

RAPPORT 1212*

MESURES ET SIGNAUX D'ESSAI POUR INSTALLATIONS METTANT EN OEUVRE DES
SIGNAUX DE TELEVISION COULEUR CODES DANS LE DOMAINE NUMERIQUE

(Question 25/11, Programme d'études 25M/11)

(1990)

1. Introduction

En raison de la nature très différente de leur fonctionnement, les systèmes numériques peuvent introduire sur les images des dégradations tout à fait différentes de celles qui peuvent être introduites par les systèmes analogiques. Des dégradations peuvent être introduites par le codage d'entrée ou de sortie du domaine numérique (opérations qui mettent en oeuvre des processus de filtrage, échantillonnage et quantification; voir à ce sujet les Rapports 629, 962 et la Recommandation 601), ou par des défauts apparaissant sur le signal numérique (par exemple: erreurs sur des éléments binaires, gigue, perte de synchronisation). Les dégradations introduites par le codage peuvent dépendre du contenu de l'image, tandis que les erreurs sur le signal dans le domaine numérique peuvent dépendre des séquences d'éléments binaires. Dans le domaine numérique, une augmentation du bruit ou de la distorsion au-dessus d'un certain niveau peut conduire à une augmentation rapide du nombre d'erreurs sur les données. Avant que ce niveau soit atteint, le comportement vis-à-vis des erreurs peut être amélioré de manière significative par l'utilisation de techniques de correction d'erreurs.

Les dégradations de l'image peuvent ainsi provenir de différentes sources:

- a) distorsions dans les passages entre domaine analogique et domaine numérique;
- b) erreurs dans les supports du signal numérique;
- c) distorsions introduites par le traitement numérique du signal.

Des méthodes de test et de mesure pour l'installation de télévision numérique doivent donc prendre en compte ces trois facteurs distincts et les besoins de test hors service (tests d'acceptation/maintenance) et en service (contrôle/diagnostic).

Dans le cas de dégradations d'images, des tests subjectifs ou objectifs peuvent être utilisés. Le § 2.1 de ce Rapport concerne les méthodes d'évaluation subjectives tandis que le § 2.2 concerne les méthodes objectives. Dans ces deux types d'évaluation, il faut prendre en compte l'effet des techniques de traitement du signal bi ou tridimensionnelles, qui rendent peu utiles bon nombre de signaux de test analogiques actuels (dans ce cas, parce qu'on ne peut que répéter le même signal de ligne à ligne). Le § 2.3 de ce Rapport concerne le test des signaux codés sous forme numérique. Dans ce cas, on doit insister sur l'évaluation des erreurs résiduelles (après application de toute technique de correction d'erreurs prévues), l'évaluation de la répartition des erreurs et leur relation à l'image ou à une autre information. Des tests objectifs et des équipements de test spécialisés peuvent alors être nécessaires.

* Ce Rapport doit être porté à l'attention de la CMTT et de la CEI.

Dans les équipements numériques, on peut souvent tirer parti des capacités d'auto-test de beaucoup de circuits intégrés, et des capacités des circuits numériques à produire des formes d'onde bien définies pour tester les parties analogiques des circuits de conversion.

Beaucoup de travaux restent à effectuer pour créer des méthodes de test et de mesure adaptées aux installations de télévision numérique et les administrations sont en conséquence invitées à faire des contributions sur ce sujet.

2. Méthodes d'évaluation

2.1 *Evaluation subjective*

A l'heure actuelle, l'évaluation subjective est la seule technique utile, en pratique, pour évaluer les systèmes de télévision numérique et il est donc important que la méthode utilisée soit conforme à la Recommandation 500. Une attention particulière doit être portée aux images utilisées. Par exemple, dans le doc. [CCIR, 1974-78a], il est proposé d'utiliser des images contenant des mouvements linéaires ou rotatoires. Il y est également suggéré que de lentes fluctuations périodiques de l'amplitude du signal d'image peuvent être utiles.

