	(Voir le § 3.4) (les valeurs sont décimales) 0 à 255 220 niveaux de quantification; le niveau du noir correspond au niveau 16 et le niveau maximal du blanc correspond au niveau 235. Le niveau du signal peut occasionnellement aller au-delà du niveau 235 225 niveaux de quantification dans la partie médiane de l'échelle de quantification; le signal nul correspond au niveau 128	

⁽¹⁾ Le cas échéant.

APPENDICE 1 DE LA PARTIE A

Définition des signaux utilisés dans les normes de codage numérique

1 Relation entre la ligne active numérique et les références de synchronisation analogique

La relation entre les échantillons de luminance de la ligne active numérique et la référence de synchronisation analogique est indiquée à:

- la Fig. 1 pour les systèmes à 625 lignes, fréquence d'échantillonnage de 13,5 MHz (voir Tableau 2);
- la Fig. 2 pour les systèmes à 525 lignes, fréquence d'échantillonnage de 13,5 MHz (voir Tableau 3).

Dans les figures, le point d'échantillonnage a lieu au début de chaque bloc.

On peut obtenir le nombre des échantillons de différence de couleur en divisant par deux le nombre des échantillons de luminance. Pour répartir symétriquement la ligne active numérique compte tenu des tolérances, on a choisi les répartitions (12,132) et (16,122). Elles ne font pas partie des spécifications de la ligne numérique et se rattachent seulement aux interfaces analogiques.

FIGURE 1

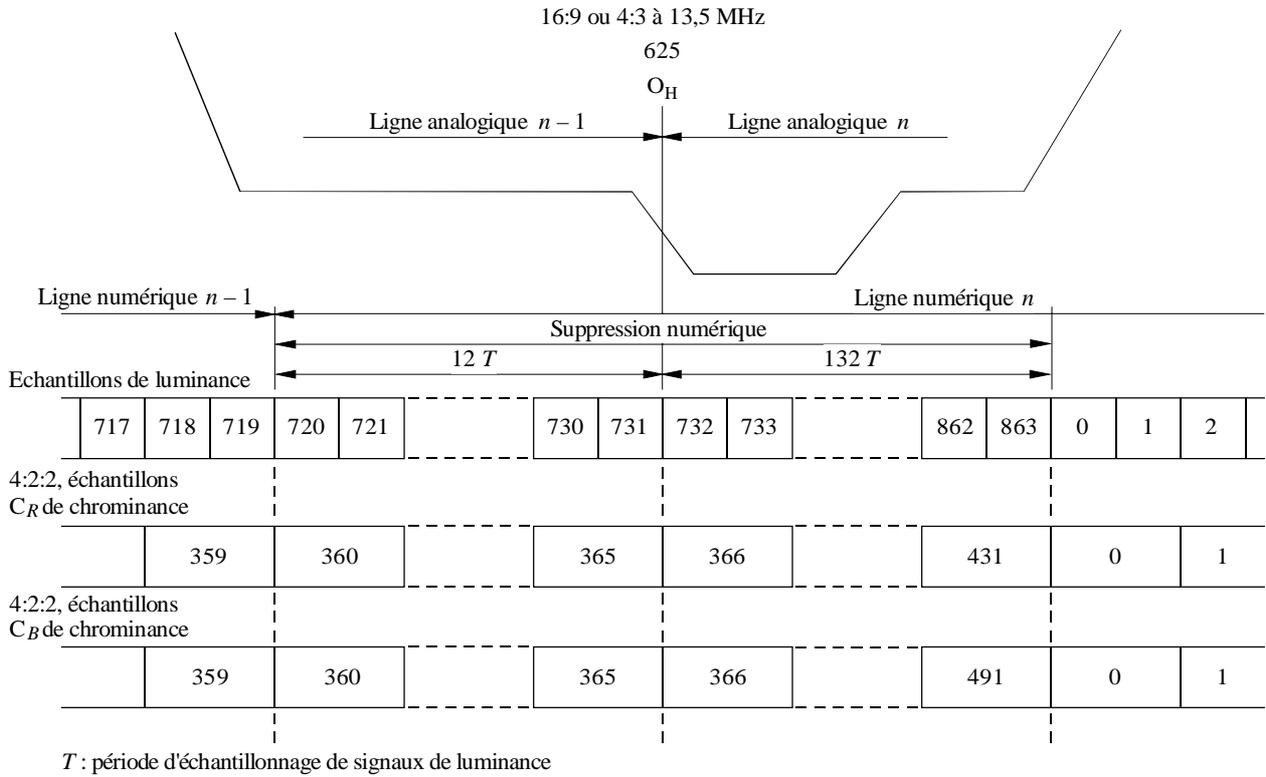
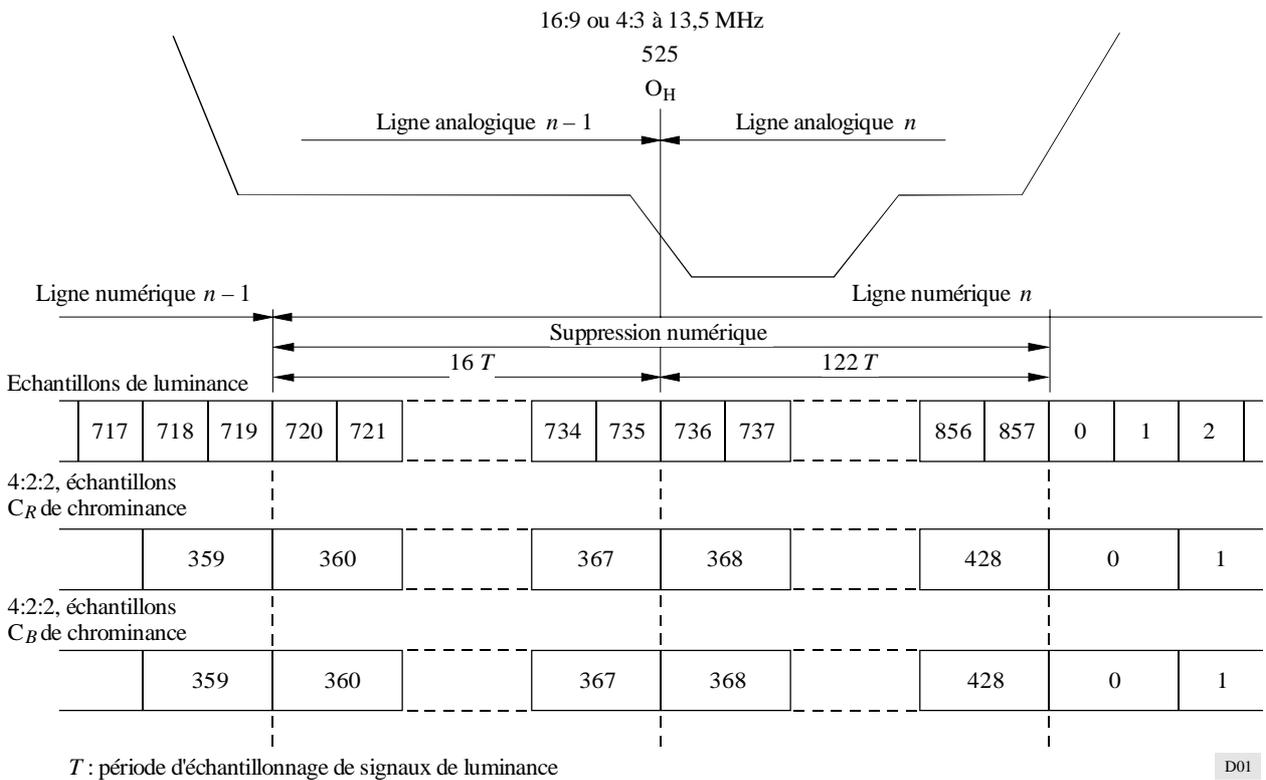


