

Union internationale des télécommunications

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R BT.1120-9

(12/2017)

**Interfaces numériques pour les signaux en
studio avec des formats d'image
1 920 × 1 080**

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/UIT-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, 2018

© UIT 2018

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.1120-9*

**Interfaces numériques pour les signaux en studio avec
des formats d'image 1 920 × 1 080**

(Question UIT-R 130/6)

(02/1994-11/1998-2000-2003-2004-2005-2007-2012-2017)

Domaine d'application

La présente Recommandation définit des interfaces numériques en série fonctionnant à deux fréquences d'horloge nominales, 1,485 GHz et 2,97 GHz, pour les signaux en studio avec les matrices de pixels de 1 920 × 1 080, diverses fréquences d'image jusqu'à 60 Hz et les structures d'échantillons 4:4:4 et 4:2:2 définies dans les Recommandations UIT-R BT.709 et UIT-R BT.2100. L'interface peut aussi servir à acheminer des données en mode paquet.

Mots clés

Interface série, interface HD-SDI, temps réel, télévision SDR, télévision HDR, méthode hybride log-gamma (HLG), méthode de quantification perceptuelle (PQ)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

a) que la Recommandation UIT-R BT.709 définit les paramètres et les valeurs de format d'image pour la production de TVHD et l'échange international de programmes et contient la norme suivante de système de production de programmes de TVHD en studio destinée à couvrir un vaste éventail d'applications:

- norme à 1 125 lignes au total et 1 080 lignes actives;
- fréquences d'image de 60¹, 50, 30¹, 25 et 24¹ Hz, avec transport à balayage progressif, à balayage entrelacé et à segmentation d'image;

b) que la Recommandation UIT-R BT.2100 définit les valeurs des paramètres de l'image dans le cas de systèmes de télévision à grande plage dynamique à utiliser pour la production et l'échange international de programmes et contient les formats d'image ci-après dont le nombre de pixels et les fréquences d'image sont les mêmes que ceux définis dans la Recommandation UIT-R BT.709:

- gamme de couleurs étendue définie dans la Recommandation UIT-R BT.2020;
- fonctions de transfert de la méthode de quantification perceptuelle (PQ) et de la méthode hybride log-gamma (HLG);
- représentations des signaux de luminance et de chrominance pour une luminance non constante (NCL) Y'C_BC_R et pour une intensité constante (CI) IC_TCP;

c) que toute une gamme d'appareils conformes aux systèmes ci-dessus a été mise au point et est actuellement disponible sur le marché;

d) que de nombreux programmes sont produits selon les systèmes susmentionnés;

* La Commission d'études 6 des radiocommunications a apporté des modifications de forme à la présente Recommandation en 2018 conformément à la Résolution UIT-R 1.

¹ Des fréquences d'image de 60/1,001, 30/1,001 et 24/1,001 Hz sont également prises en compte.

e) que l'interconnexion numérique série a été mise au point pour assurer des interconnexions numériques fiables et transparentes,

recommande

1 d'utiliser les spécifications exposées dans la présente Recommandation comme interfaces numériques série pour les signaux vidéo avec les matrices de pixels de $1\,920 \times 1\,080$ et les fréquences d'image jusqu'à 60 Hz définies dans les Recommandations UIT-R BT.709 et UIT-R BT.2100;

2 que la Note 1 soit considérée comme faisant partie de la Recommandation.

NOTE 1 – La conformité à la présente Recommandation est volontaire. Cependant, il se peut que la Recommandation contienne certaines dispositions obligatoires (pour assurer, par exemple, l'interopérabilité et l'applicabilité) et que l'on considère que la Recommandation est respectée lorsque toutes ces dispositions sont observées. Le futur d'obligation et les autres moyens d'expression de l'obligation comme le verbe «devoir» ainsi que leurs formes négatives servent à énoncer des prescriptions.

NOTE 2 – Dans le cadre de la présente Recommandation, la notation $Y C_B C_R$ représente les signaux de luminance et de chrominance, qui, en pratique, peuvent être soit $Y' C'_B C'_R$, soit $I C_T C_P$, sauf indication contraire.

NOTE 3 – Lorsque des données de plage complète sont acheminées par le signal, elles sont écrêtées et ramenées dans la plage étroite des données vidéo.

Annexe 1

Interfaces pour les signaux vidéo avec des matrices de pixels de $1\,920 \times 1\,080$, des fréquences d'image jusqu'à 60 Hz et des profondeurs binaires de 10 bits au plus conformes aux Recommandations UIT-R BT.709 et UIT-R BT.2100

La présente Annexe décrit les interfaces numériques relatives aux systèmes dont le Tableau 1 donne la liste. La liste des paramètres de codage vidéo est donnée dans le Tableau 2. 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 figurent entre parenthèses.

TABLEAU 1

Systèmes pris en charge

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

TABLEAU 1 (*fin*)

Système	Prise de vues (Hz)	Transport
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

1 Représentation numérique

1.1 Caractéristiques de codage

Les signaux vidéo à transporter doivent satisfaire aux caractéristiques décrites dans les Recommandations UIT-R BT.709 et UIT-R BT.2100.

2 Interface numérique

L'interface assure une interconnexion unidirectionnelle. Les signaux de données se présentent sous forme d'informations binaires et sont codés en conséquence:

- données vidéo à l'interface (mots de 10 bits);
- référence temporelle et codes d'identification (mots de 10 bits);
- données auxiliaires (voir la Recommandation UIT-R BT.1364).

Lorsqu'on utilise des données vidéo à 8 bits, il faut ajouter deux bits de plus faible poids (LSB) constitués de zéros aux mots de 8 bits pour former des mots de 10 bits.

2.1 Données vidéo série

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

$$(C_{B0} Y_0) (C_{R0} Y_1) (C_{B1} Y_2) (C_{R1} Y_3) \dots$$

où Y_i représente le i ème échantillon actif de luminance d'une ligne et C_{Bi} et C_{Ri} représentent les j ème échantillons actifs de différence de couleur des composantes C_B et C_R . Les échantillons C_{Bj} et C_{Rj} coïncident avec l'échantillon Y_i à numérotation paire en raison de l'échantillonnage à fréquence moitié des signaux de différence de couleur.

Les mots de données qui correspondent aux niveaux numériques $0_{(10)}$ à $3_{(10)}$ et $1\ 020_{(10)}$ à $1\ 023_{(10)}$ sont réservés à l'identification des données et ne doivent pas apparaître sous forme de données vidéo.

Les signaux R' , G' et B' sont traités sous forme de mots de 30 bits en plus des mots de 20 bits ci-dessus des signaux Y , C_B et C_R .

TABLEAU 2

Caractéristiques de codage numérique

Point	Paramètre	Système								
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P
1	Signaux codés Y, C_B, C_R ou R', G', B'	Voir les Recommandations UIT-R BT.709 et UIT-R BT.2100								
2	Grille d'échantillonnage – R', G', B', Y	Orthogonal, se répétant en ligne et en image								
3	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⁾								
4	Nombre de lignes actives	1 080								
5	Fréquence d'échantillonnage ⁽²⁾ (MHz) – R', G', B', Y – C_B, C_R ⁽³⁾	148,5 (148,5/1,001)	74,25 (74,25/1,001)		148,5	74,25		74,25 (74,25/1,001)		74,25 (74,25/1,001)
		74,25 (74,25/1,001)	37,125 (37,125/1,001)		74,25	37,125		37,125 (37,125/1,001)		37,125 (37,125/1,001)
6	Nombre d'échantillons par ligne – R', G', B', Y – C_B, C_R		2 200 1 100			2 640 1 320				2 750 1 375
7	Nombre d'échantillons actifs par ligne – R', G', B', Y – C_B, C_R				1 920 960					
8	Position des premiers instants d'échantillonnage actif Y, C_B, C_R par rapport à la référence de synchronisation temporelle analogique O_H ⁽⁴⁾ (voir la Fig. 1)				192 T					

TABLEAU 2 (*fin*)

Point	Paramètre	Système								
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P
9	Format de codage	MIC à quantification uniforme pour chacune des composantes vidéo 8 ou 10 bits par échantillon								
10	Assignation des niveaux de quantification ⁽⁵⁾ – Données vidéo – Références temporelles	$1_{(8)}$ à $254_{(8)}$ ou $4_{(10)}$ à $1\ 019_{(10)}$ $0_{(8)}$ et $255_{(8)}$ ou $0_{(10)}$ à $3_{(10)}$ et $1\ 020_{(10)}$ à $1\ 023_{(10)}$								
11	Niveaux de quantification ⁽⁶⁾ – Niveau du noir R', G', B', Y – Niveau achromatique C_B, C_R – Crête nominale – R', G', B', Y – C_B, C_R	$16_{(8)}$ ou $64_{(10)}$ $128_{(8)}$ ou $512_{(10)}$ $235_{(8)}$ ou $940_{(10)}$ $16_{(8)}$ et $240_{(8)}$ ou $64_{(10)}$ et $960_{(10)}$								
12	Caractéristiques du filtre	Voir la Recommandation UIT-R BT.709								

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

⁽²⁾ L'horloge d'échantillonnage doit être verrouillée sur la fréquence de ligne. La tolérance sur la fréquence est de $\pm 0,001\%$.

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

⁽⁴⁾ T désigne la période d'horloge ou l'inverse de la fréquence d'échantillonnage de la luminance.

⁽⁵⁾ En cas de traitement de mots de 8 bits dans un système à 10 bits, deux LSB constitués de zéros sont ajoutés au mot de 8 bits.

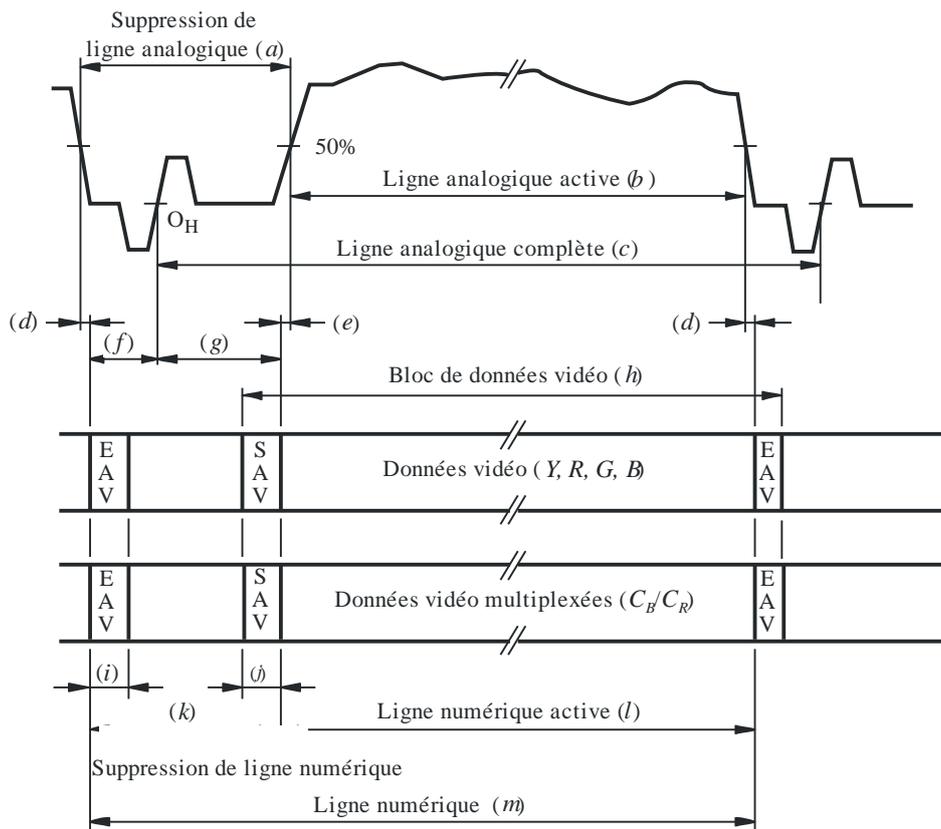
⁽⁶⁾ Ces niveaux se rapportent à des niveaux vidéo nominaux précis. En raison du traitement du signal, il se peut que les niveaux du signal sortent des limites.

2.2 Correspondance temporelle de la vidéo avec le signal analogique

La ligne numérique occupe m périodes d'horloge. Elle débute à f périodes d'horloge avant la transition de référence (O_H) du signal de synchronisation analogique de la ligne correspondante. La ligne numérique active commence à g périodes d'horloge après la transition de référence (O_H). Les valeurs de m , f et g sont énumérées dans le Tableau 3. Pour les correspondances temporelles détaillées dans l'intervalle de ligne, consulter la Fig. 1 et le Tableau 3.

FIGURE 1

Format de données et correspondance temporelle avec le signal analogique



BT.1120-01

Pour les systèmes avec balayage à entrelacement et à image segmentée, le début de la trame/du segment numérique est défini par la position spécifiée pour le début de la ligne numérique. Pour les correspondances détaillées dans l'intervalle de trame/segment, consulter la Fig. 2a) et le Tableau 4a).

Pour les systèmes avec balayage progressif, le début de l'image numérique est défini par la position spécifiée pour le début de la ligne numérique. Pour les correspondances détaillées dans l'intervalle d'image, consulter la Fig. 2b) et le Tableau 4b).

2.3 Séquences de référence temporelle vidéo SAV et EAV

Il existe deux séquences de référence temporelle, l'une au début de chaque bloc de données vidéo SAV, l'autre à la fin de chaque bloc de données vidéo EAV. Ces séquences sont contiguës aux données vidéo et continuent pendant l'intervalle de suppression de trame/d'image/de segment, comme le montre la Fig. 2.

TABLEAU 3

Spécifications temporelles de l'intervalle de ligne

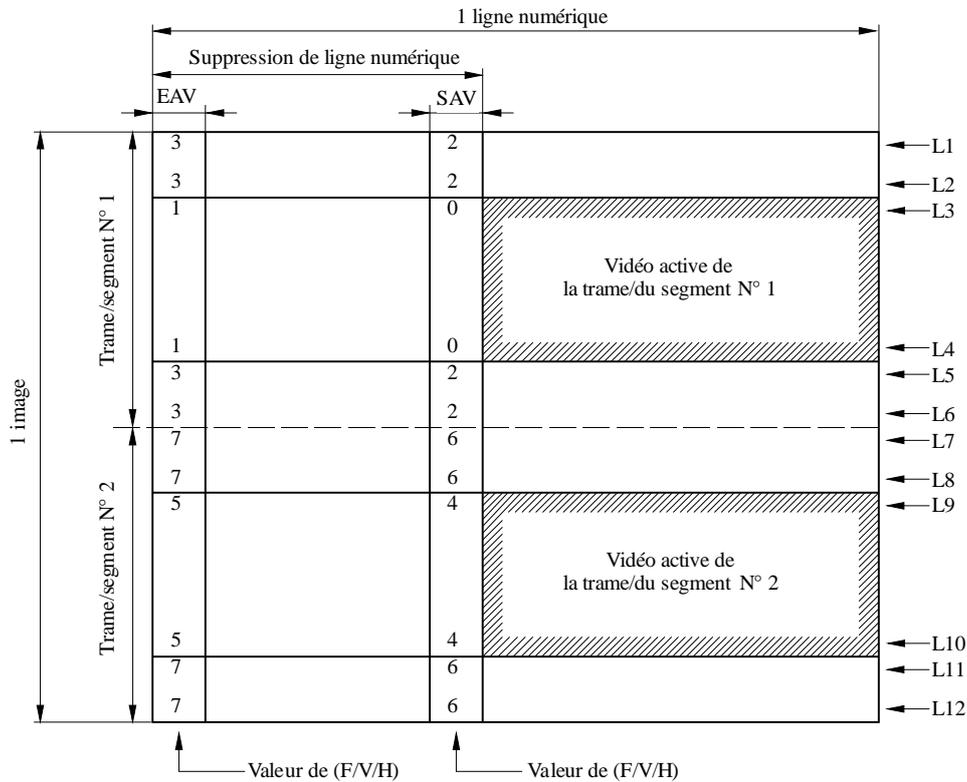
Symbole	Paramètre	Valeur									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
	Nombre d'échantillons <i>Y</i> actifs par ligne	1920									
	Fréquence d'échantillonnage de la luminance (MHz)	148,5 (148,5/ 1,001)	74,25 (74,25/1,001)			148,5	74,25			74,25 (74,25/1,001)	
<i>a</i>	Suppression de ligne analogique (<i>T</i>)	+12 280 -0			+12 280 -0			+12 280 -0			
<i>b</i>	Ligne analogique active (<i>T</i>)	+0 1 920 -12									
<i>c</i>	Ligne analogique complète (<i>T</i>)	2 200			2 640			2 750			
<i>d</i>	Durée séparant la fin de la vidéo analogique active du début de EAV (<i>T</i>)	0-6									
<i>e</i>	Durée séparant la fin de SAV du début de la vidéo analogique active (<i>T</i>)	0-6									
<i>f</i>	Durée séparant le début de EAV de la référence temporelle analogique O_H (<i>T</i>)	88			528			638			
<i>g</i>	Durée séparant la référence temporelle analogique O_H de la fin de SAV (<i>T</i>)	192									
<i>h</i>	Bloc de données vidéo (<i>T</i>)	1 928									
<i>i</i>	Durée de EAV (<i>T</i>)	4									
<i>j</i>	Durée de SAV (<i>T</i>)	4									
<i>k</i>	Suppression de ligne numérique (<i>T</i>)	280			720			830			
<i>l</i>	Ligne numérique active (<i>T</i>)	1 920									
<i>m</i>	Ligne numérique (<i>T</i>)	2 200			2 640			2 750			

NOTE 1 – Les valeurs de paramètre indiquées pour les spécifications analogiques correspondant aux symboles *a*, *b* et *c* sont les valeurs nominales.