Pour l'évaluation subjective des méthodes de codage inter-trame ou inter-image (qui sont importantes pour la réduction efficace du débit binaire des signaux de télévision numérique), il est indispensable d'avoir des images d'essai animées. Le doc. [CCIR, 1982-86a] indique les facteurs à prendre en considération pour la préparation de ces images animées et propose, à titre d'exemple, un jeu formé de 26 séquences animées. Le Rapport 1206 contient un jeu d'images, scènes et séquences, qui a été suggéré pour l'évaluation subjective.

2.2 *Mesures objectives*

2.2.1 Mesures sur les équipements et les installations de télévision numérique.

Des études ont été effectuées en vue de définir des paramètres objectifs, dont la mesure pourrait être reliée aux dégradations subjectives [CCIR, 1974-78b; Kretz, 1977]. Une méthode consiste à considérer séparément les diverses dégradations susceptibles d'affecter diverses parties de l'image (par exemple, zones uniformes, contours, détails). Des études récentes [CCIR, 1978-82a] indiquent que les dégradations de la qualité de l'image imputables à la transmission numérique peuvent être classées en plusieurs catégories de perturbations qui sont subjectivement indépendantes les unes des autres pour ce qui est de leurs effets sur la qualité de l'image. Les termes concrets servant à qualifier les catégories respectives de perturbations dans le cas du codage intra-image sont définis et peuvent être mesurés à l'aide des signaux d'essai bien connus tels que les signaux en forme d'escalier et en dents de scie. Le doc. [CCIR, 1982-86b] présente une méthode de classement des dégradations de la qualité de l'image moyennant la mise en œuvre d'une analyse de facteurs psychologiques lorsque la procédure de classification ne peut se faire a priori.

L'emploi dans les studios des combinaisons d'équipements analogiques et numériques continuera, avant que n'apparaissent des studios entièrement numériques. Pendant cette période intermédiaire, le signal vidéo-fréquence subira un certain nombre de conversions analogique-numérique-analogique. Chaque conversion, dans chaque sens, constitue une source possible de dégradations de l'image.

Les méthodes analogiques d'essai qui sont actuellement utilisées conviennent pour un grand nombre de mesures sur les liaisons mixtes analogique-numérique-analogique à l'intérieur des studios; on reconnaît toutefois que certaines mesures fournissent des résultats qui perdent leur fiabilité en raison du traitement numérique du signal.

De nouveaux signaux d'essai ont été proposés afin de surmonter ces difficultés. Dans le doc. [CCIR, 1974-78a], il est suggéré d'utiliser, pour la mesure du bruit de quantification, une impulsion en sinus carré de durée à mi-amplitude légèrement inférieure à la moitié de la durée de la ligne active avec une sous-porteuse couleur superposée [Krivocheev, 1976].

Le doc. [CCIR, 1974-78c] propose l'utilisation d'un signal en dent de scie de durée égale à celle de la ligne, avec sous-porteuse superposée, pour mesurer la phase différentielle et le gain différentiel.

Dans le doc. [CCIR, 1978-82b], il est proposé une méthode de mesure de la distorsion introduite par le traitement numérique, dans laquelle le signal traité sous forme numérique est soustrait du signal original, lui-même sous forme numérique, assurant ainsi une plus grande précision. On peut alors procéder à une analyse, soit sur des équipements de mesure numérique, soit sur des équipements existants de mesure analogique.

Weston [1982] a décrit un générateur numérique de signaux d'essai destiné à tester les équipements et les systèmes qui utilisent le traitement bidimensionnel et tridimensionnel du signal. Cet appareil engendre notamment des schémas d'essai électroniques pour mire de Fresnel qui peuvent être stationnaires (deux dimensions) ou en mouvement (trois dimensions). Les signaux pour mire de Fresnel constituent un puissant moyen de diagnostic dans l'étude des propriétés de processus tels que le filtrage spatial et temporel, le sous-échantillonnage, l'interpolation, etc. ou que l'on cherche à optimiser les algorithmes utilisés. Comme dans d'autres types de mesures de réponse en fréquence, les résultats sont surtout intéressants sur le plan qualitatif; sur le plan quantitatif, il est difficile de les rattacher à une évaluation subjective faite à partir d'images réelles. Néanmoins, on peut recourir à des essais faits avec des schémas pour mire de Fresnel de façon à mettre en évidence des types de défauts particuliers et, par conséquent, des images réelles critiques.