FIGURE 2

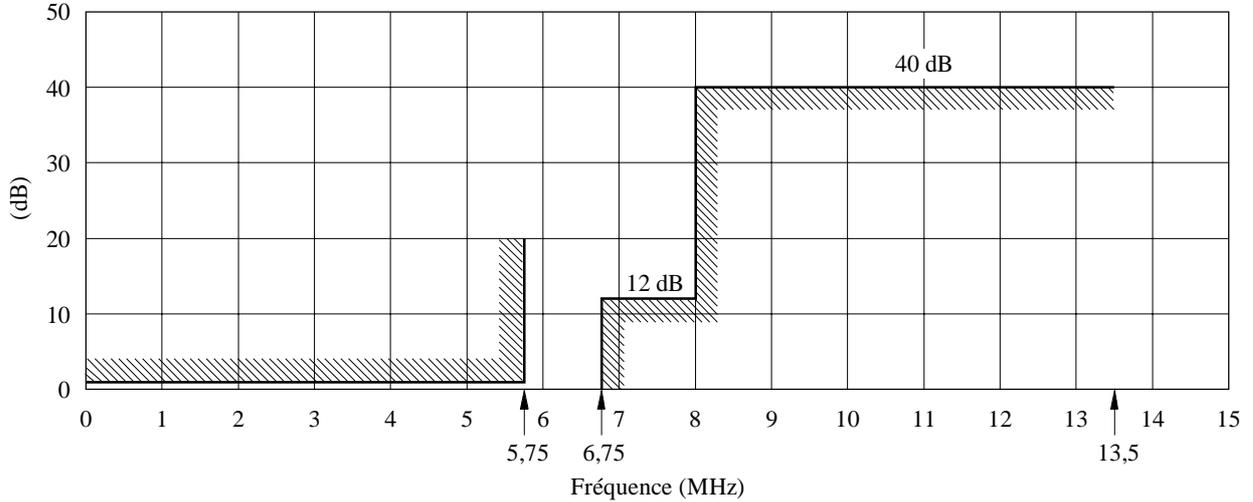


APPENDICE 2
DE LA PARTIE A

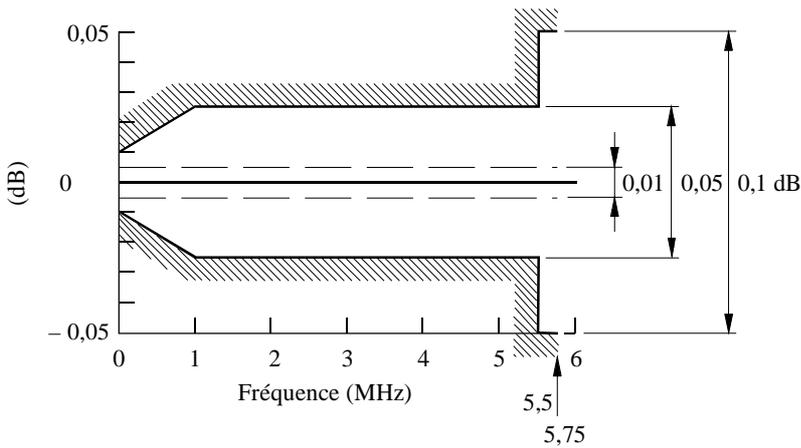
Caractéristiques du filtrage

FIGURE 3

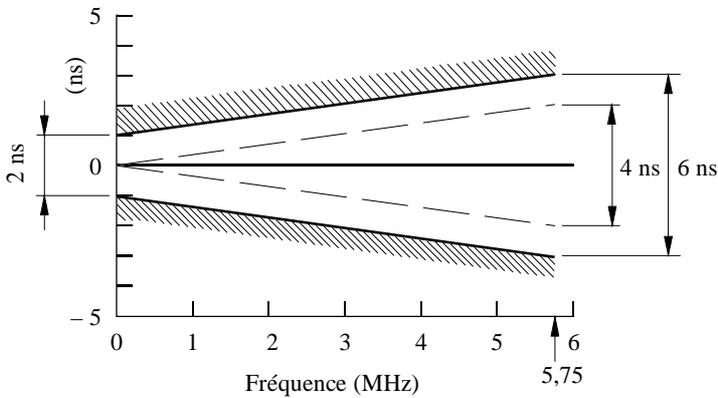
Spécification d'un filtre pour signal de luminance ou pour signal *RGB*,
utilisé en cas d'échantillonnage à 13,5 MHz



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



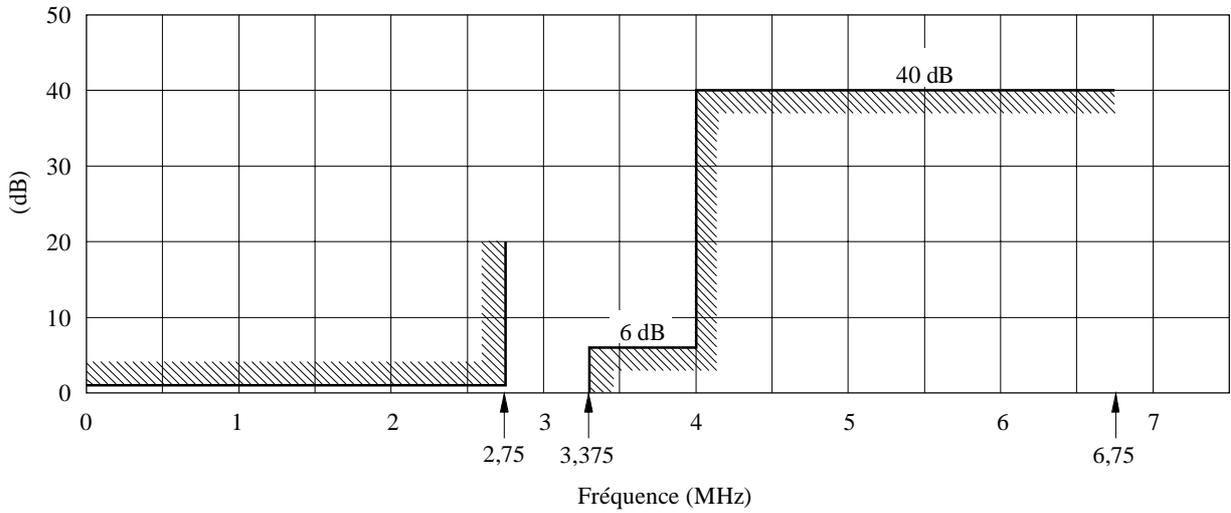
b) Tolérance d'ondulation dans la bande passante



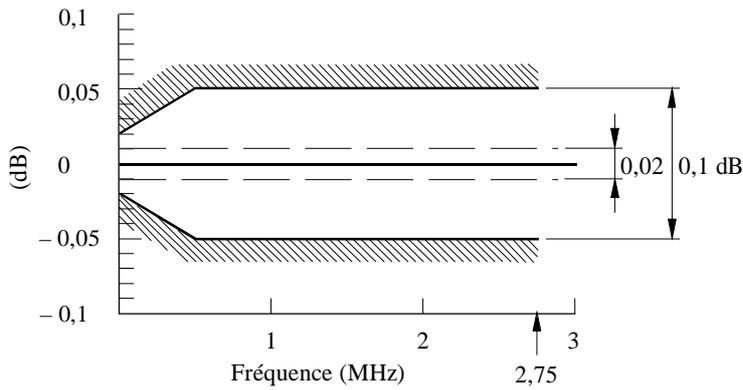
c) Tolérance de temps de propagation de groupe dans la bande passante

Note 1 – Les valeurs les plus faibles indiquées en b) et c) correspondent à 1 kHz et non à 0 MHz.