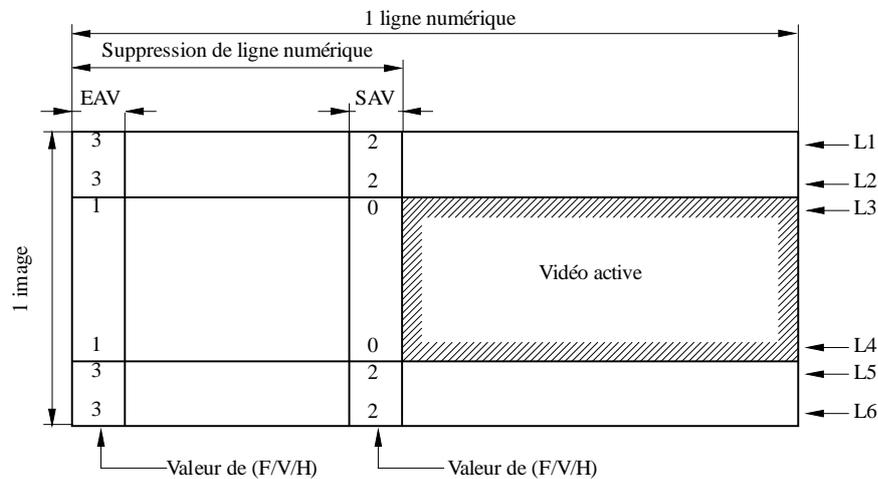
NOTE 2 – *T* désigne la période d'horloge ou l'inverse de la fréquence d'échantillonnage de la luminance.

FIGURE 2

Séquences de référence temporelle vidéo SAV et EAV



a) Correspondance temporelle dans l'intervalle de trame/de segment pour les systèmes avec balayage à entrelacement et à segmentation d'image



b) Correspondance temporelle dans l'intervalle d'image pour les systèmes avec balayage progressif

BT.1120-02

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

Chaque séquence se compose d'une suite de quatre mots. Le Tableau 5 explique l'affectation des bits de ces mots. Les trois premiers constituent un préambule fixe et le quatrième contient l'information qui définit l'identification de trame (F), la période de suppression de trame/d'image (V) et la période de suppression de ligne (H). Dans les systèmes à 8 bits, on utilise les bits 9 à 2 inclus.

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

La valeur des bits de protection P_0 à P_3 dépend de F, V et H (voir le Tableau 6). Cette disposition permet de corriger les erreurs simples et de détecter les erreurs doubles dans le récepteur, mais seulement pour les 8 MSB (voir le Tableau 7).

TABLEAU 4

a) Spécifications temporelles de l'intervalle de trame/de segment pour les systèmes avec entrelacement et segmentation d'image

Symbole	Définition	Numéro de la ligne numérique à l'interface
	Nombre de lignes actives	1 080
L1	Première ligne de la trame/du segment N° 1	1
L2	Dernière ligne de la suppression de trame/de segment numérique N° 1	20
L3	Première ligne de la vidéo active de la trame/du segment N° 1	21
L4	Dernière ligne de la vidéo active de la trame/du segment N° 1	560
L5	Première ligne de la suppression de trame/de segment numérique N° 2	561
L6	Dernière ligne de la trame/du segment N° 1	563
L7	Première ligne de la trame/du segment N° 2	564
L8	Dernière ligne de la suppression de trame/de segment numérique N° 2	583
L9	Première ligne de la vidéo active de la trame/du segment N° 2	584
L10	Dernière ligne de la vidéo active de la trame/du segment N° 2	1 123
L11	Première ligne de la suppression de trame/de segment numérique N° 1	1 124
L12	Dernière ligne de la trame/du segment N° 2	1 125

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

b) Spécifications temporelles de l'intervalle d'image pour les systèmes avec balayage progressif

Symbole	Définition	Numéro de la ligne numérique à l'interface
	Nombre de lignes actives	1 080
L1	Première ligne de l'image	1
L2	Dernière ligne de la suppression de trame numérique	41
L3	Première ligne de la vidéo active	42
L4	Dernière ligne de la vidéo active	1 121
L5	Première ligne de la suppression de trame numérique	1 122
L6	Dernière ligne de l'image	1 125

TABLEAU 5

Affectation des bits pour les séquences de référence temporelle vidéo

Mot	Numéro du bit									
	9 (MSB)	8	7	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
Premier	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Deuxième	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Troisième	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quatrième	1	F	V	H	P ₃	P ₂	P ₁	P ₀	0	0
Système avec balayage à entrelacement et image segmentée	F = 1 pendant la trame/le segment N° 2 = 0 pendant la trame/le segment N° 1 V = 1 pendant la période de suppression de trame/segment = 0 en dehors de la suppression de trame/segment H = 1 pour EAV = 0 pour SAV									
Système avec balayage progressif	F = 0 V = 1 pendant la période de suppression d'image = 0 en dehors de la suppression d'image H = 1 pour EAV = 0 pour SAV									

NOTE – Dans le quatrième mot, P₀, P₁, P₂, P₃ sont les bits de protection (voir le Tableau 6).

TABLEAU 6

Bits de protection pour SAV et EAV

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

TABLEAU 7

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

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

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

2.4 Données auxiliaires

Les données auxiliaires peuvent éventuellement être incluses dans les intervalles de suppression d'une interface numérique conformément à la présente Recommandation. Les signaux auxiliaires doivent être conformes aux règles générales énoncées dans la Recommandation UIT-R BT.1364.

L'intervalle de suppression horizontale entre la fin des mots du code de détection d'erreurs et le début du code SAV peut être utilisé pour acheminer des paquets de données auxiliaires.

Les paquets de données auxiliaires peuvent être acheminés dans l'intervalle de suppression vertical entre la fin du code SAV et le début du code EAV, comme suit:

- dans un système avec balayage progressif, sur les lignes 1 à 41 incluses et 1 122 à 1 125 incluses;
- dans un système à balayage entrelacé, sur les lignes 1 à 20 incluses, sur les lignes 561 à 583 incluses et sur les lignes 1 124 à 1 125 incluses;
- sur n'importe quelle ligne qui se trouve à l'extérieur de la portée verticale de l'image, tel que noté ci-dessus, et qui n'est pas utilisée pour acheminer des signaux de l'intervalle de

suppression vertical pouvant être représentés dans le domaine analogique au moyen d'une conversion directe numérique/analogique;

- les paquets de données auxiliaires ne doivent pas être insérés dans l'espace où ils risquent d'être affectés par la commutation, comme indiqué dans le Tableau 2 de la Pièce jointe 3 à l'Annexe 1 de la Recommandation UIT-R BT.1364.

2.5 Mots de données pendant les intervalles de suppression

Les mots de données transmis pendant les intervalles de suppression numérique qui ne sont pas utilisés pour les séquences de référence temporelles, SAV et EAV ou pour les données auxiliaires (ANC) sont remplis avec des mots correspondant aux niveaux de suppression suivants placés comme il convient dans les données multiplexées:

$64_{(10)}$ pour les signaux Y, R', G', B'

$512_{(10)}$ pour C_B/C_R (signal de différence de couleur multiplexé dans le temps).

3 Interface parallèle

L'interface parallèle définie dans les versions précédentes de la présente Recommandation n'est plus utilisée et son utilisation est déconseillée.

4 Interface série

4.1 Format des données

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

4.1.1 Données vidéo

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

4.1.2 Séquences de référence temporelle vidéo

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

4.1.3 Données de numéro de ligne de l'interface

Les données de numéro de ligne se composent de deux mots indiquant le numéro de ligne. L'affectation de bits des données de numéro de ligne est indiquée au Tableau 8. Ces données doivent être situées immédiatement après la séquence EAV.

TABLEAU 8

Affectation de bits des données de numéro de ligne

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

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

R: réservé (mis à zéro).

4.1.4 Codes de détection d'erreur

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

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

La valeur initiale des codes est mise à zéro. Le calcul commence au premier mot de la ligne numérique active et se termine à la fin du mot des données de numéro de ligne. On établit deux codes de détection d'erreur, l'un pour les données de luminance, YCR et l'autre pour les données de différence de couleur, CCR. L'affectation des bits des codes de détection d'erreur est indiquée au Tableau 9. Les codes de détection d'erreur doivent être situés immédiatement après les données de numéro de ligne.

TABLEAU 9

Affectation de bits pour les codes de détection d'erreur

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

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

4.1.5 Données auxiliaires

Les données auxiliaires sont assujetties aux mêmes règles que celles énoncées au § 2.4.

4.1.6 Données de suppression

Les mots de données de suppression pendant les intervalles de suppression numérique qui ne sont pas utilisés pour les codes SAV, EAV, les données de numéro de ligne, les codes de détection d'erreur et les données auxiliaires, doivent être remplis par les mots de 10 bits, comme indiqué au § 2.5.

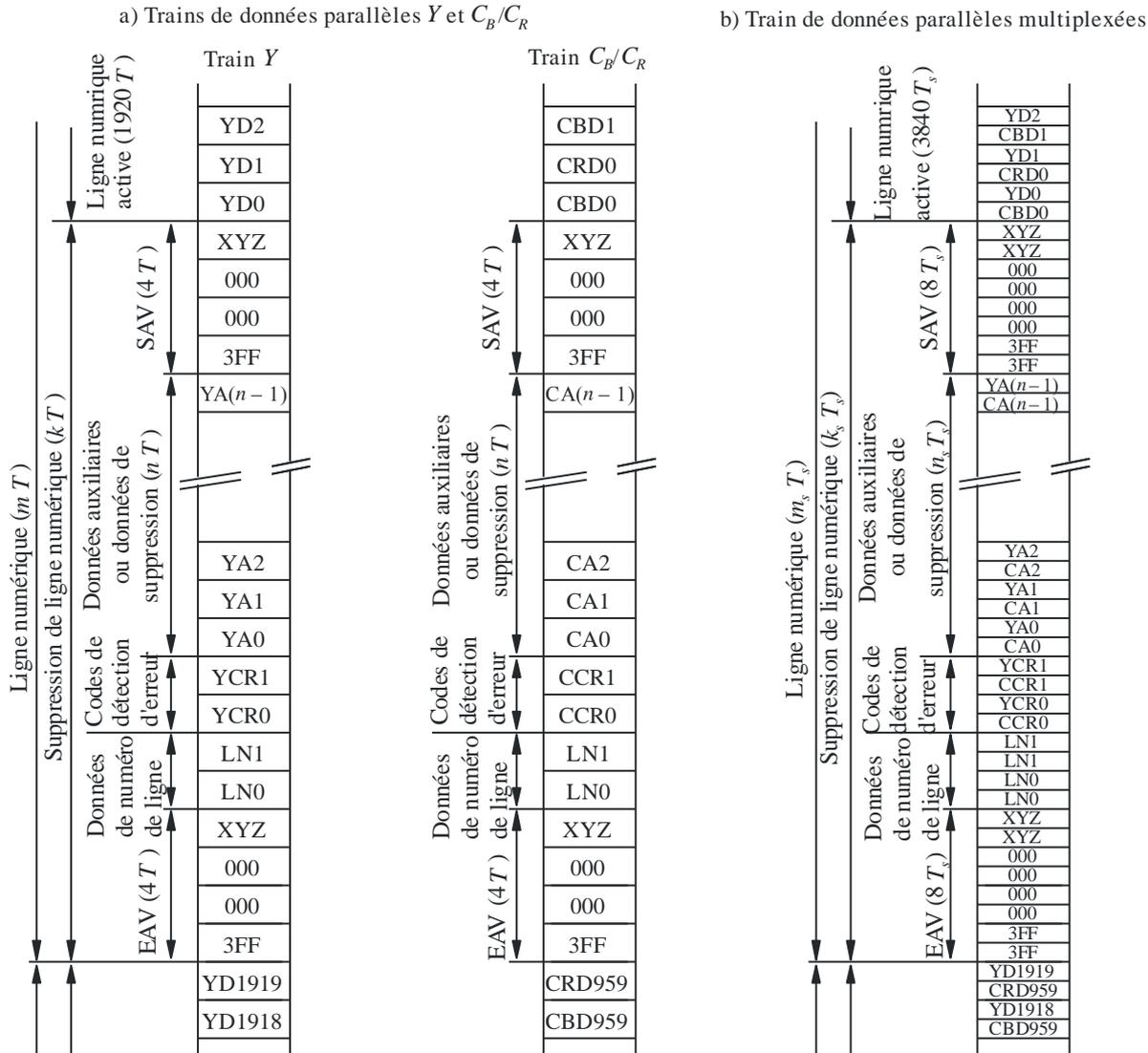
4.2 Format de transmission

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

4.2.1 Multiplexage des mots

Les deux trains parallèles doivent être multiplexés mot par mot en un seul train parallèle de mots de 10 bits dans l'ordre suivant: $C_B, Y, C_R, Y, C_B, Y, C_R, Y...$ (voir la Fig. 3 et le Tableau 11).

FIGURE 3
Mise en correspondance des trains de données



- YD0 - YD1919: Données numériques de luminance Y
- CBD0 - CBD959: Données numériques de différence de couleur C_B
- CRD0 - CRD959: Données numériques de différence de couleur C_R
- YA0 - YAn-1: Données auxiliaires ou données de suppression dans le train Y
- Ca0 - CAn-1: Données auxiliaires ou données de suppression dans le train C_B/C_R

Dans le cas de systèmes 50/P ou 60/P, il existe également un autre format possible. Voir les § 4.5 et 4.6.

4.2.2 Mise en série

Le LSB de chaque mot à 10 bits du train parallèle de données multiplexées doit être envoyé en premier dans la transmission série.

4.2.3 Codage de voie

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

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

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

4.2.4 Horloge série

TABLEAU 10
Valeurs des fréquences d'horloge série

Paramètre	Valeur									
	60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
Fréquence d'horloge série (GHz)	1,485 pour un mode de fonctionnement à liaison double 2,97 pour un mode de fonctionnement à liaison unique (2,97/1,001)	1,485 (1,485/1,001)			1,485 pour un mode de fonctionnement à liaison double 2,97 pour un mode de fonctionnement à liaison unique		1,485			1,485 (1,485/1,001)

TABLEAU 11

Spécifications temporelles du train de données (voir la Fig. 3)

Symbole	Paramètre	Valeur									
		60/P	30/P	30/PsF	60/I	50/P	25/P	25/PsF	50/I	24/P	24/PsF
T	Période d'horloge parallèle (ns)	1 000/148,5 (1 001/148,5)	1 000/74,25 (1 001/74,25)		1 000/148,5	1 000/74,25			1 000/74,25 (1 001/74,25)		
T_s	Période d'horloge de données parallèles multiplexées	$T/2$									
m	Ligne numérique dans train parallèle de données	2 200			2 640				2 750		
k	Suppression de ligne numérique dans train parallèle de données	280			720				830		
n	Données auxiliaires ou données de suppression dans train parallèle de données	268			708				818		
m_s	Ligne numérique dans train de données multiplexées parallèles	4 400			5 280				5 500		
k_s	Suppression de ligne numérique dans train de données parallèles multiplexées	560			1 440				1 660		
n_s	Données auxiliaires ou données de suppression dans train parallèle de données multiplexées	536			1 416				1 636		

4.2.5 Trame de contrôle d'interface numérique série

Les signaux numériques de test adaptés pour tester l'égaliseur de câble et la boucle à verrouillage de phase (PLL, *phase locked loop*) sont décrits dans l'Annexe 2.