Le Document [CCIR, 1986-90a] décrit l'application d'une séquence de données pseudo-aléatoire, produite par un registre à décalage à contre-réaction, destinée à vérifier le fonctionnement des interfaces vidéo numériques parallèles conformes à la Recommandation 656 ainsi que celui des trajets de transmission entre ces interfaces dans le studio. Les gammes de valeurs des niveaux de quantification, dans l'application décrite, correspondent à la gamme définie donnée dans la Recommandation 601; toutefois, il se peut qu'on ait des valeurs de quantification se situant en dehors de la gamme des signaux RGB.

Bien que les caractéristiques statistiques (par exemple la corrélation) de la séquence pseudo-aléatoire proposée ne soient pas spécifiques à la télévision radiodiffusée numérique, la méthode décrite a été utilisée pour déterminer la diaphotie impulsionnelle entre les éléments de circuits et les lignes de transmission. Les résultats ainsi obtenus doivent cependant être interprétés en conséquence. La méthode a également été utilisée pour mesurer les taux d'erreur binaires dans les liaisons situées à l'intérieur des studios et également pour mesurer les rayonnements parasites produits par les liaisons situées à l'intérieur des studios ainsi que la réponse temporelle des composants de circuits linéaires et non linéaires. Il convient cependant de conserver à l'esprit les réserves exprimées plus haut sur les caractéristiques statistiques de la séquence de données pseudo-aléatoires.

Le Document [CCIR, 1986-90b] suggère que la mise en oeuvre des tests de conformité des interfaces 4-2-2 doit se baser sur l'utilisation de techniques de mesure temps réel aptes à contrôler la validité des paramètres spécifiés dans la Recommandation 656 pour chaque donnée transmise.

[Lebrat-Fouillet, 1989] explique la mise en oeuvre de méthodes de mesure basées sur l'utilisation de signaux d'essai 4-2-2:

- La gigue d'horloge sur une interface parallèle peut être mesurée en produisant un signal dont l'amplitude est proportionnelle à l'écart de phase entre l'horloge de l'interface et une horloge stable obtenue par filtrage adéquat. L'observation oscilloscopique de ce signal après étalonnage fournit l'amplitude et la répartition de la gigue par rapport à la structure du signal vidéo (ligne, trame, ...).
- La mesure du temps de propagation différentiel sur une interface parallèle peut être effectuée en comparant les données détectées au moyen de l'horloge de l'interface avec les données détectées au moyen de plusieurs signaux d'horloge obtenus par déphasage fixe (avance ou retard) par rapport à l'horloge de l'interface. Cette comparaison fournit pour chaque donnée les écarts maxima d'avance et de retard d'horloge pour conserver une détection correcte, et le cumul de ces résultats permet d'accéder à la mesure du temps de propagation différentiel.

2.2.2 Mesures sur les codecs de télévision numérique

Meiseles [1988] a décrit une méthode de mesure permettant de déterminer de manière objective les effets des algorithmes de prévision du mouvement utilisés dans certains codecs vidéo avec réduction du débit binaire. L'utilisation de la méthode décrite permet dans un premier temps de mesurer la performance statique du système de codage pour trouver les attributs suivants: réponse en fréquence, gain, réponse impulsionnelle 2T, distorsion de signal de courte durée (méthode IEEE 511-1979) et gain non linéaire. Les résultats de ces mesures fournissent la référence de qualité de fonctionnement pour les mesures dynamiques. Le schéma de mesure dynamique et les signaux d'essai appropriés, utilisés pour mesurer les réponses statiques, sont utilisés pour mesurer les attributs décrits précédemment. Les différences observées entre les résultats statiques et les résultats dynamiques sont imputables au processus de prévision. L'utilisation de cette méthode garantit l'exactitude et la répétabilité des mesures des défauts de traitement: surcharge de la pente, gigue marginale, erreur de quantification, erreur de prévision et rapport signal/bruit.