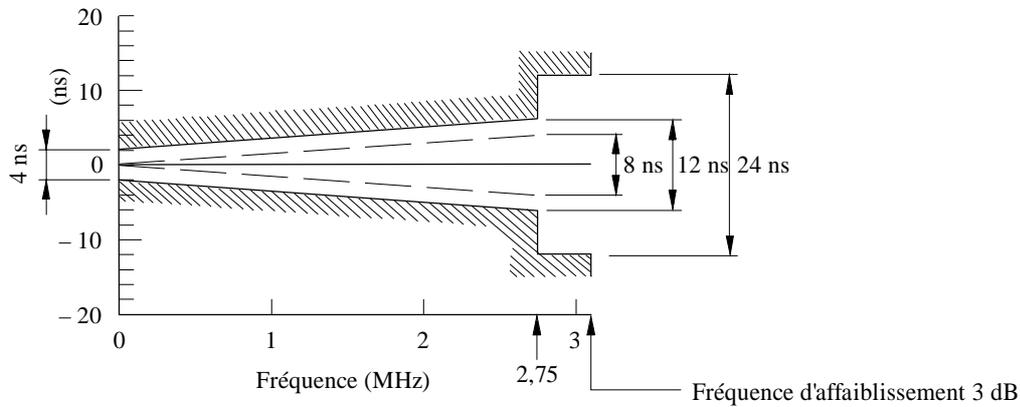
FIGURE 4
 Spécification d'un filtre pour signal de différence de couleur,
 utilisé en cas d'échantillonnage à 6,75 MHz



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



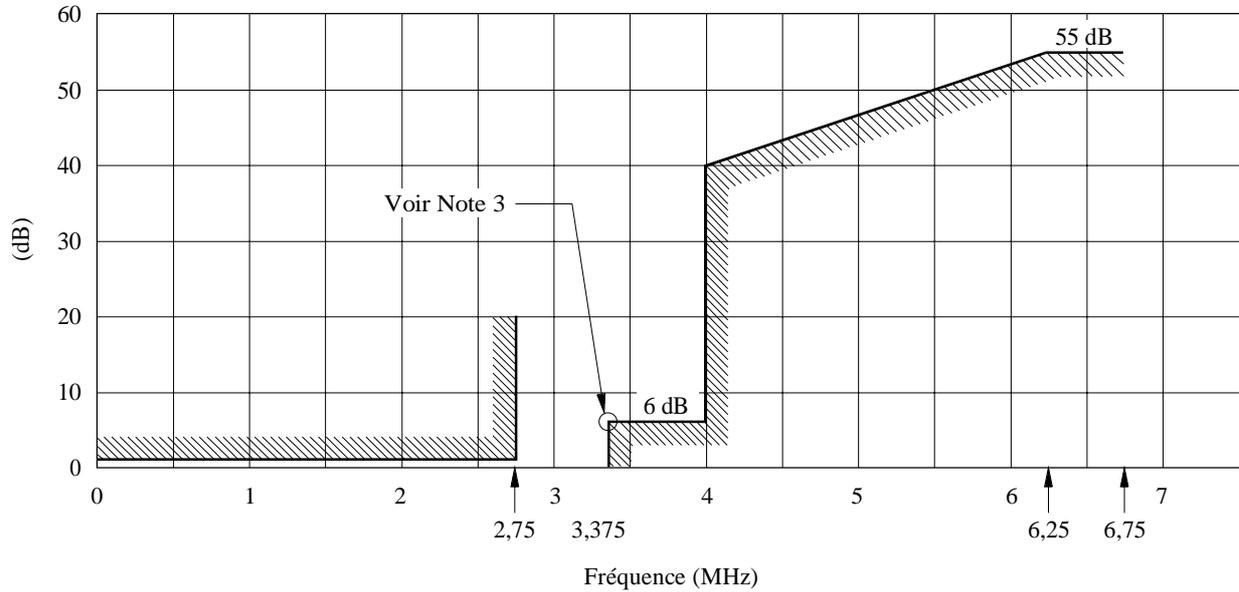
b) Tolérance d'ondulation dans la bande passante



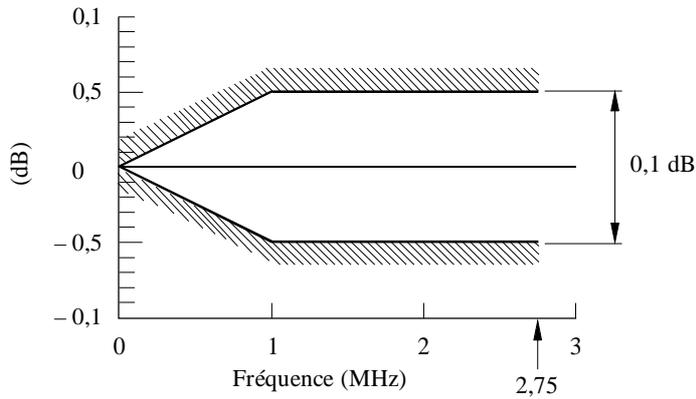
c) Tolérance de temps de propagation de groupe dans la bande passante

Note 1 – Les valeurs les plus faibles indiquées en b) et c) correspondent à 1 kHz et non à 0 MHz.