4.2.6 Identificateur de la charge utile

Un identificateur de la charge utile est facultatif dans le cas d'une interface unique à 1,5 Gbit/s et obligatoire dans le cas d'une interface unique à 3 Gbit/s et d'une interface à deux liaisons à 1,5 Gbit/s et doit, lorsqu'il est présent, être inséré dans l'espace horizontal de données auxiliaires du canal Y. Les valeurs réservées sont mises à (0), sauf indication contraire.

L'identificateur de la charge utile doit être conforme au format de données d'identification de la charge utile défini dans la Recommandation UIT-R BT.1614. L'Identificateur de la charge utile à 4 octets, lorsqu'il est présent, doit être mis en correspondance dans la zone de suppression horizontale de l'interface suivant immédiatement une séquence de mots EAV-LN-CRC.

Dans le cas d'interfaces numériques à 1 125 lignes présentant des structures de balayage à entrelacement (I) et de balayage progressif avec segmentation d'image (PsF), le paquet de données auxiliaires doit être ajouté une fois par trame sur le canal Y. L'emplacement recommandé du paquet de données auxiliaires, si un espace de données auxiliaires est disponible, se trouve sur les lignes suivantes:

1 125/I (trame 1): Ligne 10

1 125/I (trame 2): Ligne 572

Ces numéros de ligne s'appliquent également à l'interface HD-SDI à double liaison lorsqu'on utilise le balayage à entrelacement et le balayage progressif à image segmentée.

Dans le cas d'interfaces numériques à 1 125 lignes présentant des structures de balayage progressif, le paquet de données auxiliaires est ajouté une fois par image sur le canal Y. L'emplacement recommandé du paquet de données auxiliaires, si un espace de données auxiliaires est disponible, se trouve sur les lignes suivantes:

1 125P: Ligne 10.

TABLEAU 12A

Définitions associées à l'identificateur de charge utile d'une image à 1 080 lignes à 1,5 Gbit/s acheminée sur une interface numérique série (nominale)

	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 7	1	Transport en mode de balayage entrelacé (0) ou progressif (1)	Colorimétrie	Réservé (0)
Bit 6	0	Image prise en mode de balayage entrelacé (0) ou progressif (1)	Nombre de pixels dans le sens horizontal 1 920 (0) réservé (1)	Réservé (0)
Bit 5	0	Caractéristiques de transfert SDR-TV (0h),	Format d'image 16:9 (1), inconnu (0)	Réservé (0)
Bit 4	0	HLG (1h), PQ (2h), non précisé (3h)	Colorimétrie	Signal de luminance et de chrominance NCL Y' , C'_B , C'_R (0), $CI I$, C_T , C_P (1)

TABLEAU 12A (*fin*)

	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 3	0	Fréquences d'image 25 Hz (5h), 24/1,001 Hz (2h), 30/1,001 Hz (6h), 24Hz (3h) Les autres valeurs sont réservées	Structure d'échantillonnage 4:2:2 Y', C'_B, C'_R ou $I, C_T,$ C_P (0h) Les autres valeurs sont réservées	Réservé (0)
Bit 2	1			Réservé (0)
Bit 1	0			Profondeur binaire Plage étroite de 8 bits (0h), Plage étroite de 10 bits (1h), Réservé (2h), Plage complète de 10 bits (3h)
Bit 0	1			

Octet 1

A une valeur de (85h) pour 1,5 Gbit/s.

Octet 2

Le deuxième octet sert à identifier la fréquence d'image ainsi que la structure de l'image et du transport.

Le bit b7 est utilisé pour déterminer si l'interface numérique utilise une structure de transport avec balayage progressif ou à entrelacement:

- (0) transport avec balayage à entrelacement
- (1) transport avec balayage progressif

Le bit b6 est utilisé pour déterminer si l'image présente une structure avec balayage progressif ou à entrelacement:

- (0) structure avec balayage à entrelacement
- (1) structure avec balayage progressif

NOTE – Les charges utiles vidéo PsF sont identifiées par une image à balayage progressif transportée sur un transport de l'interface numérique avec balayage à entrelacement, qui achemine l'image à balayage progressif en tant que premier et deuxième segment d'image pendant la durée de la trame de transport. Ces premier et deuxième segments d'images sont indiqués à l'aide des premier et second indicateurs de champ dans le transport de l'interface numérique.

Les bits b5 à b4 sont utilisés pour identifier les caractéristiques de transfert:

- (0h) SDR-TV comme indiqué dans la Recommandation UIT-R BT.709
- (1h) HLG comme indiqué dans la Recommandation UIT-R BT.2100
- (2h) PQ comme indiqué dans la Recommandation UIT-R BT.2100
- (3h) non précisé

Les bits b3 à b0 sont utilisés pour identifier la fréquence d'image en Hz et sont limités aux fréquences d'image définies dans les Recommandations UIT-R BT.709 et UIT-R BT.2100:

- (2h) 24/1,001 trames/sec
- (3h) 24 trames/sec
- (5h) 25 trames/sec
- (6h) 30/1,001 trames/sec

Octet 3

Le troisième octet est utilisé pour identifier le format d'image, la colorimétrie et la structure d'échantillonnage de la charge utile vidéo.

Les bits b7 et b4 servent à identifier la colorimétrie:

- (0h) Recommandation UIT-R BT.709
- (1h) réservé
- (2h) Recommandation UIT-R BT.2020
- (3h) inconnu

Le bit b6 est utilisé pour identifier le nombre de pixels dans le sens horizontal:

- (0) 1 920 pixels
- (1) réservé

Le bit b5 est utilisé pour identifier le format d'image:

- (0) format d'image inconnu
- (1) image 16:9

Les bits b3 à b0 de l'octet 3 sont utilisés pour identifier la structure d'échantillonnage. La présente Recommandation est limitée à la valeur (0h).

Octet 4

Le quatrième octet est utilisé pour identifier les aspects de la charge utile vidéo propres à l'application.

Les bits b7 à b5 sont réservés et mis à (0).

Le bit b4 est utilisé pour identifier le format des signaux de luminance et de chrominance:

- (0) luminance non constante $Y'C'_B C'_R$
- (1) intensité constante $IC_T C_P$

Les bits b3 à b2 sont réservés et mis à (0).

Les bits b1 à b0 sont utilisés pour identifier la profondeur binaire et le codage de plage étroite:

- (0h) identifie 8 bits par échantillon avec le codage de plage étroite
- (1h) identifie 10 bits par échantillon avec le codage de plage étroite
- (3h) identifie 10 bits par échantillon avec le codage de plage complète

Les autres valeurs sont réservées.

TABLEAU 12B

Définitions associées à l'identificateur de charge utile d'une image 1 080 lignes à 3 Gbit/s² acheminée sur une interface numérique série (nominale)

	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 7	1	Transport en mode de balayage entrelacé (0) ou progressif (1)	Format d'image 16:9 (1), inconnu (0)	Réservé (0)
Bit 6	0	Image prise en mode de balayage entrelacé (0) ou progressif (1)	Nombre de pixels dans le sens horizontal 1 920 (0) réservé (1)	Réservé (0)
Bit 5	0	Caractéristiques de transfert SDR-TV (0h), HLG (1h), PQ (2h), non précisé (3h)	Colorimétrie Recommandation UIT-R BT.709 (0h), Réservé (1h) Recommandation UIT-R BT.2020 (2h) Inconnu (3h)	Réservé (0)
Bit 4	0			Signal de luminance et de chrominance NCL Y' , C'_B , C'_R (0), CI , C_T , C_P (1)
Bit 3	1	Fréquences d'image 50 Hz (9h), 60/1,001 Hz (Ah), 60 Hz (Bh) Les autres valeurs sont réservées	Structure d'échantillonnage 4:2:2 Y' , C'_B , C'_R ou I , C_T , C_P (0h) Les autres valeurs sont réservées	Réservé (0)
Bit 2	0			Réservé (0)
Bit 1	0			Profondeur binaire Plage complète de 10 bits (0h). Plage étroite de 10 bits (1h). Les autres valeurs sont réservées
Bit 0	1			

Octet 1

A une valeur de (89h) pour 3 Gbit/s.

Octet 2

Le deuxième octet sert à identifier la fréquence d'image ainsi que la structure de l'image et du transport.

Le bit b7 est utilisé pour déterminer si l'interface numérique utilise une structure de transport avec balayage progressif ou à entrelacement:

- (0) transport avec balayage à entrelacement
- (1) transport avec balayage progressif

Le bit b6 est utilisé pour déterminer si l'image présente une structure avec balayage progressif ou à entrelacement:

- (0) structure avec balayage à entrelacement
- (1) structure avec balayage progressif

² 3 Gbit/s: On emploie habituellement la valeur et le débit réel est de 2,97 Gbit/s et de 2,97/1,001 Gbit/s.

NOTE – Les charges utiles vidéo PsF sont identifiées par une image à balayage progressif transportée sur un transport de l'interface numérique avec balayage à entrelacement, qui achemine l'image à balayage progressif en tant que premier et deuxième segment d'image pendant la durée de la trame de transport. Ces premier et deuxième segments d'images sont indiqués à l'aide des premier et second indicateurs de champ dans le transport de l'interface numérique.

Les bits b5 à b4 sont utilisés pour identifier les caractéristiques de transfert:

- (0h) SDR-TV comme indiqué dans la Recommandation UIT-R BT.709
- (1h) HLG comme indiqué dans la Recommandation UIT-R BT.2100
- (2h) PQ comme indiqué dans la Recommandation UIT-R BT.2100
- (3h) non précisé

Les bits b3 à b0 sont utilisés pour identifier la fréquence d'image en Hz et sont limités aux fréquences d'image définies dans les Recommandations UIT-R BT.709 et UIT-R BT.2100:

- (9h) identifie 50 trames/sec
- (Ah) identifie 60/1,001 trames/sec
- (Bh) identifie 60 trames/sec

Octet 3

Le troisième octet est utilisé pour identifier le format d'image, la colorimétrie et la structure d'échantillonnage de la charge utile vidéo.

Le bit b7 est utilisé pour identifier le format d'image:

- (0) format d'image inconnu
- (1) image 16:9

Le bit b6 est utilisé pour identifier le nombre de pixels dans le sens horizontal:

- (0) 1 920 pixels
- (1) réservé

Les bits b5 à b4 de l'octet 3 servent à identifier la colorimétrie:

- (0h) Recommandation UIT-R BT.709
- (1h) réservé
- (2h) Recommandation UIT-R BT.2020
- (3h) inconnu

Les bits b3 à b0 de l'octet 3 sont utilisés pour identifier la structure d'échantillonnage. La présente Recommandation est limitée à la valeur (0h).

Octet 4

Les bits b7 à b5 sont réservés et mis à (0).

Le bit b4 est utilisé pour identifier le format des signaux de luminance/de chrominance:

- (0) luminance non constante $Y'C'_B C'_R$
- (1) intensité constante $IC_T C_P$

Les bits b3 et b2 sont réservés et mis à (0).

Les bits b1 à b0 sont utilisés pour identifier la profondeur binaire et le codage de plage étroite/complète:

(0h) identifie la quantification au moyen de 10 bits par échantillon; avec codage de plage complète conformément à la Recommandation UIT-R BT.2100

(1h) identifie la quantification au moyen de 10 bits par échantillon; avec codage de plage étroite conformément à la Recommandation UIT-R BT.2100

Les autres valeurs sont réservées.

4.3 Interfaces de câble coaxial

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

4.3.1 Caractéristiques de l'émetteur de ligne (source)

Le Tableau 13 spécifie les caractéristiques de l'émetteur de ligne. Celui-ci doit comporter un circuit de sortie asymétrique.

TABLEAU 13
Caractéristiques de l'émetteur de ligne

Point	Paramètre	Valeur	
		1,485 Gbit/s	2,97 Gbit/s
1	Impédance de sortie	75 Ω nominal	
2	Décalage continu ⁽¹⁾	0,0 V \pm 0,5 V	
3	Amplitude du signal ⁽²⁾	800 mV crête à crête \pm 10%	
4	Affaiblissement d'adaptation	\geq 15 dB ⁽³⁾ , \geq 10 dB ⁽⁴⁾	
5	Temps de montée et de descente ⁽⁵⁾	< 270 ps (20% à 80%)	< 135 ps (20% à 80%)
6	Différence entre le temps de montée et le temps de descente	\leq 100 ps	\leq 50 ps
7	Gigue de sortie ⁽⁶⁾	$f_1 = 10$ Hz $f_3 = 100$ kHz $f_4 = 1/10$ fréquence d'horloge A1 = 1 UI (UI: intervalle unitaire) A2 = 0,2 UI	$f_1 = 10$ Hz $f_3 = 100$ kHz $f_4 = 1/10$ fréquence d'horloge A1 = 2 UI A2 = 0,3 UI

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

(2) Mesuré aux bornes d'une charge résistive de 75 Ω relié par un câble coaxial de 1 m.

(3) Dans la gamme de fréquences 5 MHz à $f_c/2$. (f_c : fréquence d'horloge série)

(4) Dans la gamme de fréquences $f_c/2$ à f_c .

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

(6) 1 UI correspond à $1/f_c$. Les spécifications et les méthodes de mesure de la gigue devront être conformes à la Recommandation UIT-R BT.1363 – Spécifications et méthodes de mesure de la gigue pour les signaux série conformes aux Recommandations UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 et UIT-R BT.1120.

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

4.3.2 Caractéristiques du récepteur de ligne (destination)

Le Tableau 14 spécifie les caractéristiques du récepteur de ligne. Ce récepteur doit avoir un circuit d'entrée asymétrique. Il doit détecter correctement les données reçues lorsqu'il est connecté à un émetteur de ligne fonctionnant aux limites de tension extrêmes autorisées en vertu du § 4.3.1 et lorsqu'il est connecté par un câble fonctionnant dans les conditions les plus défavorables autorisées en vertu du § 4.3.3.

TABLEAU 14

Caractéristiques du récepteur de ligne

Point	Paramètre	Valeur	
1	Impédance d'entrée	75 Ω nominal	
2	Affaiblissement d'adaptation	≥ 15 dB ⁽¹⁾ , ≥ 10 dB ⁽²⁾	
3	Signal brouilleur ⁽³⁾	$\pm 2,5$ V _{max}	Courant continu
		$< 2,5$ V _{crête-à-crête}	Au-dessous de 5 kHz
		< 100 mV _{crête-à-crête}	5 kHz à 27 MHz
		< 40 mV _{crête-à-crête}	Au-dessus de 27 MHz

⁽¹⁾ Dans la gamme de fréquences 5 MHz à $f_c/2$.

⁽²⁾ Dans la gamme de fréquences $f_c/2$ à f_c .

⁽³⁾ Les valeurs sont fournies à titre indicatif.

4.3.3 Caractéristiques de la ligne de transmission

Les spécifications pertinentes sont indiquées au Tableau 15.

TABLEAU 15

Caractéristiques de la ligne de transmission

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

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

⁽²⁾ Dans la gamme de fréquences 5 MHz à $f_c/2$.

⁽³⁾ Dans la gamme de fréquences $f_c/2$ à f_c .

4.3.4 Connecteur

Les connecteurs mâle et femelle sont de type BNC avec une impédance de 75 ohms comme indiqué dans la norme CEI 61169-8 (2007-2) – Partie 8, Annexe A.

4.4 Interfaces à fibre optique

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

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

Point	Paramètre	Valeur	
		1,485 Gbit/s	2,97 Gbit/s
1	Temps de montée et de descente	< 270 ps (20% à 80%)	< 135 ps (20% à 80%)
2	Gigue de sortie ⁽¹⁾	$f_1 = 10 \text{ Hz}$ $f_3 = 100 \text{ kHz}$ $f_4 = 1/10 \text{ fréquence d'horloge}$ $A1 = 1 \text{ UI (UI: intervalle unitaire)}$ $A2 = 0,2 \text{ UI}$	$f_1 = 10 \text{ Hz}$ $f_3 = 100 \text{ kHz}$ $f_4 = 1/10 \text{ fréquence d'horloge}$ $A1 = 2 \text{ UI}$ $A2 = 0,3 \text{ UI}$

⁽¹⁾ Les spécifications et les méthodes de mesure de la gigue doivent être conformes à la Recommandation UIT-R BT.1363. La gigue d'entrée est mesurée avec un câble court (2 m).