Les mesures objectives de la qualité des codecs sont également traitées dans le Rapport 1206.

2.3 Test des signaux sous forme numérique

L'évaluation des circuits numériques est abordée dans le Rapport 1206.

3. Exemples de signaux d'essai 4:2:2

Le Document [CCIR, 1986-1990] décrit certains signaux d'essai et procédures applicables aux installations de télévision numérique 4:2:2. Ces signaux d'essai sont définis ci-dessous. Toutefois, il est nécessaire de définir d'autres signaux pour évaluer de manière plus complète la qualité de fonctionnement.

Les administrations sont invitées à entreprendre des études afin de définir d'autres signaux d'essai.

3.1 Remarques explicatives

Chacun des sous-paragraphes 3.2 à 3.9 décrit un signal d'essai 4:2:2 en donnant:

- un numéro et une désignation de signal d'essai (dans le titre du sous- paragraphe);
- la composition des lignes actives numériques du signal. $Y(i)$ désigne la valeur prise par le signal de luminance Y pour l'échantillon numéro i de la ligne vidéo numérique active, sachant que les échantillons sont numérotés de 1 à 720 dans l'ordre chronologique. Pour i impair, $C_B(i)$ et $C_R(i)$ désignent les valeurs prises par les signaux de différence de couleur C_R et C_B ;
- l'utilité du signal dans le test des appareils vidéo numériques 4:2:2.

Le Tableau I définit six formes d'onde numériques, désignées par A1, A2, A3, A4, A5, A6, à 720 échantillons.

Ces formes d'onde numériques ont été constituées à partir d'impulsions dans des plages uniformes, de rampes entre deux plages uniformes, et de transitions entre deux plages uniformes, mises en forme par un filtre dont la réponse impulsionnelle $R(t)$ est définie en fonction du temps t , par:

- pour $-3T < t < 3T$, $R(t) = 0,42 + 0,50 \cos(\pi t/3T) + 0,08 \cos(2 \pi t/3T)$
- Ailleurs $R(t) = 0$

($R(t)$ est une fenêtre de Blackman)

La valeur de T est de 74 ns pour les formes d'onde numériques A1, A2, A3, A4 et 148 ns pour A5 et A6.

3.2 Signal d'essai N° 1: GRIS

Les lignes vidéo actives de ce signal sont définies par : $Y(i) = A1(i)$,
 $C_R = C_B = 128$

Ce signal est critique pour la transmission via une interface parallèle, car chacun des 8 signaux binaires de données de l'interface contient alors une succession de bits 0, 1, 0, 1, 0, 1 ... et réalise la concentration maximale d'énergie aux fréquences élevées (multiples de 13,5 MHz) qu'il est souvent difficile de préserver dans les supports de transmission.

3.3 Signal d'essai N° 2: ALTERNANCE BLANC-NOIR à 0,1 Hz

Dans ce signal, on trouve en alternance :

- Pendant 5 secondes, des images contenant des lignes vidéo numériques actives "blanches" définies par $Y(i) = A2(i)$, $C_R = C_B = 128$.
- Pendant 5 secondes, des images contenant des lignes vidéo numériques actives "noires" définies par $Y = 16$, $C_R = C_B = 128$.

Ce signal donne une variation du niveau du noir dans les signaux vidéo analogiques correspondants, due à la suppression des composantes continue et très basses fréquences par les liaisons de transmission analogiques. Il permet de contrôler la compensation de cette variation, et la stabilité et la précision du noir dans le codage numérique.

3.4 Signal d'essai N° 3: IMPULSIONS EN BOUTS DE LIGNE

Les lignes vidéo actives numériques de ce signal sont définies par :

$$Y(i) = A3(i), C_R = C_B = 128$$

Ce signal à quatre impulsions permet de vérifier la position de la ligne active numérique par rapport à la référence analogique ainsi que l'activité des échantillons situés en bout de ligne active numérique.