FIGURE 5
 Spécification d'un filtre numérique pour conversion de la fréquence d'échantillonnage
 de signaux de différence de couleur 4:4:4 à 4:2:2



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



b) Tolérance d'ondulation dans la bande passante

Notes relatives aux Fig. 3, 4 et 5

Note 1 – L'ondulation et le temps de propagation de groupe sont spécifiés par rapport à leurs valeurs à 1 kHz. Les lignes en trait plein représentent les limites pratiques et les lignes en tirets correspondent aux limites suggérées pour le schéma théorique.

Note 2 – Dans le filtre numérique, les deux limites, théoriques et pratiques, sont les mêmes. La distorsion de temps de propagation de groupe est nulle, en vertu de la conception du filtre.

Note 3 – Dans le filtre numérique (Fig. 5), la caractéristique amplitude/fréquence (tracée selon des échelles linéaires) devrait être symétrique par rapport au point à mi-amplitude, comme cela est indiqué sur la Figure.

Note 4 – Dans les propositions relatives aux filtres utilisés dans les opérations de codage et de décodage, on a admis que, dans les postfiltres appliqués à la suite de la conversion numérique-analogique, il est prévu une correction pour la caractéristique (sin x/x) des circuits échantillon et maintien.

PARTIE B
DE L'ANNEXE 1

Normes 18 MHz de la famille

1 Valeurs des paramètres de codage pour la norme 4:2:2 (fréquence d'échantillonnage de 18 MHz) de la famille

Les caractéristiques (voir Tableau 4) s'appliquent à la norme 4:2:2 de la famille utilisée pour l'interface numérique normalisée entre les principaux équipements de studio numériques et pour l'échange international de programmes de télévision numérique (format d'image 16:9) ayant une résolution horizontale supérieure à celle des systèmes 16:9 échantillonnés à 13,5 MHz.

TABLEAU 4

Paramètres	Systèmes à 525 lignes 60 trame/s	Systèmes à 625 lignes 50 trame/s
1. Signaux à coder: Y, C_R, C_B	Ces signaux sont obtenus à partir des signaux précorrectés en gamma, à savoir: $E'_Y, E'_R - E'_Y, E'_B - E'_Y$ (voir le § 3.5)	
2. Nombre d'échantillons par ligne complète: – pour le signal de luminance (Y) – pour chaque signal de différence de couleur (C_R, C_B)	1144 572	1152 576
3. Quadrillage d'échantillonnage	Quadrillage orthogonal se répétant à chaque ligne, à chaque trame et à chaque image. Les échantillons des signaux C_R et C_B coïncident avec les échantillons impairs (1 ^{er} , 3 ^e , 5 ^e , etc.) du signal Y dans chaque ligne	
4. Fréquence d'échantillonnage: – du signal de luminance – de chaque signal de différence de couleur	18 MHz 9 MHz La tolérance sur les fréquences d'échantillonnage devrait coïncider avec la tolérance sur la fréquence de ligne du système de télévision en couleur concerné	
5. Format de codage	MIC à quantification uniforme, 8 bits par échantillon (ou 10 en option), pour chacun des signaux de luminance et de différence de couleur	
6. Nombre d'échantillons par ligne active numérique: – pour le signal de luminance – pour chaque signal de différence de couleur	960 480	
7. Phase relative des signaux analogiques et numériques: – de la fin de la ligne active numérique à O_H	A l'étude (voir l'Appendice 1 de la Partie B)	
8. Correspondance entre le niveau du signal d'image et les niveaux de quantification: – échelle – pour le signal de luminance – pour chaque signal de différence de couleur	(Voir le § 3.4) (les valeurs sont décimales) 0 à 255 220 niveaux de quantification; le niveau du noir correspond au niveau 16 et le niveau maximal du blanc correspond au niveau 235. Le niveau du signal peut occasionnellement aller au-delà du niveau 235 225 niveaux de quantification dans la partie médiane de l'échelle de quantification, le signal nul correspond au niveau 128	
9. Affectation des mots de code	Les mots de code correspondant aux niveaux de quantification 0 et 255 sont utilisés exclusivement pour la synchronisation. Les niveaux 1 à 254 sont disponibles pour la vidéo	

2 Valeurs des paramètres de codage pour le niveau 4:4:4 (fréquence d'échantillonnage de 18 MHz) de la famille

Les caractéristiques (voir Tableau 5) s'appliquent au niveau 4:4:4 de la famille utilisé pour les équipements source de télévision et les applications de traitement de signaux vidéo de qualité élevée.