4.5 Interface série pour un mode de fonctionnement à liaison double pour les systèmes 60/P et 50/P

Cette interface comprend deux interconnexions unidirectionnelles entre un dispositif et un autre. Ces interconnexions acheminent les données correspondant au signal de télévision haute définition ainsi que les données associées. On les appelle les liaisons A et B. Le terme «liaison» est utilisé pour définir un train binaire série dont le format est conforme aux spécifications du § 4. Le débit de données total de l'interface à deux liaisons est de 2,970 Gbit/s ou de 2,970/1,001 Gbit/s.

4.5.1 Numérotation des échantillons source

Chaque ligne de la composante Y est constituée d'un nombre total de 2 640 (système 50/P) ou 2 200 (système 60/P) échantillons, et chaque ligne des composantes C_B et C_R comprend un nombre total de 1 320 (système 50/P) ou 1 100 (système 60/P) échantillons, comme indiqué dans le Tableau 2. Les échantillons sont numérotés de 0 à 2 639 ou de 0 à 2 199 pour la composante Y , et de 0 à 1 319 ou de 0 à 1 099 pour les composantes C_B et C_R . Cette numérotation se fait à l'aide d'un suffixe (échantillon $Y135$ ou C_B429 par exemple).

4.5.2 Trains de données de l'interface et structure de multiplexage

Les données d'image sont réparties entre deux trains de données acheminés sur les liaisons A et B. Le train de données série d'une liaison est formé de deux canaux, un premier canal Y et un second canal C_B/C_R . Les données sont réparties entre ces canaux. Le terme «canal» est employé pour définir la manière dont ces deux canaux sont utilisés.

La mise en correspondance des données créées par la structure d'échantillonnage d'image 4:2:2 est illustrée sur les Fig. 4 et 5. Chaque ligne de l'image source est successivement associée à la liaison A ou B de l'interface à deux liaisons.

4.5.3 Signaux de référence temporelle et numéros de ligne

Les bits F (trame/image), V (vertical), H (horizontal), ainsi que les numéros de ligne d'interface des liaisons A et B doivent être conformes aux indications de la Fig. 4.

NOTE 1 – Ce processus nécessite, à chaque interface, une mise en mémoire d'une durée minimale égale à la durée d'une ligne horizontale. On a ainsi un retard de transmission minimum égal à la durée de deux lignes horizontales.

FIGURE 4

Numérotation et groupement des lignes pour l'interface à deux liaisons

Numéro de ligne de l'image source initiale (voir la Note 1)

		Numéro de ligne de l'image source initiale (voir la Note 1)		Numéro de ligne de l'interface numérique (voir la Note 2)
		Liaison A	Liaison B	
		2	3	1
	Suppression de trame numérique (V = 1)			
Trame numérique N° 1 (F = 0)		40	41	20
	Trame numérique active (V = 0)	42	43	21
(Nombre total de lignes: 563 × 2)		1 120	1 121	560
		1 122	1 123	561
		1 124	1 125	562
	Suppression de trame numérique (V = 1)	1	2	563
		3	4	564
Trame numérique N° 2 (F = 1)		41	42	583
	Trame numérique active (V = 0)	43	44	584
(Nombre total de lignes: 562 × 2)		1 121	1 122	1 123
	Suppression de trame numérique (V = 1)	1 123	1 124	1 124
		1 125	1	1 125

BT.1120-04

Notes relatives à la Fig. 4.

NOTE 1 – Il s'agit des numéros de ligne d'une image de 1 125 lignes prise en mode de balayage progressif et définie dans la Recommandation UIT-R BT.709, Partie 2.

NOTE 2 – Les numéros de ligne d'une image numérique de 1 125 lignes prise en mode de balayage entrelacé sont définis dans la Recommandation UIT-R BT.709, Partie 2. Le numéro de la ligne acheminée sur l'interface doit être celui de l'interface et non celui de l'image source.

NOTE 3 – Le fanion V sur les lignes 42 et 1 122 de l'image source change lorsque celles-ci sont insérées sur la liaison B. La ligne 583 en mode de balayage entrelacé de la liaison B achemine des données vidéo actives, alors que V = 1, et la ligne 1 123 en mode de balayage entrelacé de la liaison B n'achemine pas de données vidéo actives, alors que V = 0.

4.5.4 Considérations liées au rythme du signal

La différence de rythme binaire entre les liaisons A et B ne doit pas être supérieure à 400 ns au niveau de la source.

4.5.5 Identification des liaisons A et B

Un identificateur de charge utile doit être présent pour cette application et doit être inséré dans l'espace horizontal de données auxiliaires du canal Y des liaisons A et B.

Les liaisons A et B doivent être identifiées par l'identificateur de charge utile conformément aux prescriptions de la Recommandation UIT-R BT.1614 et aux définitions du Tableau 16.

TABLEAU 16

Définitions associées à l'identificateur de charge utile vidéo d'une image 1 920 × 1 080 acheminée sur une interface numérique haute définition à deux liaisons

Bits	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 7	1	Transport en mode de balayage entrelacé (0) ou progressif (1)	Colorimétrie	Réservé (0)
Bit 6	0	Image prise en mode de balayage entrelacé (0) ou progressif (1)	Nombre de pixels dans le sens horizontal 1 920 (0) ou réservé (1)	Assignation de canal pour chacune des deux liaisons Liaison A (0) ou liaison B (1)
Bit 5	0	Caractéristiques de transfert	Format d'image 16:9 (1) ou inconnu (0)	Réservé (0)
Bit 4	0	SDR-TV (0h), HLG (1h), PQ (2h), Non précisé (3h)	Colorimétrie	Signal de luminance et de chrominance NLC Y' , C'_B , C'_R (0), CI , C_T , C_P (1)
Bit 3	0	Fréquences d'image 50 Hz (9h), 60 Hz (Bh) 60/1,001 Hz (Ah) Les autres valeurs sont réservées	Structure d'échantillonnage 4:2:2 Y' , C'_B , C'_R ou I , C_T , C_P (0h) Les autres valeurs sont réservées	Réservé (0)
Bit 2	1			Réservé (0)
Bit 1	1			Profondeur binaire Plage complète de 10 bits (0h). Plage étroite de 10 bits (1h). Les autres valeurs sont réservées
Bit 0	1			

Lors de l'identification d'une charge utile progressive à 1 080 lignes mise en correspondance avec une interface numérique série à deux liaisons à 1,485 Gbit/s, les contraintes suivantes s'appliquent:

L'octet 1 doit avoir la valeur (87h).

Octet 2

Le bit b7 est utilisé pour déterminer si l'interface numérique utilise une structure de transport avec balayage progressif ou à entrelacement:

- (0) transport avec balayage à entrelacement
- (1) transport avec balayage progressif

Le bit b6 est utilisé pour déterminer si l'image présente une structure avec balayage progressif ou à entrelacement:

- (0) structure avec balayage à entrelacement
- (1) structure avec balayage progressif

NOTE – Les charges utiles vidéo PsF sont identifiées par une image à balayage progressif transportée sur un transport de l'interface numérique avec balayage à entrelacement, qui achemine l'image à balayage progressif en tant que premier et deuxième segment d'image pendant la durée de la trame de transport. Ces premier et deuxième segments d'images sont indiqués à l'aide des premier et second indicateurs de champ dans le transport de l'interface numérique.

Les bits b5 à b4 sont utilisés pour identifier les caractéristiques de transfert:

- (0h) SDR-TV comme indiqué dans la Recommandation UIT-R BT.709
- (1h) HLG comme indiqué dans la Recommandation UIT-R BT.2100
- (2h) PQ comme indiqué dans la Recommandation UIT-R BT.2100
- (3h) non précisé

Les bits b3 à b0 sont utilisés pour identifier la fréquence d'image en Hz et sont limités aux fréquences d'image définies dans les Recommandations UIT-R BT.709 et UIT-R BT.2100. La fréquence d'image doit toujours être mise à la fréquence à laquelle les images sont censées être présentées, quelle que soit la fréquence d'image de l'interface:

- (9h) identifie 50 trames/sec
- (Ah) identifie 60/1,001 trames/sec
- (Bh) identifie 60 trames/sec

Dans le cas de signaux progressifs à 60 Hz, 60/1,001 Hz et 50 Hz et de tous les signaux PsF, le type de transport doit être mis à la valeur balayage entrelacé (bit b7 de l'octet 2 = 0) et le type d'image doit être mis à la valeur balayage progressif (bit b6 de l'octet 2 = 1).

Octet 3

Les bits b7 et b4 de l'octet 3 servent à identifier la colorimétrie.

- (0h) Recommandation UIT-R BT.709
- (1h) réservé
- (2h) Recommandation UIT-R BT.2020
- (3h) inconnu

Le bit b6 doit être utilisé pour identifier les échantillons actifs Y tels que définis par le nombre d'échantillons dans le sens horizontal et doit être limité à la valeur (0):

- (0) 1 920 pixels

Le bit b5 est utilisé pour identifier le format d'image:

- (0) format d'image inconnu
- (1) format d'image 16:9

Les bits b3 à b0 de l'octet 3 sont utilisés pour identifier la structure d'échantillonnage. La présente Recommandation est limitée à la valeur (0h).

Octet 4

Les bits b7 et b5 sont réservés et mis à (0).

Le bit b6 de l'octet 4 doit être mis à une valeur de 0 pour la liaison A et de 1 pour la liaison B.

Le bit b4 est utilisé pour identifier le format des signaux de luminance/de chrominance:

- (0) luminance non constante $Y'C'_B C'_R$
- (1) intensité constante $IC_T C_P$

Les bits b3 et b2 sont réservés et mis à (0).

Les bits b1 à b0 sont utilisés pour identifier la profondeur binaire et le codage de plage étroite/complète:

(0h) identifie la quantification au moyen de 10 bits par échantillon, avec codage de plage complète conformément à la Recommandation UIT-R BT.2100

(1h) identifie la quantification au moyen de 10 bits par échantillon, avec codage de plage étroite conformément à la Recommandation UIT-R BT.2100

Les autres valeurs sont réservées.

4.5.6 Données auxiliaires

Les données auxiliaires doivent être placées dans la zone de suppression des liaisons A et B et doivent être conformes aux prescriptions de la Recommandation UIT-R BT.1364. Cette insertion doit se faire d'abord pour la liaison A, puis pour la liaison B.

4.5.7 Données audio

Les données audio, si elles sont présentes, doivent être placées dans l'espace des données auxiliaires des liaisons A et B et doivent être conformes aux prescriptions de la Recommandation UIT-R BT.1365. Cette insertion doit se faire d'abord pour la liaison A, puis pour la liaison B.

- *Exemple 1:* Lorsque 12 canaux de données audio sont associés à une interface à deux liaisons, ceux-ci doivent tous être insérés sur la liaison A – il est interdit d'associer 8 canaux à la liaison A et 4 canaux à la liaison B.
- *Exemple 2:* Lorsque 20 canaux de données audio sont associés à une interface à deux liaisons, 16 doivent être insérés sur la liaison A et 4 doivent être insérés sur la liaison B.

4.5.8 Code temporel

Le code temporel, s'il est présent, doit être placé dans l'espace des données auxiliaires de la liaison A et doit être conforme aux prescriptions de la Recommandation UIT-R BT.1366.

4.6 Mise en correspondance à 3 Gbit/s sur une liaison unique – Dispositif source à deux liaisons

Deux interfaces parallèles à 10 bits, ayant la même structure de ligne et de trame avec synchronisation binaire, élaborée conformément au § 4 de la présente Recommandation, doivent être placées dans une interface virtuelle à 20 bits comprenant deux trains de données: le train de données 1 et le train de données 2.

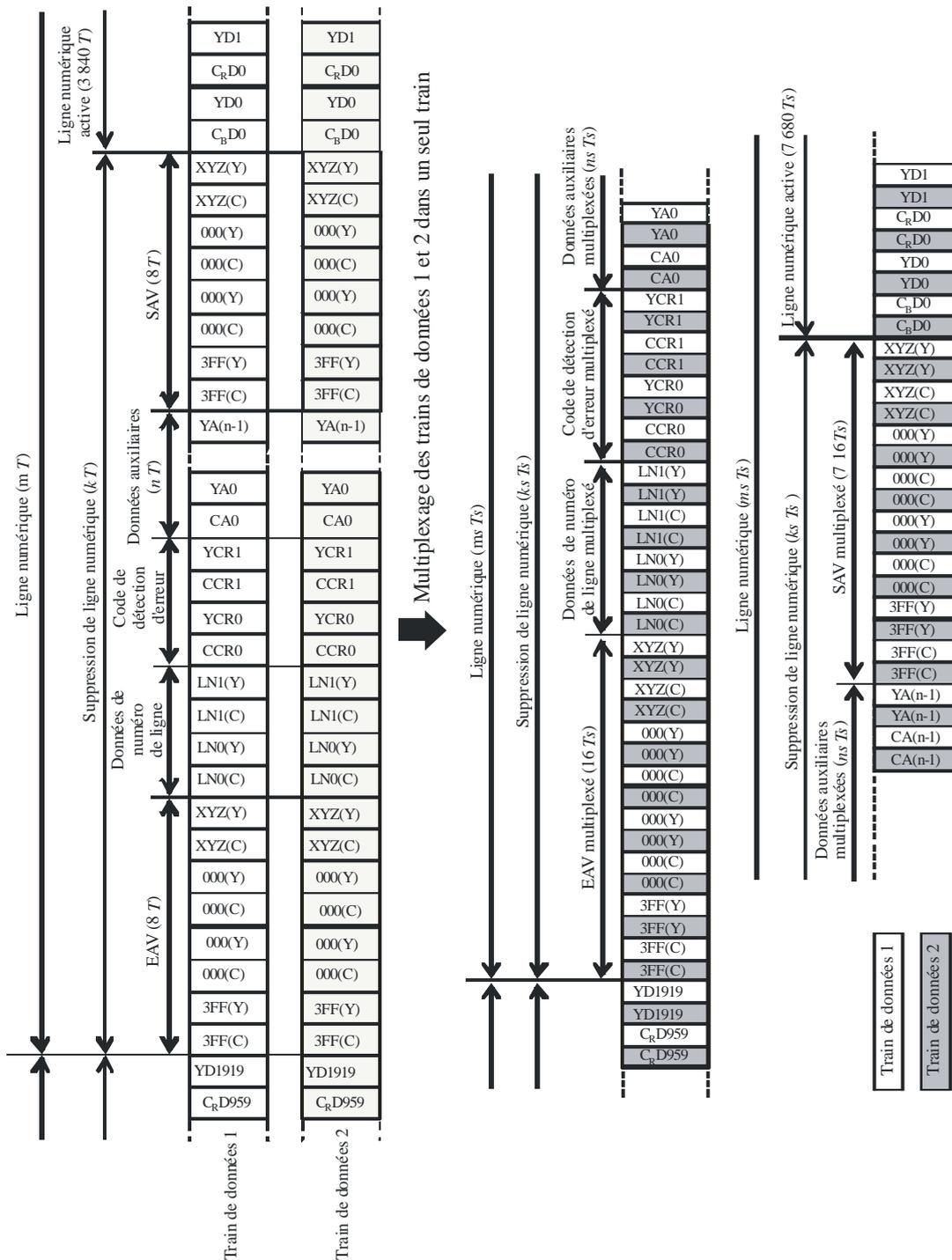
Le train de données 1 contient l'ensemble des mots de données à 10 bits de l'interface de la liaison A et le train de données 2 contient tous les mots de données de l'interface de la liaison B, comme indiqué sur la Fig. 5.

Les interfaces à 10 bits ainsi élaborées doivent contenir des mots de code de référence temporelle (SAV/EAV, numéros de ligne et codes CRC basés sur la ligne, tels que définis dans la présente Recommandation).

Les lignes et les mots de chaque interface parallèle à 10 bits doivent être alignés, pour une fréquence d'interface de 148,5 MHz ou 148,5/1,001 MHz.

FIGURE 5

Structure de la mise en correspondance d'une liaison unique à 3 Gbit/s Y, C_B, C_R



- YD0 – YD1919: Données numériques de luminance Y
- CBD0 – CBD959: Données numériques de différence de couleur C_B
- CRD0 – CRD959: Données numériques de différence de couleur C_R
- YA0 – YA(n-1): Données auxiliaires ou données de suppression dans le canal Y
- CA0 – CA(n-1): Données auxiliaires ou données de suppression dans le canal C_B/C_R

Voir le Tableau 17 pour les valeurs d'échantillon qui ne sont pas indiqués sous la forme de nombres.