Les bords externes des deux impulsions internes coïncident avec les extrémités de la ligne visualisable dans le système 625/50.

3.5 Signal d'essai N° 4: RAMPE NOIR-BLANC

Les lignes vidéo actives numériques de ce signal sont définies par :

$$Y(i) = \text{Partie entière}(A4(i)), C_R = C_B = 128$$

Ce signal permet de tester l'existence et la position des niveaux de quantification 1 à 254 du signal de luminance.

3.6 Signal d'essai N° 5: RAMPE JAUNE-GRIS

Les lignes actives numériques de ce signal sont définies par :

$$C_B(i) = \text{Partie entière } (A_5(i))$$

$$C_R(i) = \text{Partie entière } (128,5 - (0,114/0,701) (A_5(i)-128))$$

$$Y(i) = \text{Partie entière } (126 - (169/224) (A_5(i)-128))$$

Ce signal permet de tester l'existence et la position des niveaux de quantification 1 à 128 du signal de différence de couleur C_B .

3.7 Signal d'essai N° 6: RAMPE GRIS-BLEU

Les lignes vidéo actives numériques de ce signal sont définies par les mêmes formules qu'au paragraphe 3.6 en remplaçant A_5 par A_6 .

Ce signal permet de tester l'existence et la position des niveaux de quantification 128 à 254 du signal de différence de couleur C_B .

3.8 Signal d'essai N° 7: RAMPE CYAN-GRIS

Les lignes vidéo actives numériques de ce signal sont définies par :

$$C_B(i) = \text{Partie entière } (128,5 - (0,299/0,886) (A_5(i)-128))$$

$$C_R(i) = \text{Partie entière } (A_5(i))$$

$$Y(i) = \text{Partie entière } (126 - (88/224) (A_5(i)-128))$$

Ce signal permet de tester l'existence et la position des niveaux de quantification 1 à 128 du signal de différence de couleur C_R .

3.9 Signal d'essai N° 8: RAMPE GRIS-ROUGE

Les lignes vidéo actives numériques de ce signal sont définies par les mêmes formules qu'au paragraphe 3.8 en remplaçant A_5 par A_6 .

Ce signal permet de tester l'existence et la position des niveaux de quantification 128 à 254 du signal de différence de couleur C_R .

3.10 Signal d'essai N° 9: Rampe CB, Y, CR, Y

Les lignes vidéo actives de ce signal sont définies par la table $A_7(i)$ à 1440 éléments des échantillons du multiplex de la ligne active numérique.

Ce signal est utile pour tester la conformité du format du signal vidéo numérique à la sortie des équipements de traitement numérique effectuant des opérations de démultiplexage et de remultiplexage des composantes du signal vidéo numérique.

Remarque : Ce signal produit des couleurs illicites dans le domaine R, G, B.

TABLEAU I - Tableau de valeurs utilisées pour la définition de signaux d'essai numériques

i	1 ≤ i ≤ 20	21	22	23	24	25	26 ≤ i ≤ 694	695	696	697	698	699	700 ≤ i ≤ 720
A1(i)	16	18	33	72	110	125	127	125	110	72	33	18	16

i	1 ≤ i ≤ 20	21	22	23	24	25	26 ≤ i ≤ 694	695	696	697	698	699	700 ≤ i ≤ 720
A2(i)	16	19	50	126	201	232	235	232	201	126	50	19	16

i	1	2	3	4	5	6	7 ≤ i ≤ 10	11	12	13	14	15	16	17 ≤ i ≤ 706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720
A3(i)	16	44	154	235	154	44	16	17	64	185	229	121	31	16	17	64	185	229	121	31	16	16	44	154	235	154	44	16

i	1 ≤ i ≤ 21	22	23	24	25	1	60:61 ≤ i ≤ 88	89 ≤ i ≤ 100	101 ≤ i ≤ 536	537 ≤ i ≤ 550	551 ≤ i ≤ 586	587 ≤ i ≤ 600	601	602	603	604	605	606 ≤ i ≤ 720
A4(i)	16	14	9	3	1		((1-57)/2)	16	((1-67)/2)	235	((1-79)/2)	254	250	217	135	53	20	16