TABLEAU 5

Paramètres	Systèmes à 525 lignes 60 trame/s	Systèmes à 625 lignes 50 trame/s
1. Signaux à coder: Y, C_R, C_B ou R, G, B	Ces signaux sont obtenus à partir des signaux précorrigés en gamma, à savoir: $E'_Y, E'_R - E'_Y, E'_B - E'_Y$ ou E'_R, E'_G, E'_B	
2. Nombre d'échantillons par ligne complète pour chaque signal	1144	1152
3. Quadrillage d'échantillonnage	Quadrillage orthogonal se répétant à chaque ligne, à chaque trame et à chaque image. Les trois quadrillages d'échantillonnage coïncident entre eux et coïncident également avec le quadrillage d'échantillonnage du signal de luminance du niveau 4:2:2	
4. Fréquence d'échantillonnage de chaque signal	18 MHz	
5. Format de codage	MIC à quantification uniforme, 8 bits par échantillon (10 en option)	
6. Durée de la ligne active numérique exprimée en nombre d'échantillons	960	
7. Correspondance entre le niveau du signal d'image et les 8 bits de plus fort poids du mot représentant chaque échantillon quantifié: – échelle – pour les signaux R, G, B ou pour le signal de luminance ⁽¹⁾ – pour chaque signal de différence de couleur ⁽¹⁾	(Voir le § 3.4) (les valeurs sont décimales) 0 à 255 220 niveaux de quantification; le niveau du noir correspond au niveau 16 et le niveau maximal du blanc correspond au niveau 235. Le niveau du signal peut occasionnellement aller au-delà du niveau 235 225 niveaux de quantification dans la partie médiane de l'échelle de quantification; le signal nul correspond au niveau 128	

⁽¹⁾ Le cas échéant.

APPENDICE 1

DE LA PARTIE B

Définition des signaux utilisés dans les normes de codage numérique

1 Relation entre la ligne active numérique et les références de synchronisation analogique

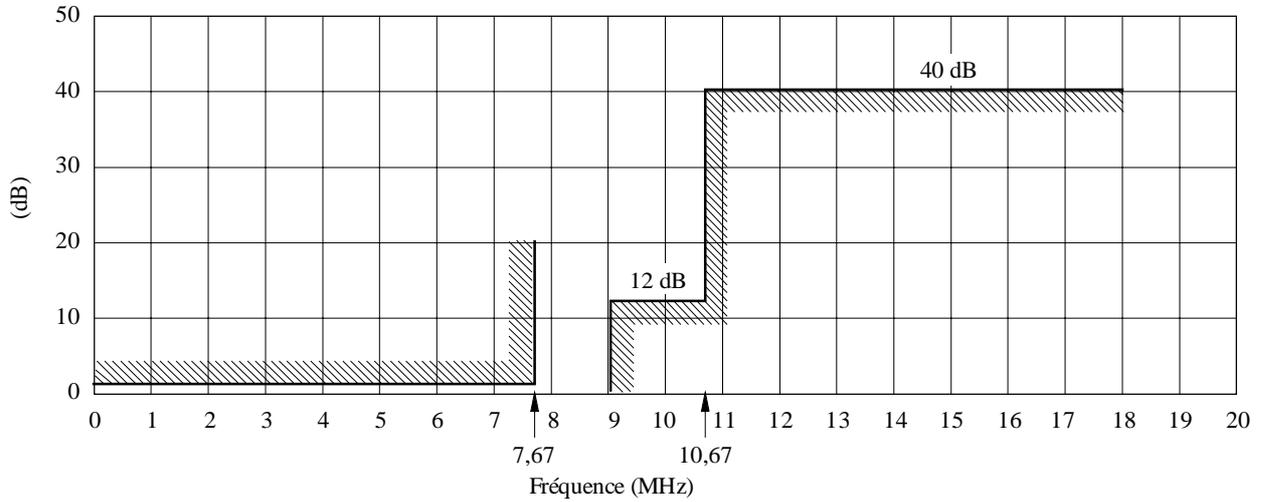
De nouvelles études sont nécessaires pour spécifier les valeurs absolues de ces paramètres en s'assurant de la position satisfaisante de l'image et de sa géométrie aux différentes normes. En pratique, la correspondance correcte est obtenue quand la correspondance dans le domaine analogique entre l'image et la synchronisation est identique pour les images issues des représentations numériques échantillonnées à 13,5 MHz et 18 MHz.

APPENDICE 2
DE LA PARTIE B

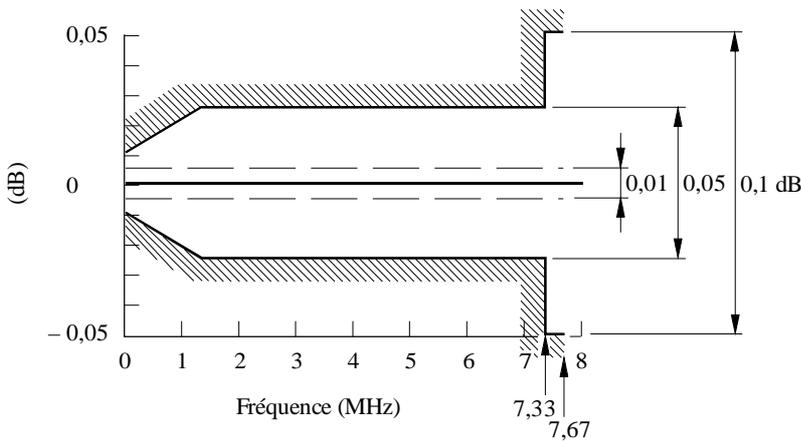
Caractéristiques du filtrage

FIGURE 6

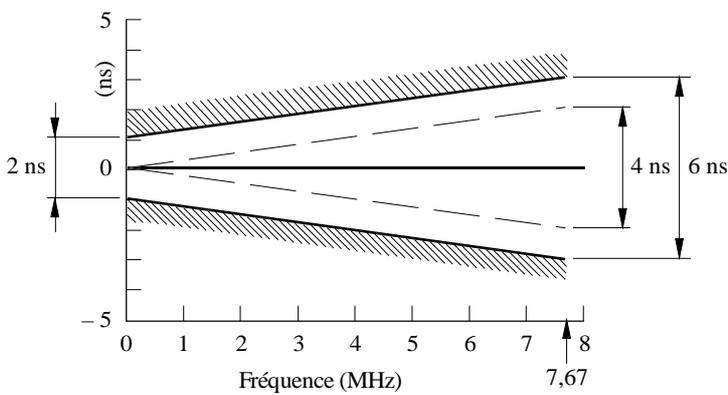
Spécification d'un filtre pour signal de luminance ou pour signal *RGB* utilisé en cas d'échantillonnage à 18 MHz