TABLEAU 17
Spécifications temporelles du train de données (voir la Fig. 5)

Symbole	Paramètre	Valeur	
		60/P	50/P
T	Période d'horloge parallèle (ns)	1 000/148,5 (1 001/148,5)	1 000/148,5
T_s	Période d'horloge de données parallèles multiplexées	T/2	
m	Ligne numérique dans train parallèle de données	4 400	5 280
k	Suppression de ligne numérique dans train parallèle de données	560	1 440
n	Données auxiliaires ou données de suppression dans train parallèle de données	536	1 416
m_s	Ligne numérique dans train de données multiplexées parallèles	8 800	10 560
k_s	Suppression de ligne numérique dans train de données parallèles multiplexées	1 120	2 880
n_s	Données auxiliaires ou données de suppression dans train parallèle de données multiplexées	1 072	2 832

4.6.1 Identificateur de charge utile à liaison unique à 3 Gbit/s (source à deux liaisons)

Un identificateur de la charge utile doit être présent pour cette application et doit être inséré dans l'espace horizontal de données auxiliaires du canal Y du train de données 1 et du train de données 2.

L'identificateur de la charge utile doit être conforme au format de données d'identification de la charge utile défini dans la Recommandation UIT-R BT.1614 dans le cadre de la définition donnée dans le Tableau 18. L'Identificateur de la charge utile à 4 octets doit être mis en correspondance dans la zone de suppression horizontale de l'interface suivant immédiatement une séquence de mots EAV-LN-CRC.

1 125I (trame 1): Ligne 10

1 125I (trame 2): Ligne 572.

TABLEAU 18

**Mise en correspondance d'une liaison unique à 3 Gbit/s – Identificateur
de la charge utile à double liaison**

	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 7	1	Transport en mode de balayage entrelacé (0) ou progressif (1)	Colorimétrie	Réservé (0)
Bit 6	0	Image prise en mode de balayage entrelacé (0) ou progressif (1)	Nombre de pixels dans le sens horizontal 1 920 (0) Réserve (1)	Assignment de canal pour chacune des deux liaisons Liaison A (0) ou liaison B (1)
Bit 5	0	Caractéristiques de transfert SDR-TV (0h), HLG (1h), PQ (2h), non précisé (3h)	Format d'image 16:9 (1), inconnu (0)	Réserve (0)
Bit 4	0		Colorimétrie	Signal de luminance et de chrominance NCL Y' , C'_B , C'_R (0), CI , C_T , C_P (1)
Bit 3	1	Fréquences d'image 50 Hz (9h), 60 Hz (Bh) 60/1,001 Hz (Ah) Les autres valeurs sont réservées.	Structure d'échantillonnage 4:2:2 (0h), Y' , C'_B , C'_R ou I , C_T , C_P (0h) Les autres valeurs sont réservées.	Réserve (0)
Bit 2	0			Réserve (0)
Bit 1	1			Profondeur binaire Plage complète de 10 bits (0h)
Bit 0	0			Plage étroite de 10 bits (1h) Les autres valeurs sont réservées.

Octet 1

A une valeur de (8Ah)

Octet 2

Le deuxième octet sert à identifier la fréquence d'image ainsi que la structure de l'image et du transport.

Le bit b7 est utilisé pour déterminer si l'interface numérique utilise une structure de transport avec balayage progressif ou à entrelacement:

- (0) transport avec balayage à entrelacement
- (1) transport avec balayage progressif

Le bit b6 est utilisé pour déterminer si l'image présente une structure avec balayage progressif ou à entrelacement:

- (0) structure avec balayage à entrelacement
- (1) structure avec balayage progressif

NOTE – Les charges utiles vidéo PsF sont identifiées par une image à balayage progressif transportée sur un transport de l'interface numérique avec balayage à entrelacement, qui achemine l'image à balayage progressif en tant que premier et deuxième segment d'image pendant la durée de la trame de transport. Ces premier et deuxième segments d'images sont indiqués à l'aide des premier et second indicateurs de champ dans le transport de l'interface numérique.

Les bits b5 à b4 sont utilisés pour identifier les caractéristiques de transfert:

- (0h) SDR-TV comme indiqué dans la Recommandation UIT-R BT.709

- (1h) HLG comme indiqué dans la Recommandation UIT-R BT.2100
- (2h) PQ comme indiqué dans la Recommandation UIT-R BT.2100
- (3h) non précisé

Les bits b3 à b0 sont utilisés pour identifier la fréquence d'image en Hz et sont limités aux fréquences d'image (50 Hz (9h), 60 Hz (Bh) and 60/1.001 Hz (Ah)) définies dans les Recommandations UIT-R BT.709 et UIT-R BT.2100.

Octet 3

Le troisième octet est utilisé pour identifier le format d'image, la colorimétrie et la structure d'échantillonnage de la charge utile vidéo.

Les bits b7 et b4 de l'octet 3 servent à identifier la colorimétrie:

- (0h) Recommandation UIT-R BT.709
- (1h) réservé
- (2h) Recommandation UIT-R BT.2020
- (3h) inconnu

Le bit b6 est utilisé pour identifier le nombre de pixels dans le sens horizontal:

- (0) 1 920 pixels
- (1) réservé

Le bit b5 est utilisé pour identifier le format d'image:

- (0) format d'image inconnu
- (1) format d'image 16:9

Les bits b3 à b0 de l'octet 3 sont utilisés pour identifier la structure d'échantillonnage. La présente Recommandation est limitée à la valeur (0h).

Octet 4

Les bits b7 et b5 sont réservés et mis à (0).

Le bit b6 de l'octet 4 doit être mis à une valeur de 0 pour la liaison A et de 1 pour la liaison B.

Le bit b4 est utilisé pour identifier le format des signaux de luminance/chrominance:

- (0) luminance non constante $Y'C'_B C'_R$
- (1) intensité constante $IC_T C_P$

Les bits b3 et b2 sont réservés et mis à (0).

Les bits b1 à b0 sont utilisés pour identifier la profondeur binaire et le codage de plage étroite/complète:

- (0h) identifie la quantification au moyen de 10 bits par échantillon, avec codage de plage complète conformément à la Recommandation UIT-R BT.2100
- (1h) identifie la quantification au moyen de 10 bits par échantillon, avec codage de plage étroite conformément à la Recommandation UIT-R BT.2100

Les autres valeurs sont réservées.

4.7 Applications associées à l'interface numérique série à deux liaisons

On trouvera dans la Pièce jointe 1 à l'Annexe 1 la description de certaines applications associées à l'interface numérique série haute définition à deux liaisons pour d'autres formats de signal également pris en charge.

4.8 Applications associées à une liaison unique à 3 Gbit/s acheminant des données formatées sur deux interfaces à 1,5 Gbit/s

On trouvera dans la Pièce jointe 2 à l'Annexe 1 certaines applications associées à l'interface numérique série haute définition à liaison unique à 3 Gbit/s pour d'autres formats de signal également pris en charge.

Pièce jointe 1 à l'Annexe 1

Applications associées à l'interface numérique série haute définition à deux liaisons

L'interface numérique série haute définition à deux liaisons peut également être utilisée pour acheminer les formats de signal source de TVHD énumérés dans le Tableau 19.

TABLEAU 19

Formats de signal source vidéo également pris en charge

Structure d'échantillonnage du format de signal	Résolution	Fréquence d'image/de trame
4:4:4 ($R'G'B'$) 4:4:4:4 ($R'G'B' + A$ ou D)	10 bits	Image segmentée à balayage progressif 30, 30/1,001, 25, 24 et 24/1,001 Hz Trames à balayage entrelacé 60, 60/1,001 et 50 Hz
4:4:4 ($R'G'B'$)	12 bits	
4:2:2 ($YC_B C_R$) 4:2:2:4 ($YC_B C_R + A$ ou D)	12 bits	
4:4:4 ($YC_B C_R$) 4:4:4:4 ($YC_B C_R + A$ ou D)	10 bits	
4:4:4 ($YC_B C_R$)	12 bits	

NOTE – La composante «A» ou «D» est un signal auxiliaire qui est défini par l'utilisateur suivant l'application considérée. Le symbole «A» désigne un canal d'image, tandis que le symbole «D» désigne un canal n'ayant pas trait à l'image (c'est-à-dire de données). Dans le cas de la composante «D», le nombre de bits du signal auxiliaire est limité à un maximum de 8.

1 Signaux à 10 bits 4:4:4 (R'G'B') ou 4:4:4:4 (R'G'B' + A ou D) d'un système 30/P, 30/PsF, 60/I, 25/P, 25/PsF, 50/I, 24/P ou 24/PsF

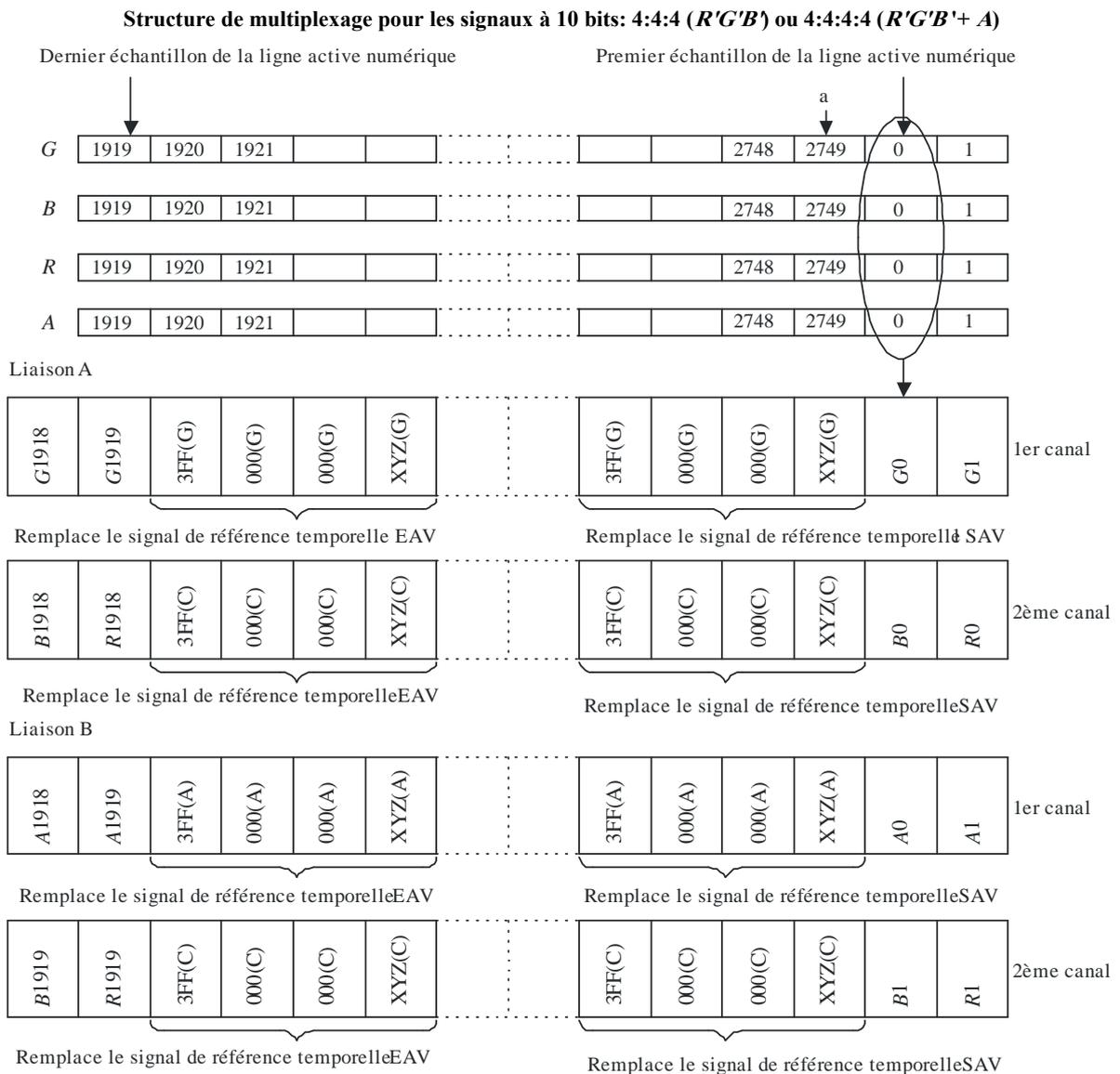
1.1 Numérotation des échantillons source

Chaque ligne des composantes G', B', R' et A ou D comprend un nombre total de 2 750, 2 640 ou 2 200 échantillons (voir le Tableau 2), numérotés respectivement de 0 à 2 749, de 0 à 2 639 ou de 0 à 2 199, à l'aide d'un suffixe (échantillon G135 ou B429 par exemple).

1.2 Trains de données de l'interface

Le train de données de la liaison A contient tous les échantillons de la composante G' ainsi que les échantillons de numéro pair (0, 2, 4, etc.) des composantes B' et R'. Le train de données de la liaison B contient les échantillons de numéro impair (1, 3, 5, etc.) des composantes B et R ainsi que tous les échantillons de la composante A ou D (voir la Fig. 6).

FIGURE 6



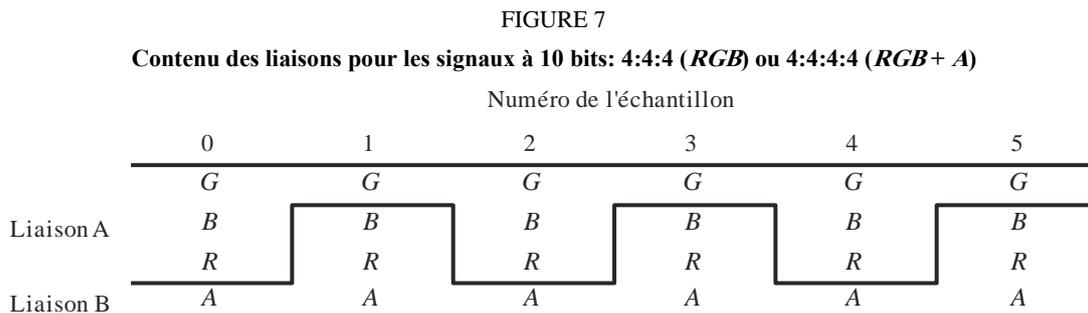
Fréquence d'image/ de trame	Résolution	Nombre total de mots par module de transmission	Nombre total de mots de données d'image active par module de transmission	Numéro du mot a
60 ou 60/1,001 (trames), 30 ou 30/1,001 (images)	10 bits	2 200	1 920	2 199
50 (trames), 25 (images)	10 bits	2 640	1 920	2 639
24 ou 24/1,001 (images)	10 bits	2 750	1 920	2 749

1.3 Structure de multiplexage

Les mots de données vidéo doivent être acheminés dans l'ordre décrit ci-après (voir la Fig. 7).

Train de données de la liaison A: $B_0, G_0, R_0, G_1, B_2, G_2, R_2, G_3 \dots$

Train de données de la liaison B: $B_1, A_0, R_1, A_1, B_3, A_2, R_3, A_3 \dots$



BT.1120-07

1.4 Signal auxiliaire

L'utilisation du signal auxiliaire (A ou D) dépend de l'application considérée.

Si le signal auxiliaire est absent, la composante auxiliaire doit être fixée à la valeur par défaut $64_{(10)}$. S'il est utilisé pour acheminer des informations ayant trait à l'image, le signal auxiliaire doit avoir le même format de grille et les mêmes fréquences d'image/de trame que celles de la composante G acheminée sur l'interface. S'il est utilisé pour acheminer des informations n'ayant pas trait à l'image, le signal auxiliaire doit être formé de mots de données d'au maximum 8 bits. Comme dans le cas d'une interface à 10 bits, le bit b_8 correspondra à la parité paire des bits b_7 à b_0 et le bit b_9 devra être le complément du bit b_8 .

Les valeurs de données $0_{(10)}$ à $3_{(10)}$ et $1\ 020_{(10)}$ à $1\ 023_{(10)}$ sont interdites.