i	1 ≤ i ≤ 20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30 ≤ i ≤ 40	41 ≤ i ≤ 96	97 ≤ i ≤ 120	121 ≤ i ≤ 564	565 ≤ i ≤ 720
A5(i)	128	126	120	108	89	65	40	21	9	3	1	((1-33)/4)	16	((1-53)/4)	128

i	1 ≤ i ≤ 120	121 ≤ i ≤ 564	565 ≤ i ≤ 580	581 ≤ i ≤ 632	633 ≤ i ≤ 660	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670 ≤ i ≤ 720
A6(i)	128	((1+395)/4)	240	((1+383)/4)	254		252	246	234	215	191	167	148	136	130	128

Formes d'onde numériques à 720 échantillons intervenant dans la définition des signaux d'essai 4-2-2.
i représente le numéro d'échantillon, il est compris entre 1 et 720.

TABLEAU I (suite)

Tableau de valeurs utilisées pour la définition de signaux d'essai numériques

i	1 à 254	255 à 508	509 à 762	763 à 1016	1017 à 1270	1271 à 1440
A7(i)	i	509-i	i-508	1017-i	i-1016	1525-i

i	1 à 47	48	49	50	51	52	53	54	55	56 à 668
A8(i)	235	232	218	187	139	86	46	24	17	16

i	669	670	671	672	673	674	675	676	677 à 720
A8(i)	19	33	64	112	165	205	227	234	235

i	1 à 24	25	26	27	28 à 334	335	336	337	338	339 à 360
A9(i)	240	232	191	143	128	130	152	204	236	240

i	1 à 24	25	26	27	28 à 334	335	336	337	338	339 à 360
A10(i)	16	24	65	113	128	126	104	52	20	16

3.11 Signal d'essai N° 10: Paliers en bout de ligne blancs

Les lignes vidéo actives de ce signal sont définies par :

$$Y(i) = A_8(i), C_B = C_R = 128$$

Ce signal est dépourvu de mise en forme des transitions sur Y aux extrémités de la ligne active numérique et est utile pour observer la mise en forme analogique des suppressions de ligne produite par les décodeurs 4-2-2.

Deux transitions en intégrale de l'impulsion de Blackman avec un temps de montée de 300 ns sont placées à 3 μ s des fronts avant et arrière de suppressions de ligne analogique pour les systèmes 625 lignes et permettent une observation comparative des transitions ainsi qu'une vérification de la conformité de la correspondance temporelle numérique analogique sur Y.

3.12 Signal d'essai N° 11: Paliers en bout de ligne bleus

Les lignes vidéo actives de ce signal sont définies par

$$Y = 41, C_B(i) = A_9(i), C_R = 110$$

Ce signal permet d'effectuer les observations décrites au paragraphe 3.11 pour des transitions hautes sur C_B .

3.13 Signal d'essai N° 12: Paliers en bout de ligne rouges

Les lignes vidéo actives de ce signal sont définies par

$$Y = 81, C_B = 90, C_R = A_9(i)$$

Ce signal permet d'effectuer les observations décrites au paragraphe 3.11 pour des transitions hautes sur C_R .

3.14 Signal d'essai N° 13: Paliers en bout de ligne jaunes

Les lignes vidéo actives de ce signal sont définies par

$$Y = 210, C_B(i) = A_{10}(i), C_R = 146$$

Ce signal permet d'effectuer les observations décrites au paragraphe 3.11 pour des transitions basses sur C_B .

3.15 Signal d'essai N° 14: Paliers en bout de ligne cyan

Les lignes vidéo actives de ce signal sont définies par

$$Y = 170, C_B = 166, C_R(i) = A_{10}(i)$$

Ce signal permet d'effectuer les observations décrites au paragraphe 3.11 pour des transitions basses sur C_R .