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



b) Tolérance d'ondulation dans la bande passante

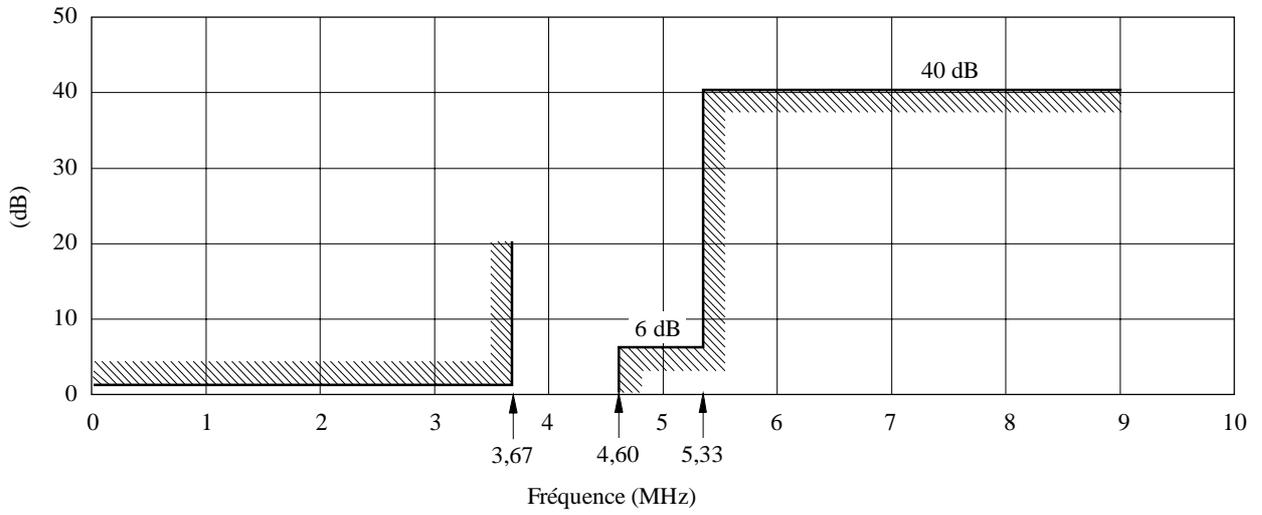


c) Tolérance de temps de propagation de groupe dans la bande passante

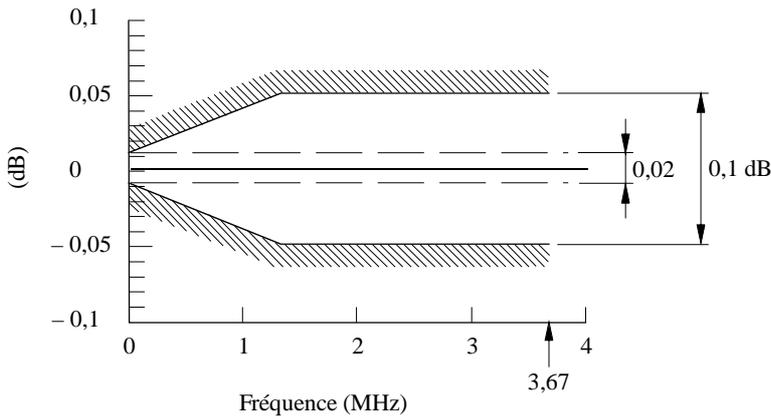
Note 1 – Les valeurs les plus faibles indiquées en b) et c) correspondent à 1 kHz et non à 0 MHz.

FIGURE 7

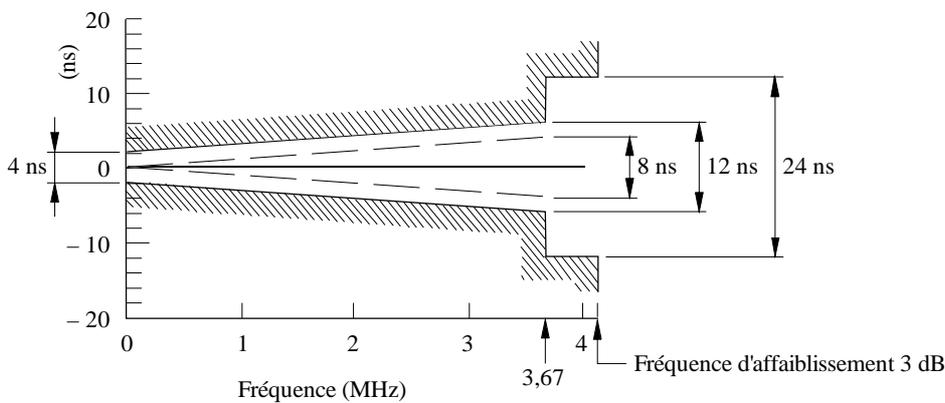
Spécification d'un filtre pour signal de différence de couleur, utilisé en cas d'échantillonnage à 9 MHz