2 Signaux à 12 bits 4:4:4 ($R'G'B'$) d'un système 30/P, 30/PsF, 60/I, 25/P, 25/PsF, 50/I, 24/P ou 24/PsF

2.1 Numérotation des échantillons source

Chaque ligne des composantes G' , B' et R' comprend un nombre total de 2 750, 2 640 ou 2 200 échantillons (voir le Tableau 2), numérotés respectivement de 0 à 2 749, de 0 à 2 639 ou de 0 à 2 199, à l'aide d'un suffixe (échantillon $G135$ ou $B429$ par exemple). Il s'agit d'échantillons quantifiés sur 12 bits, au moyen par exemple des équations de codage numérique définies ci-dessous:

$$D'_R = \text{INT} \left[(219 E'_R + 16) \cdot 2^{n-8} \right]$$

$$D'_G = \text{INT} \left[(219 E'_G + 16) \cdot 2^{n-8} \right]$$

$$D'_B = \text{INT} \left[(219 E'_B + 16) \cdot 2^{n-8} \right]$$

«*n*» correspond au numéro de la longueur de bit du signal quantifié, c'est-à-dire que $n = 12$.

L'opérateur INT donne la valeur 0 pour les parties décimales comprises entre 0,4999... et plus +1 pour les parties décimales comprises entre 0,5 et 0,9999..., c'est-à-dire arrondi à la valeur supérieure.

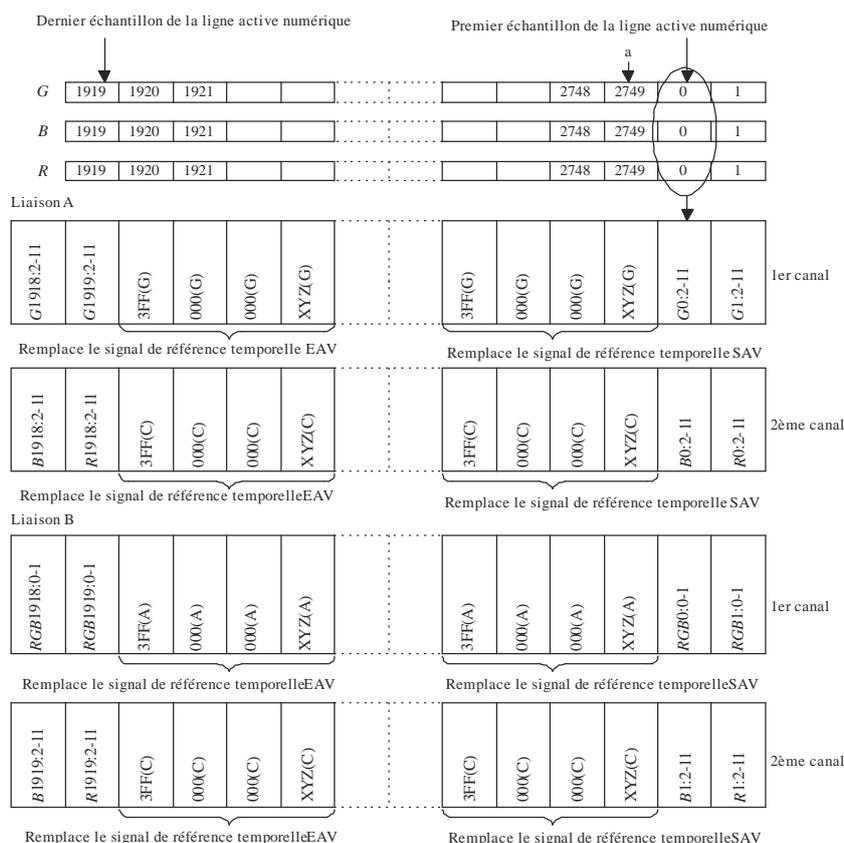
Les dix bits les plus significatifs sont désignés par un suffixe (échantillon *G135:2-11* ou *B429:2-11* par exemple), les 2 bits les moins significatifs étant également indiqués par un suffixe (échantillon *G135:0-1* ou *B429:0-1* par exemple). Les deux bits les moins significatifs des composantes *R*, *G* et *B* sont placés dans le 1er canal de la liaison B et sont indiqués par un suffixe (*RGB135:0-1* par exemple). Le *n*ème bit d'une composante *R'*, *G'* ou *B'* est désigné par un suffixe (*G:n* par exemple). La structure de données *RGB:0-1* est définie au § 2.3.

2.2 Trains de données de l'interface

Le train de données de la liaison A contient les 10 bits les plus significatifs de tous les échantillons de la composante *G'* ainsi que les 10 bits les plus significatifs des échantillons de numéro pair (0, 2, 4, etc.) des composantes *B'* et *R'*. Le train de données de la liaison B contient les 10 bits les plus significatifs des échantillons de numéro impair (1, 3, 5, etc.) des composantes *B'* et *R'* ainsi que les 2 bits les moins significatifs de tous les échantillons des composantes *R'*, *G'* et *B'* (voir la Fig. 8).

FIGURE 8

Structure de multiplexage pour les signaux à 12 bits: 4:4:4 (*R'G'B'*)



Fréquence d'image/ de trame	Résolution	Nombre total de mots par module de transmission	Nombre total de mots de données d'image active par module de transmission	Numéro du mot a
60 ou 60/1,001 (trames), 30 ou 30/1,001 (images)	12 bits	2 200	1 920	2 199
50 (trames), 25 (images)	12 bits	2 640	1 920	2 639
24 ou 24/1,001 (images)	12 bits	2 750	1 920	2 749

2.3 Insertion des données $R'G'B':0-1$ sur le premier canal de la liaison B

La structure d'insertion des deux bits les moins significatifs des composantes R' , G' ou B' sur le premier canal de la liaison B est indiquée dans le Tableau 20.

TABLEAU 20

Structure d'insertion des données $R'G'B':0-1$ sur le premier canal de la liaison B

Mot	Numéro de bit									
	9 (MSB)	8	7	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
	–									
	B8	EP	$G':1$	$G':0$	$B':1$	$B':0$	$R':1$	$R':0$	Res	Res

MSB: bit le plus significatif.

LSB: bit le moins significatif.

Bit b8: bit de parité pour les bits b7 à b0.

Bit b9: complément du bit b8.

Les bits b0 et b1 sont réservés (les bits réservés doivent être mis à zéro en attendant d'être définis).

2.4 Structure de multiplexage

Les mots de données d'image doivent être acheminés dans l'ordre décrit ci-après (voir la Fig. 9).

Train de données de la liaison A: $B0:2-11$, $G0:2-11$, $R0:2-11$, $G1:2-11$, $B2:2-11$, $G2:2-11$, $R2:2-11$, $G3:2-11$...

Train de données de la liaison B: $B1:2-11$, $RGB0:0-1$, $R1:2-11$, $RGB1:0-1$, $B3:2-11$, $RGB2:0-1$, $R3:2-11$, $RGB3:0-1$...

FIGURE 9

Contenu des liaisons pour les signaux à 12 bits: 4:4:4 ($R'G'B'$)

	Numéro de l'échantillon					
	0	1	2	3	4	5
Liaison A	$G:2-11$	$G:2-11$	$G:2-11$	$G:2-11$	$G:2-11$	$G:2-11$
	$B:2-11$	$B:2-11$	$B:2-11$	$B:2-11$	$B:2-11$	$B:2-11$
	$R:2-11$	$R:2-11$	$R:2-11$	$R:2-11$	$R:2-11$	$R:2-11$
Liaison B	$RGB:0-1$	$RGB:0-1$	$RGB:0-1$	$RGB:0-1$	$RGB:0-1$	$RGB:0-1$

3 Signaux à 12 bits 4:2:2 ($Y C_B C_R$) d'un système 30/P, 30/PsF, 60/I, 25/P, 25/PsF, 50/I, 24/P ou 24/PsF

3.1 Numérotation des échantillons source

Chaque ligne de la composante Y comprend un nombre total de 2 750, 2 640 ou 2 200 échantillons et chaque ligne des composantes C_B et C_R comprend un nombre total de 1 375, 1 320 ou 1 100 échantillons, comme indiqué dans le Tableau 2. Ces échantillons sont numérotés de 0 à 2 749, de 0 à 2 639 ou de 0 à 2 199 pour la composante Y et de 0 à 1 374, de 0 à 1 319 ou 0 à 1 099 pour les composantes C_B et C_R . Cette numérotation se fait à l'aide d'un suffixe (échantillon $Y135$ ou C_B429 par exemple). Il s'agit d'échantillons quantifiés sur 12 bits, au moyen des équations de codage numérique définies ci-dessous:

$$D'_Y = \text{INT}[(219 E'_Y + 16) \cdot 2^{n-8}]$$

$$D'_{C_B} = \text{INT}[(224 E'_{C_B} + 128) \cdot 2^{n-8}]$$

$$D'_{C_R} = \text{INT}[(224 E'_{C_R} + 128) \cdot 2^{n-8}]$$

« n » correspond au numéro de la longueur de bit du signal quantifié, c'est-à-dire que $n = 12$.

L'opérateur INT donne la valeur 0 pour les parties décimales comprises entre 0,4999... et plus +1 pour les parties décimales comprises entre 0,5 et 0,9999..., c'est-à-dire arrondi à la valeur supérieure.

Les dix bits les plus significatifs sont désignés par un suffixe (échantillon $Y135:2-11$ ou $C_B429:2-11$ par exemple), les 2 bits les moins significatifs étant également indiqués par un suffixe (échantillon $Y135:0-1$ ou $C_B429:0-1$ par exemple). Les deux bits les moins significatifs des composantes Y , C_B et C_R sont placés dans le premier canal de la liaison B et sont indiqués par un suffixe ($Y C_B C_R135:0-1$ ou $Y136:0-1$ par exemple). Le n ième bit d'une composante Y , C_B ou C_R est désigné par un suffixe ($Y:n$ par exemple). Les structures de données $Y C_B C_R:0-1$ et $Y:0-1$ sont définies au § 3.3.

3.2 Trains de données de l'interface

Le train de données de la liaison A contient les 10 bits les plus significatifs de tous les échantillons de la composante Y ainsi que les 10 bits les plus significatifs des échantillons de numéro pair des composantes C_B et C_R . Le train de données de la liaison B contient les 2 bits les moins significatifs des composantes Y , C_B et C_R aux points de numéro pair, les 2 bits les moins significatifs de la (seule) composante Y aux points de numéro impair ainsi que les échantillons de la composante A (voir la Fig. 10).

3.3 Insertion des données $Y C_B C_R:0-1$ et $Y:0-1$ sur le premier canal de la liaison B

Les structures d'insertion des deux bits les moins significatifs des échantillons de numéro pair des composantes Y , C_B et C_R et des 2 bits les moins significatifs des échantillons de numéro impair de la (seule) composante Y sur le premier canal de la liaison B sont illustrées par les Tableaux 21 et 22 et par la Fig. 11.

TABLEAU 21

Structure d'insertion des données $YC_B C_R:0-1$ sur le 1er canal de la liaison B

Mot	Numéro de bit									
	9 (MSB)	8	7	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
	–	EP	Y:1	Y:0	$C_B:1$	$C_B:0$	$C_R:1$	$C_R:0$	Res	Res

MSB: bit le plus significatif.

LSB: bit le moins significatif.

Le bit b8: bit de parité pour les bits b7 à b0.

Bit b9: complément du bit b8.

Les bits b0 et b1: bits réservés (les bits réservés doivent être mis à zéro en attendant d'être définis).

TABLEAU 22

Structure d'insertion des données $Y:0-1$ sur le 1er canal de la liaison B

Mot	Numéro de bit									
	9 (MSB)	8	7	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
	–	EP	Y:1	Y:0	Res	Res	Res	Res	Res	Res

MSB: bit le plus significatif.

LSB: bit le moins significatif.

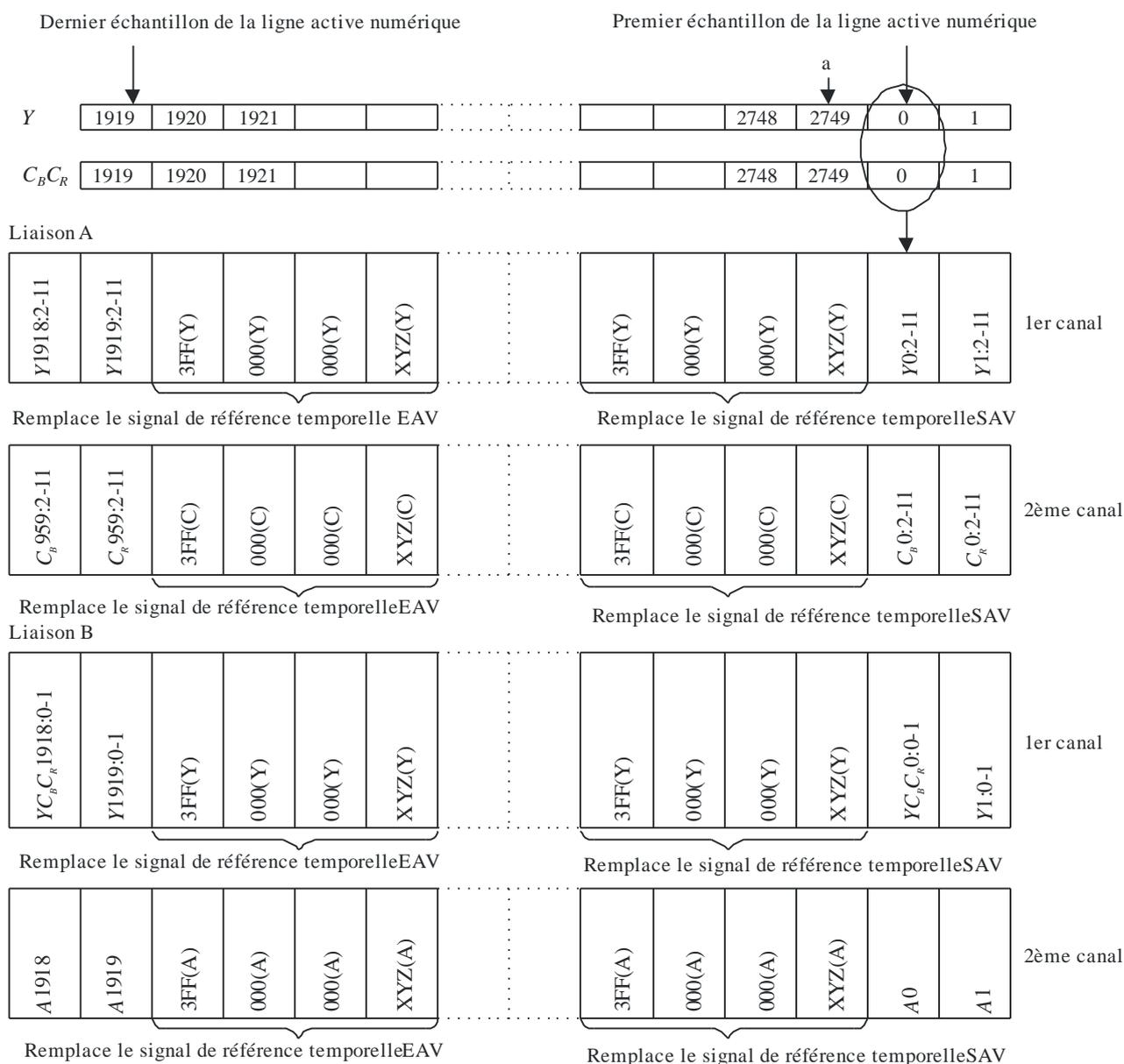
Bit b8: bit de parité pour les bits b7 à b0.

Bit b9: complément du bit b8.

Les bits b0 à b5 sont les bits réservés (les bits réservés doivent être mis à zéro en attendant d'être définis).

FIGURE 10

Structure de multiplexage pour les signaux à 12 bits: 4:2:2 ($YCbCr$)



BT:1120-10

Fréquence d'image/ de trame	Résolution	Nombre total de mots par module de transmission	Nombre total de mots de données d'image active par module de transmission	Numéro du mot a
60 ou 60/1,001 (trames), 30 ou 30/1,001 (images)	12 bits	2 200	1 920	2 199
50 (trames), 25 (images)	12 bits	2 640	1 920	2 639
24 ou 24/1,001 (images)	12 bits	2 750	1 920	2 749

3.4 Structure de multiplexage

Les mots de données d'image doivent être acheminés dans l'ordre décrit ci-après (voir la Fig. 11).

Train de données de la liaison A: $C_B0:2-11$, $Y0:2-11$, $C_R0:2-11$, $Y1:2-11$, $C_B2:2-11$, $Y2:2-11$, $C_R2:2-11$, $Y3:2-11$...