3.16 Signal d'essai N° 15: série 1010

Les lignes vidéo actives de ce signal sont définies par

$$Y = 128, C_B = C_R = 129$$

Ce signal produit après sérialisation la succession des bits..., 1, 0, 1, 0,.... sur le multiplex série et concentre l'énergie à la fréquence 121,5 MHz.

Il est utile pour contrôler la performance de la récupération de phase d'horloge 9 bits des désérialiseurs et pour évaluer la qualité de l'égalisation des récepteurs.

3.17 Signal d'essai N° 16: série 11001100

Les lignes vidéo actives de ce signal sont définies par

$$C_B = 192 \quad Y(i \text{ impair}) = 218 \quad C_R = 191 \quad Y(i \text{ pair}) = 215$$

Ce signal produit après sérialisation la succession des bits..., 1, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 0,... sur le multiplex série et concentre l'énergie à la fréquence 60,75 MHz.

Il est utile pour contrôler la performance de la récupération d'horloge bit et de phase d'horloge 9 bits des désérialiseurs, et pour évaluer la qualité de l'égalisation des récepteurs.

Remarque : Ce signal produit des couleurs illicites dans le domaine R, V, B.

3.18 Signal d'essai N° 17: série 111000111000

Les lignes vidéo actives de ce signal sont définies par

$$Y = 245, \quad C_B = C_R = 248$$

Ce signal produit après sérialisation la succession des bits ..., 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0,... sur le multiplex série et concentre l'énergie à la fréquence 40,5 MHz.

Il est utile pour contrôler la performance de la récupération d'horloge bit et de phase d'horloge 9 bits des désérialiseurs, et pour évaluer la qualité de l'égalisation des récepteurs.

Remarque : Ce signal produit des couleurs illicites dans le domaine R, G, B.

4. Signaux de barres de couleur numériques

L'utilisation fréquente des signaux de barres de couleur en télévision analogique suggère la définition de tels signaux codés dans le domaine numérique pour contrôler les niveaux et le respect des phases entre composantes après décodage 4-2-2.

Les Tableaux II a et b. donnent une description des barres de couleur 100/0/100/0 et 100/0/75/0 calculées à l'aide d'équations mathématiques avec les caractéristiques suivantes :

- Mise en forme des transitions par intégrale de l'impulsion de Blackman.
- Temps de montée 10 % à 90 % pour Y : 150 ns
- Temps de montée 10 % à 90 % pour C_B et C_R : 300 ns.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

KRETZ, F. [octobre 1977] Critères objectifs de qualité subjective en codage numérique des signaux visuels: méthodologie et application à l'optimisation: exemples. Colloque URSI sur la mesure en télécommunications, Lannion, France.

KRIVOCHEEV, M. I. [1976] *Osnovy televisionnykh izmerenii* (Les bases des mesures en télévision). *Sviazizdat*, Moscou, URSS.

LEBRAT - FOUILLET [juin 1989] - Métrologie en télévision numérique.
Technical Proceedings 16th International TV Symposium Montreux 1989.

MEISELES, H. [1988] - Objective measurement methods of motion artifacts for 45 Mbit/s NTSC, DPCM bit-reduction video codecs. SMPTE 130th Conference, 1988, Pre-print N° 130-15.

WESTON, M. [octobre 1982] The zone plate: its principles and applications. *Rev. de l'UER (Technique)*, 195. 3-11.

Documents du CCIR:

[1974-78]: a. 11/409 (URSS); b. 11/65 (France); c. 11/330 (Etats-Unis d'Amérique).

[1978-82]: a. 11/87 (Japon); b. 11/248 (Japon).

[1982-86]: a. 11/19 (Japon); b. 11/26 (Japon).

[1986-90]: a. 11/444 (République démocratique allemande); b. 11/466 (France);
c. 11/10 (France).