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



b) Tolérance d'ondulation dans la bande passante

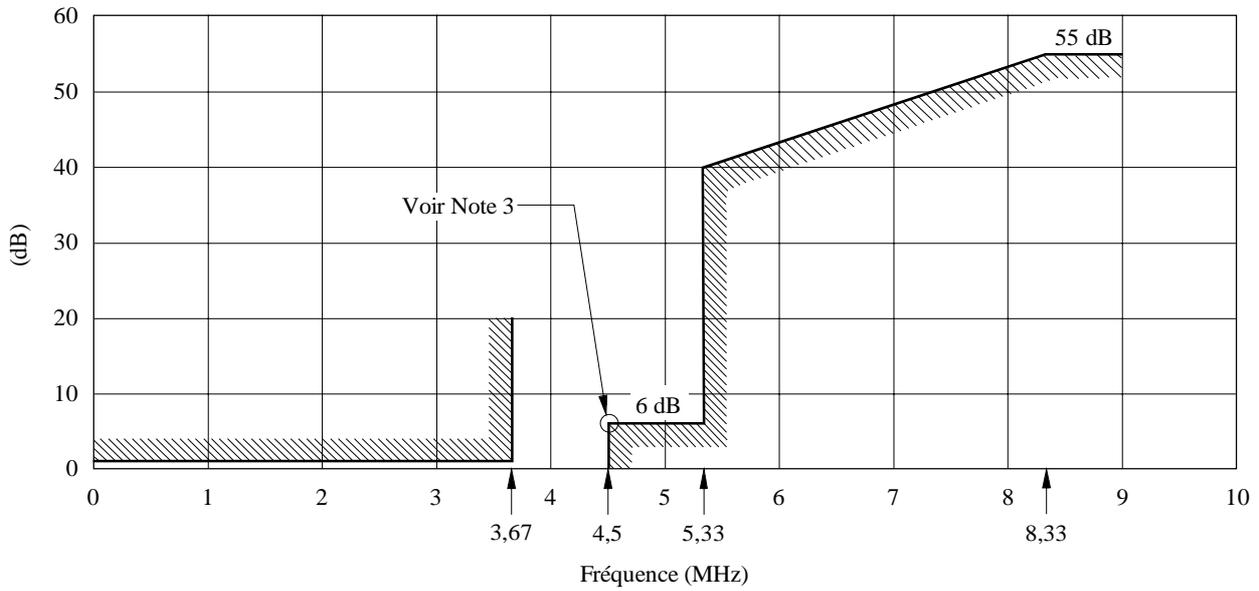


c) Tolérance de temps de propagation de groupe dans la bande passante

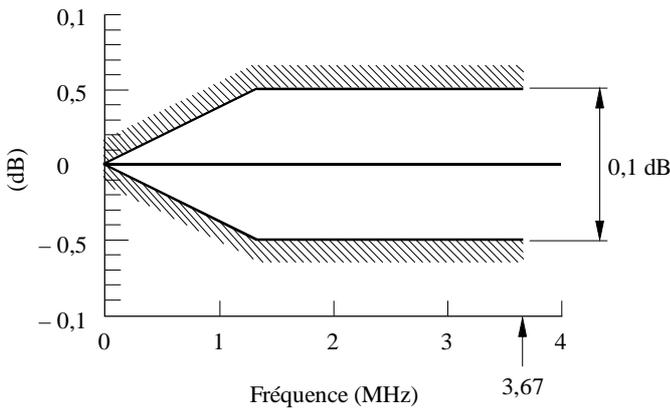
Note 1 – Les valeurs les plus faibles indiquées en b) et c) correspondent à 1 kHz et non à 0 MHz.

FIGURE 8

Spécification d'un filtre numérique pour conversion de la fréquence d'échantillonnage de signaux de différence de couleur 4:4:4 à 4:2:2



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



b) Tolérance d'ondulation dans la bande passante

Notes relatives aux Fig. 6, 7 et 8:

Note 1 – L'ondulation et le temps de propagation de groupe sont spécifiés par rapport à leurs valeurs à 1 kHz. Les lignes en trait plein représentent les limites pratiques et les lignes en tirets correspondent aux limites suggérées pour le schéma théorique.

Note 2 – Dans le filtre numérique, les deux limites, théoriques et pratiques, sont les mêmes. La distorsion de temps de propagation de groupe est nulle, en vertu de la conception du filtre.

Note 3 – Dans le filtre numérique (Fig. 8), la caractéristique amplitude/fréquence (tracée selon des échelles linéaires) devrait être symétrique par rapport au point à mi-amplitude, comme cela est indiqué sur la Figure.

Note 4 – Dans les propositions relatives aux filtres utilisés dans les opérations de codage et de décodage, on a admis que, dans les postfiltres appliqués à la suite de la conversion numérique-analogique, il est prévu une correction pour la caractéristique $(\sin x/x)$ des circuits échantillon et maintien.