Train de données de la liaison B: $A0$, $Y C_B C_R 0:0-1$, $A1$, $Y1:0-1$, $A2$, $Y C_B C_R 2:0-1$, $A3$, $Y3:0-1$...

FIGURE 11

Contenu des liaisons pour les signaux à 12 bits: 4:2:2 ($Y C_B C_R$)

		Numéro de l'échantillon				
		0	1	2	3	
Liaison A		$Y:2-11$	$Y:2-11$	$Y:2-11$	$Y:2-11$	
		$C_B:2-11$		$C_B:2-11$		
		$C_R:2-11$		$C_R:2-11$		
Liaison B		$Y C_B C_R:0-1$	$Y:0-1$	$Y C_B C_R:0-1$	$Y:0-1$	← 1er canal
		A	A	A	A	← 2ème canal

BT.1120-11

3.5 Signal auxiliaire

Voir le § 1.4.

4 Signaux à 10 bits 4:4:4 ($Y C_B C_R$) ou 4:4:4:4 ($Y C_B C_R + A$ ou D) d'un système 30/P, 30/PsF, 60/I, 25/P, 25/PsF, 50/I, 24/P ou 24/PsF

4.1 Numérotation des échantillons source

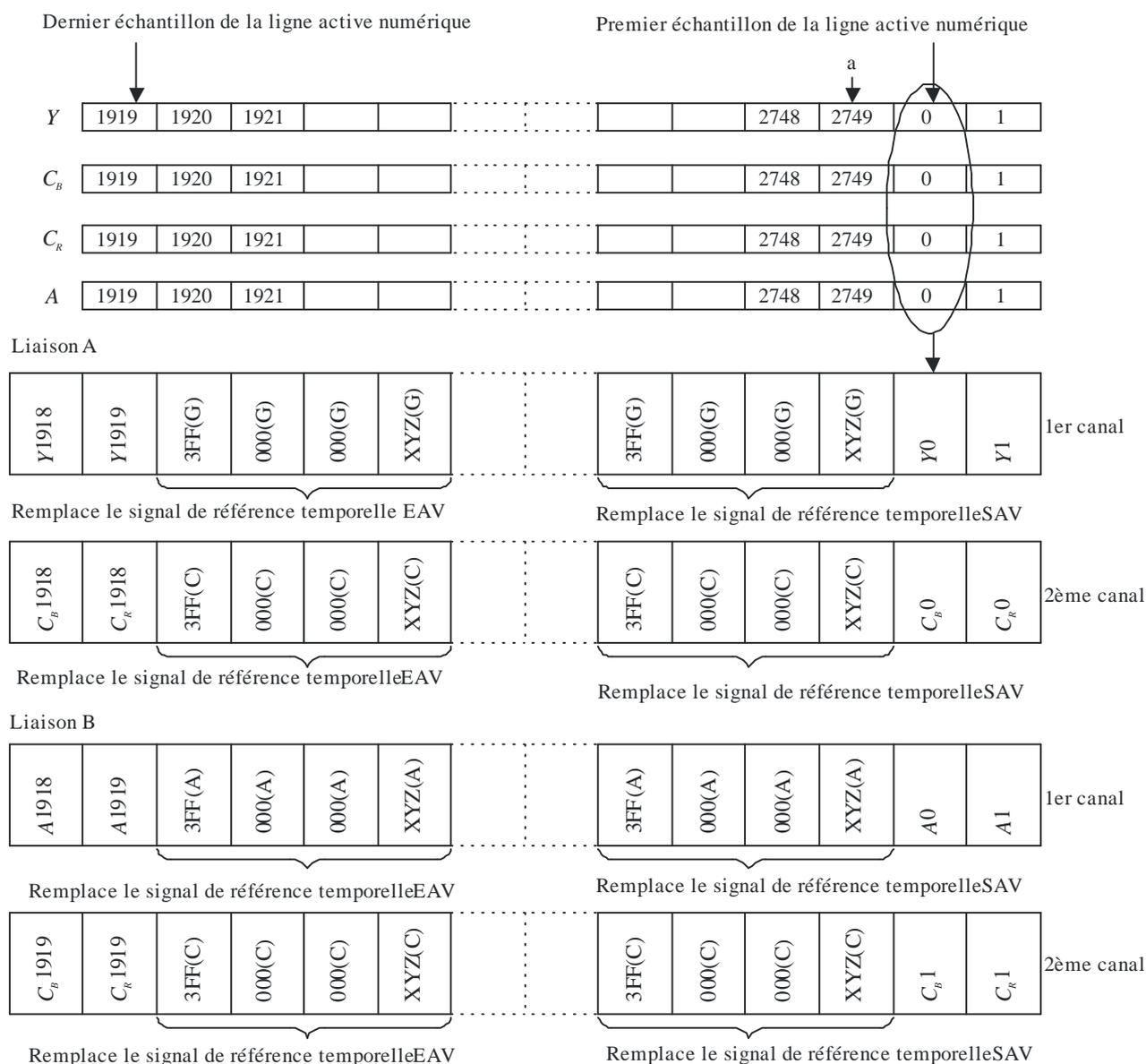
Chaque ligne des composantes Y , C_B , C_R et A ou D comprend un nombre total de 2 750, 2 640 ou 2 200 échantillons, numérotés de 0 à 2 749, de 0 à 2 639 ou de 0 à 2 199, à l'aide d'un suffixe (échantillon $Y135$ ou C_B429 par exemple).

4.2 Trains de données de l'interface

Le train de données de la liaison A contient tous les échantillons de la composante Y ainsi que les échantillons de numéro pair (0, 2, 4, etc.) des composantes C_B et C_R . Le train de données de la liaison B contient les échantillons de numéro impair (1, 3, 5, etc.) des composantes C_B et C_R ainsi que tous les échantillons de la composante A (voir la Fig. 12).

FIGURE 12

Structure de multiplexage pour les signaux à 10 bits: 4:4:4 (YCB_RC_R) ou 4:4:4:4 (YCB_RC_R+A)



BT.1120-12

Fréquence d'image/ de trame	Résolution	Nombre total de mots par module de transmission	Nombre total de mots de données d'image active par module de transmission	Numéro du mot a
60 ou 60/1,001 (trames), 30 ou 30/1,001 (images)	10 bits	2 200	1 920	2 199
50 (trames), 25 (images)	10 bits	2 640	1 920	2 639
24 ou 24/1,001 (images)	10 bits	2 750	1 920	2 749

4.3 Structure de multiplexage

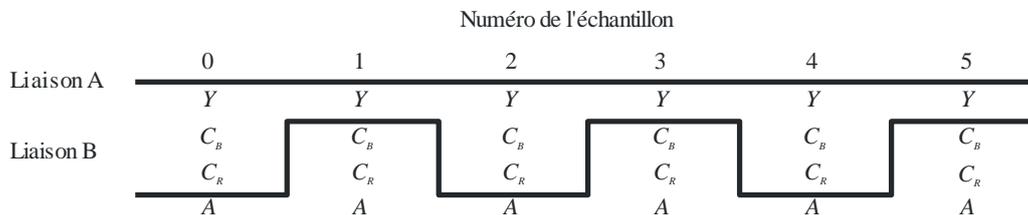
Les mots de données d'image doivent être acheminés dans l'ordre décrit ci-après (voir la Fig. 13).

Train de données de la liaison A: C_{B0} , Y_0 , C_{R0} , Y_1 , C_{B2} , Y_2 , C_{R2} , Y_3 ...

Train de données de la liaison B: C_{B1} , A_0 , C_{R1} , A_1 , C_{B3} , A_2 , C_{R3} , A_3 ...

FIGURE 13

Contenu des liaisons pour les signaux à 10 bits: 4:4:4 ($YC_B C_R$) ou 4:4:4:4 ($YC_B C_R + A$)



BT.1120-13

4.4 Signal auxiliaire

Voir le § 1.4.

5 Signaux à 12 bits 4:4:4 ($YC_B C_R$) d'un système 30/P, 30/PsF, 60/I, 25/P, 25/PsF, 50/I, 24/P ou 24/PsF

5.1 Numérotation des échantillons source

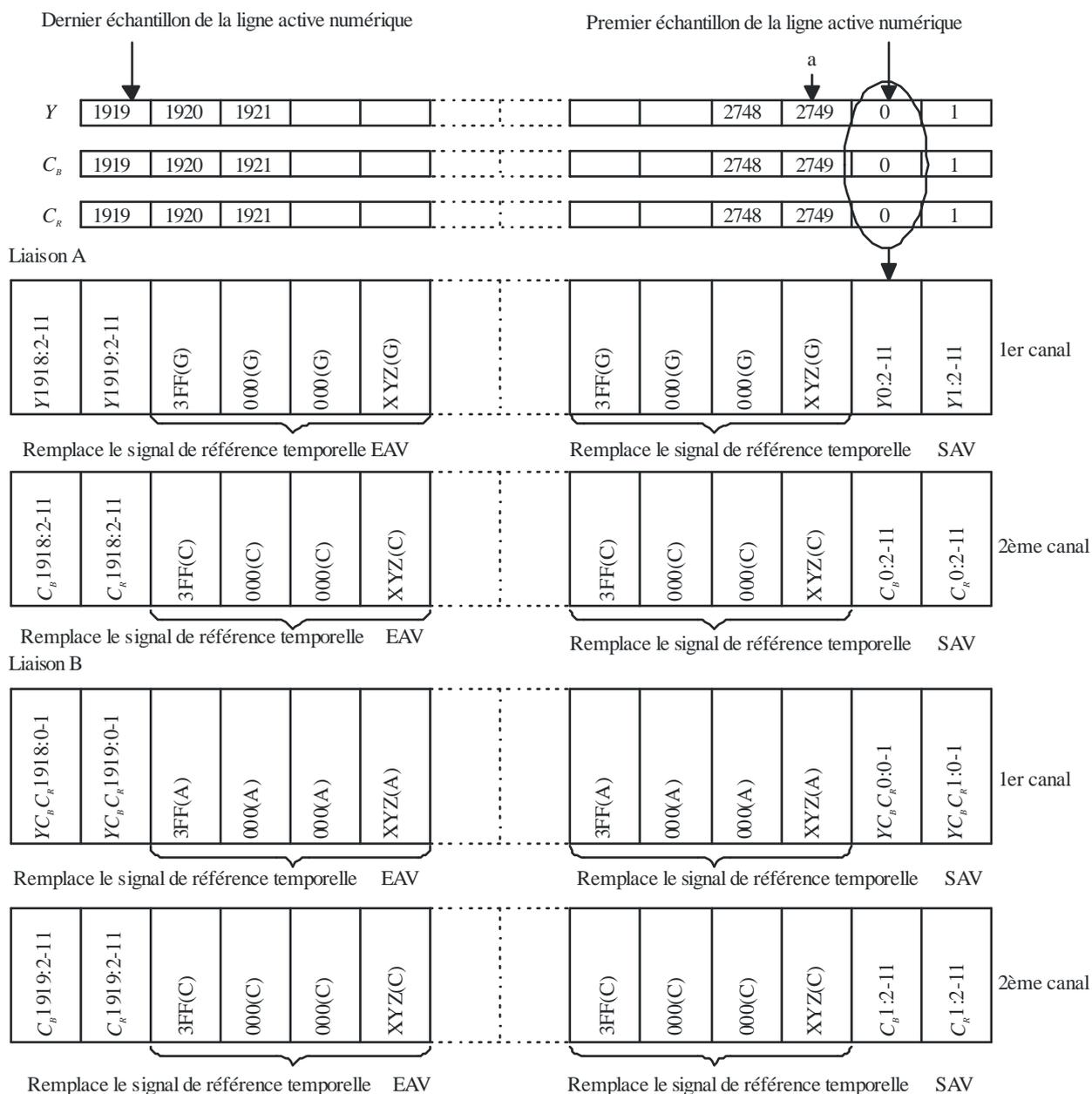
Chaque ligne des composantes Y , C_B et C_R comprend un nombre total de 2750, 2640 ou 2200 échantillons, numérotés respectivement de 0 à 2749, de 0 à 2639 ou de 0 à 2199, à l'aide d'un suffixe (échantillon Y_{135} ou C_{B42} par exemple). Il s'agit d'échantillons quantifiés sur 12 bits, au moyen des équations de codage numérique figurant au § 3.1. Les dix bits les plus significatifs sont désignés par un suffixe (échantillon $Y_{135:2-11}$ ou $C_{B429:2-11}$ par exemple), les 2 bits les moins significatifs étant également indiqués par un suffixe (échantillon $Y_{135:0-1}$ ou $C_{B429:0-1}$ par exemple). Les deux bits les moins significatifs des composantes Y , C_B et C_R sont placés dans le 1er canal de la liaison B et sont indiqués par un suffixe (Y , C_B , $C_R_{135:0-1}$ par exemple). Le n ième bit d'une composante Y , C_B ou C_R est désigné par un suffixe ($Y:n$. par exemple). La structure de données Y , C_B , $C_R:0-1$ est définie conformément aux prescriptions du § 3.3.

5.2 Trains de données de l'interface

Le train de données de la liaison A contient les 10 bits les plus significatifs de tous les échantillons de la composante Y ainsi que les 10 bits les plus significatifs des échantillons de numéro pair (0, 2, 4, etc.) des composantes C_B et C_R . Le train de données de la liaison B contient les 10 bits les plus significatifs des échantillons de numéro impair (1, 3, 5, etc.) des composantes C_B et C_R ainsi que les 2 bits les moins significatifs de tous les échantillons des composantes Y , C_B et C_R (voir la Fig. 14).

FIGURE 14

Structure de multiplexage pour les signaux à 12 bits: 4:4:4 ($YCbCr$)



BT.1120-14

Fréquence d'image/ de trame	Résolution	Nombre total de mots par module de transmission	Nombre total de mots de données d'image active par module de transmission	Numéro du mot a
60 ou 60/1,001 (trames), 30 ou 30/1,001 (images)	12 bits	2 200	1 920	2 199
50 (trames), 25 (images)	12 bits	2 640	1 920	2 639
24 ou 24/1,001 (images)	12 bits	2 750	1 920	2 749

5.3 Structure de multiplexage

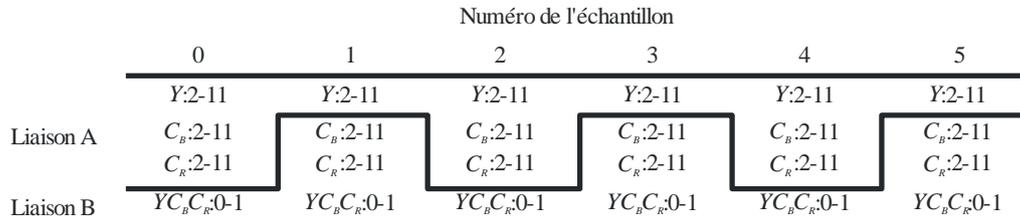
Les mots de données vidéo doivent être acheminés dans l'ordre décrit ci-après (voir la Fig. 15).

Train de données de la liaison A: $C_B0:2-11$, $Y0:2-11$, $C_R0:2-11$, $Y1:2-11$, $C_B2:2-11$, $Y2:2-11$, $C_R2:2-11$, $Y3:2-11$...

Train de données de la liaison B: $C_B1:2-11$, $Y_{C_B C_R}0:0-1$, $C_R1:2-11$, $Y_{C_B C_R}1:0-1$, $C_B3:2-11$, $Y_{C_B C_R}2:0-1$, $C_R3:2-11$, $Y_{C_B C_R}3:0-1$...