TABLEAU II

Description de signaux de barres de couleur
codés dans le domaine numérique

a) Désignation : barres de couleur 100/0/100/0

Définition de Y pour la ligne active numérique avec T montée = 150 ns

i	1	14	15	16	17	18	19	20	100	101	102	103	104	105	106	186	187	188	189	190	191
Y(i)	16	16	39	126	212	235	235	235	235	232	223	213	210	210	210	210	206	190	174	170	

i	192	272	273	274	275	276	277	278	358	359	360	361	362	363	364	444	445	446	447	448	449
Y(i)	170	169	167	157	147	145	145	144	141	126	110	107	106	106	104	94	84	82			

i	450	530	531	532	533	534	535	536	616	617	618	619	620	621	622	720
Y(i)	81	81	77	61	45	41	41	41	41	38	28	19	16	16		

Définition de C_R pour la ligne active numérique avec T montée = 300 ns

i	1 to 6	7	8	9	10	11	12	49	50	51	52	53	54	55	92	93	94	95	96	97
CR(i)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	130	137	144	146	146	146	133	81	29	16	

i	98	135	136	137	138	139	140	141	178	179	180	181	182	183	184	221	222	223	224	225	226
CR(i)	16	16	18	25	32	34	34	34	35	54	128	202	221	222	222	224	231	238	240		

i	227	264	265	266	267	268	269	270	307	308	309	310	311	312	313	360
CR(i)	240	240	227	175	123	110	110	110	110	112	119	126	128	128		

Définition de C_B pour la ligne active numérique avec T montée = 300 ns

i	1	6	7	8	9	10	11	12	49	50	51	52	53	54	55	92	93	94	95	96	97
CB(i)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	116	72	28	16	16	16	31	91	150	166	

i	98	135	136	137	138	139	140	141	178	179	180	181	182	183	184	221	222	223	224	225	226
CB(i)	166	166	154	110	65	54	54	54	54	69	128	187	202	202	202	202	191	146	102	90	

i	227	264	265	266	267	268	269	270	307	308	309	310	311	312	313	360
CB(i)	90	90	106	165	225	240	240	240	240	228	184	140	128	128		

b) Désignation : barres de couleur 100/0/75/0

Définition de Y pour la ligne active numérique avec T montée = 150 ns

i	1	14	15	16	17	18	19	20	100	101	102	103	104	105	106	186	187	188	189	190	191
Y(i)	16	16	39	126	212	235	235	235	235	227	198	169	162	162	162	161	158	146	134	131	

i	192	272	273	274	275	276	277	278	358	359	360	361	362	363	364	444	445	446	447	448	449
Y(i)	131	131	129	122	114	112	112	112	112	109	98	87	84	84	84	84	82	74	67	65	

i	450	530	531	532	533	534	535	536	616	617	618	619	620	621	622	720
Y(i)	65	65	62	50	38	35	35	35	35	33	25	18	16	16	16	

Définition de C_R pour la ligne active numérique avec T montée = 300 ns

i	1	6	7	8	9	10	11	12	49	50	51	52	53	54	55	92	93	94	95	96	97
CR(i)	128		128	128	128	128	128		128	128	129	135	140	142		142	141	132	93	54	44

i	98	135	136	137	138	139	140	141	178	179	180	181	182	183	184	221	222	223	224	225	226
CR(i)	44		44	45	51	56	58		58	58	72	128	184	198		198	198	200	205	211	212

i	227	264	265	266	267	268	269	270	307	308	309	310	311	312	313	360
CR(i)	212		212	202	163	124	115		114	114	116	121	127	128		128

Définition de C_B pour la ligne active numérique avec T montée = 300 nsDefinition of C_B for digital active line with rise time = 300 ns

i	1	6	7	8	9	10	11	12	49	50	51	52	53	54	55	92	93	94	95	96	97
CB(i)	128		128	128	128	128	128		128	128	119	86	53	44		44	44	56	100	145	156

i	98	135	136	137	138	139	140	141	178	179	180	181	182	183	184	221	222	223	224	225	226
CB(i)	156		156	148	114	81	73		72	73	84	128	172	183		184	183	175	142	108	100

i	227	264	265	266	267	268	269	270	307	308	309	310	311	312	313	360
CB(i)	100		100	111	156	200	212		212	212	203	170	137	128		128