FIGURE 15

Contenu des liaisons pour des signaux à 12 bits: 4:4:4 ($Y_{C_B C_R}$)



BT.1120-15

5.4 Valeurs de la charge utile de l'image également prises en charge

TABLEAU 23

Définitions associées à l'identificateur de la charge utile d'une image également prises en charge pour une charge utile vidéo $1\,920 \times 1\,080$ acheminée sur une interface numérique haute définition à deux liaisons

Bits	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 7	1	Transport en mode de balayage entrelacé (0) ou progressif (1)	Colorimétrie	Réservé
Bit 6	0	Image prise en mode de balayage entrelacé (0) ou progressif (1)	Nombre d'échantillons actifs dans le sens horizontal 1 920 (0) ou réservé (1)	Assignment de canal pour chacune des deux liaisons Liaison A (0) ou Liaison B (1)
Bit 5	0	Caractéristiques de transfert	Format d'image 16:9 (1) ou inconnu (0)	Réservé (0)
Bit 4	0	SDR-TV (0h), HLG (1h), PQ (2h), non précisé (3h)	Colorimétrie	Signal de luminance et de chrominance NCL Y' , C'_B , C'_R (0), CI , C_T , C_P (1)

TABLEAU 23 (*fin*)

Bits	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 3	0	Fréquences d'image 24 Hz (3h), 24/1,001 Hz (2h), 25 Hz (5h), 30 Hz (7h) 30/1,001 Hz (6h) Les autres valeurs sont réservées.	Structure d'échantillonnage 4:4:4 $R'G'B'$ (2h), 4:4:4:4 $R'G'B'+A$ (6h) 4:4:4:4 $R'G'B'+D$ (Ah) 4:4:4 Y', C'_B, C'_R ou $I, C_T,$ C_P (1h) 4:2:2 Y', C'_B, C'_R ou $I, C_T,$ C_P (0h) 4:2:2:4 Y', C'_B, C'_R ou $I,$ $C_T, C_P + A$ (4h) 4:2:2:4 Y', C'_B, C'_R ou $I,$ $C_T, C_P + D$ (8h) Les autres valeurs sont réservées.	Réservé (0)
Bit 2	1			Réservé (0)
Bit 1	1			Profondeur binaire
Bit 0	1			Plage complète de 10 bits (0h), Plage étroite de 10 bits (1h), Plage complète de 12 bits (2h), Plage étroite de 12 bits (3h).

NOTE – Le terme 4:4:4 identifie le taux d'échantillonnage des composantes indépendamment de la résolution.

Les liaisons A et B doivent être identifiées par l'identificateur de la charge utile en utilisant une valeur de l'octet 1 de 87h.

Un identificateur de la charge utile doit être présent pour cette application et doit être inséré dans l'espace horizontal de données auxiliaires suivant immédiatement une séquence de mots EAV-LN-CRC sur le canal Y des liaisons A et B.

L'emplacement recommandé des paquets de données auxiliaires, si un espace de données auxiliaires est disponible, se trouve sur les lignes suivantes:

- 1 125/I (trame 1): Ligne 10
- 1 125/I (trame 2): Ligne 572.

Pièce jointe 2 à l'Annexe 1

Applications de l'interface numérique série haute définition à liaison unique à 3 Gbit/s

Mise en correspondance liaison double à 1,5 Gbit/s/liaison unique à 3 Gbit/s

L'interface numérique série haute définition à liaison unique à 3 Gbit/s peut aussi être utilisée pour acheminer les formats de signal source vidéo énumérés dans le Tableau 19 de la Pièce jointe 1 à l'Annexe 1.

1 Source à deux liaisons

Deux interfaces parallèles à 10 bits ayant la même structure de ligne et de trame avec synchronisation binaire, élaborée conformément à la présente Recommandation, doivent être placées dans une interface virtuelle à 20 bits comprenant deux trains de données: le train de données 1 et le train de données 2.

Le train de données 1 contient l'ensemble des mots de données à 10 bits de l'interface de la liaison A et le train de données 2 contient tous les mots de données de l'interface de la liaison B, comme indiqué sur la Fig. 16.

La procédure détaillée de mise en correspondance de la liaison A et de la liaison B est décrite aux § 1 à 5 de la Pièce jointe 1 à l'Annexe 1 de la présente Recommandation.

Les interfaces à 10 bits ainsi élaborées doivent contenir des mots de code de référence temporelle (SAV/EAV, numéros de ligne et codes CRC basés sur les lignes), conformément à la définition donnée dans la présente Recommandation.

Les lignes et les mots de chaque interface parallèle à 10 bits doivent être alignés, la fréquence utilisée à l'interface étant 148,5 MHz ou 148,5/1,001 MHz.

Les formats source également pris en charge énumérés dans le Tableau 19 sont traités dans la présente Pièce jointe.

1.1 Mise en correspondance des données

Les données de la liaison double sont placées dans un train de données unique, comme indiqué sur les Fig. 16A et 16B.

La Fig. 16 A est une mise en correspondance générique. La mise en correspondance de la Fig. 16B est la mise en correspondance de R' , G' , $B'+A$.

La liaison A correspond au train de données 1 et la liaison B correspond au train de données 2.

1.2 Identificateur de la charge utile

Un identificateur de la charge utile (voir le Tableau 25) doit être présent pour cette application et doit être inséré dans l'espace horizontal de données auxiliaires du canal Y des Liaisons A et B.

Cet identificateur de la charge utile doit être conforme au format de données d'identification de la charge utile défini dans la Recommandation UIT-R BT.1614. L'Identificateur de la charge utile à 4 octets doit être mis en correspondance dans la zone de suppression horizontale de l'interface suivant immédiatement une séquence de mots EAV-LN-CRC.

L'emplacement recommandé des paquets de données auxiliaires, si un espace de données auxiliaires est disponible, se trouve sur les lignes suivantes:

1 125/I (trame 1): Ligne 10

1 125/I (trame 2): Ligne 572.

FIGURE 16B

Mise en correspondance des données sur une liaison unique à 3 Gbit/s – Exemple fourni à titre d'information pour R', G', B'+A

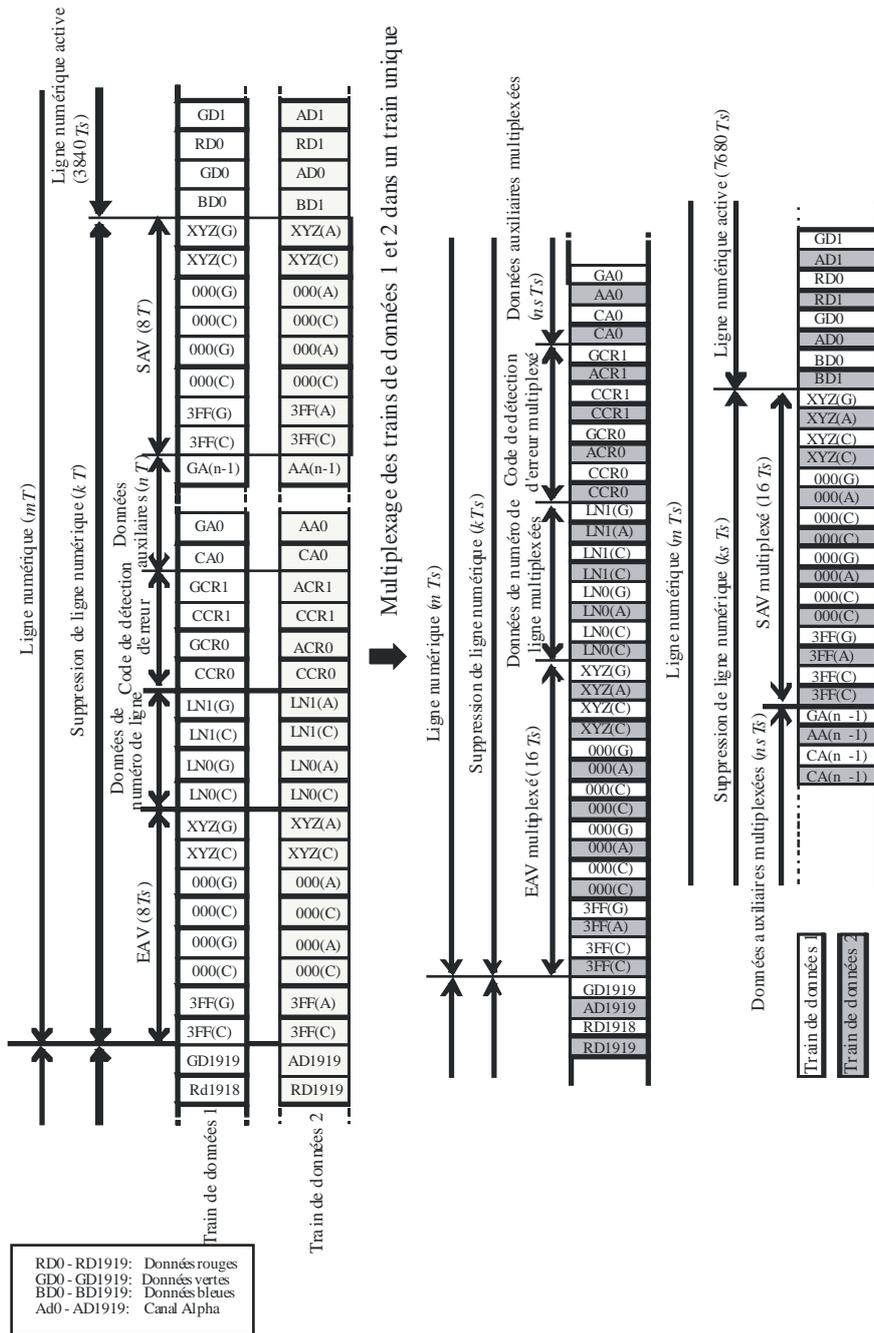


TABLEAU 24

Spécifications temporelles du train de données (voir Fig. 16B)

Symbole	Paramètre	Valeur	
		60I	50I
T	Période d'horloge parallèle (ns)	1 000/148,5 (1 001/148,5)	1 000/148,5
T_s	Période d'horloge de données parallèles multiplexées	T/2	
m	Ligne numérique dans train parallèle de données	4 400	5 280
k	Suppression de ligne numérique dans train parallèle de données	560	1 440
n	Données auxiliaires ou données de suppression dans train parallèle de données	536	1 416
m_s	Ligne numérique dans train de données multiplexées parallèles	8 800	10 560
k_s	Suppression de ligne numérique dans train de données parallèles multiplexées	1 120	2 880
n_s	Données auxiliaires ou données de suppression dans train parallèle de données multiplexées	1 072	2 832

TABLEAU 25

Identificateur de la charge utile de l'image également pris en charge pour une liaison unique à 3 Gbit/s

Bits	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 7	1	Transport en mode de balayage entrelacé (0) ou progressif (1)	Colorimétrie	Réservé (0)
Bit 6	0	Image prise en mode de balayage entrelacé (0) ou progressif (1)	Nombre de pixels dans le sens horizontal 1 920 (0) ou réservé (1)	Assignment de canal pour chacune des deux liaisons Liaison A (0) ou liaison B (1)
Bit 5	0	Caractéristiques de transfert	Format d'image 16:9 (1) ou inconnu (0)	Réservé (0)
Bit 4	0	SDR-TV (0h), HLG (1h), PQ (2h), Non précisé (3h)	Colorimétrie	Signal de luminance et de chrominance NCL Y' , C'_B , C'_R (0), CI , C_T , C_P (1)

TABLEAU 25 (*fin*)

Bits	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 3	1	Fréquences d'image 24 Hz (3h), 24/1,001 Hz (2h), 25 Hz (5h), 30 Hz (7h) 30/1,001 Hz (6h) Les autres valeurs sont réservées.	Structure d'échantillonnage 4:4:4 $R'G'B'$ (2h), 4:4:4:4 $R'G'B'+A$ (6h) 4:4:4:4 $R'G'B'+D$ (Ah) 4:4:4 Y', C'_B, C'_R or I, C_T, C_P (1h) 4:2:2 Y', C'_B, C'_R or I, C_T, C_P (0h) 4:2:2:4 Y', C'_B, C'_R or $I, C_T, C_P +A$ (4h) 4:2:2:4 Y', C'_B, C'_R or $I, C_T, C_P +D$ (8h) Les autres valeurs sont réservées.	Réservé (0)
Bit 2	0			Réservé (0)
Bit 1	1			Profondeur binaire
Bit 0	0			Plage complète de 10 bits (0h), Plage étroite de 10 bits (1h), Plage étroite de 12 bits (2h), Plage complète de 12 bits (3h)

Octet 1

A une valeur de (8Ah)

Octet 2

Le deuxième octet sert à identifier la fréquence d'image ainsi que la structure de l'image et du transport.

Le bit b7 est utilisé pour déterminer si l'interface numérique utilise une structure de transport avec balayage progressif ou à entrelacement:

- (0) transport avec balayage à entrelacement
- (1) transport avec balayage progressif

Le bit b6 est utilisé pour déterminer si l'image présente une structure avec balayage progressif ou à entrelacement:

- (0) structure avec balayage à entrelacement
- (1) structure avec balayage progressif

Les bits b5 à b4 sont utilisés pour identifier les caractéristiques de transfert:

- (0h) SDR-TV comme indiqué dans la Recommandation UIT-R BT.709
- (1h) HLG comme indiqué dans la Recommandation UIT-R BT.2100
- (2h) PQ comme indiqué dans la Recommandation UIT-R BT.2100
- (3h) non précisé

Les bits b3 à b0 sont utilisés pour identifier la fréquence d'image en Hz.

- (2h) 24/1,001 Hz
- (3h) 24 Hz
- (5h) 25 Hz
- (6h) 30/1,001 Hz
- (7h) 30 Hz

Octet 3

Le troisième octet est utilisé pour identifier le format d'image, la colorimétrie et la structure d'échantillonnage de la charge utile vidéo.

Les bits b7 et b4 servent à identifier la colorimétrie:

- (0h) Recommandation UIT-R BT.709
- (1h) réservé
- (2h) Recommandation UIT-R BT.2020
- (3h) inconnu

Le bit b6 est utilisé pour identifier le nombre de pixels dans le sens horizontal:

- (0) 1 920 pixels
- (1) réservé

Le bit b5 est utilisé pour identifier le format d'image:

- (0) format d'image inconnu
- (1) format d'image 16:9

Les bits b3 à b0 de l'octet 3 sont utilisés pour identifier la structure d'échantillonnage:

- la valeur (2h) identifie 4:4:4 $R'G'B'$
- la valeur (6h) identifie 4:4:4:4 $R'G'B'+A$
- la valeur (Ah) identifie 4:4:4:4 $R'G'B'+D$
- la valeur (1h) identifie 4:4:4 Y', C'_B, C'_R ou I, C_T, C_P
- la valeur (0h) identifie 4:2:2:4 Y', C'_B, C'_R ou I, C_T, C_P
- la valeur (4h) identifie 4:2:2:4 Y', C'_B, C'_R ou $I, C_T, C_P + A$
- la valeur (8h) identifie 4: Y', C'_B, C'_R ou $I, C_T, C_P + D$

Octet 4

Les bits b7 à b5 sont réservés et mis à (0).

Le bit b4 est utilisé pour identifier le format des signaux de luminance/de chrominance:

- (0) luminance non constante $Y'C'_B C'_R$
- (1) intensité constante $IC_T C_P$

Les bits b3 et b2 sont réservés et mis à (0).

Les bits b1 à b0 sont utilisés pour identifier la profondeur binaire et le codage de plage étroite/complète:

- (0h) identifie la quantification au moyen de 10 bits par échantillon; avec codage de plage complète conformément à la Recommandation UIT-R BT.2100
- (1h) identifie la quantification au moyen de 10 bits par échantillon; avec codage de plage étroite conformément à la Recommandation UIT-R BT.2100
- (2h) identifie la quantification au moyen de 12 bits par échantillon; avec codage de plage étroite conformément à la Recommandation UIT-R BT.2100
- (3h) identifie la quantification au moyen de 12 bits par échantillon; avec codage de plage complète conformément à la Recommandation UIT-R BT.2100

Annexe 2

Trame de contrôle à utiliser dans les interfaces numériques série à haute définition

1 Domaine d'application

La présente Annexe spécifie les signaux numériques de test adaptés pour évaluer la réponse basse fréquence d'appareils dotés des interfaces numériques série à haute définition. Divers signaux produiront les effets basse fréquence souhaités, mais deux signaux spécifiques sont définis pour tester respectivement l'égaliseur de câble et la PLL. Par le passé, ces deux signaux ont été communément appelés «signaux pathologiques».

2 Généralités

Pour solliciter l'égaliseur automatique, on utilise un signal dont le nombre de 1 ou de 0 est maximal et dont les impulsions de période d'horloge au niveau opposé sont isolées et rares. Pour solliciter la PLL, on utilise un signal dont le contenu basse fréquence est maximal, c'est-à-dire pour lequel les durées entre les transitions de niveau sont maximales.

2.1 Le codage de voie appliqué au signal numérique série défini dans la présente Recommandation utilise un embrouillage et un codage sous forme NRZI réalisés par la concaténation des deux fonctions suivantes:

$$G1(x) = x^9 + x^4 + 1$$

$$G2(x) = x + 1$$

Le codage de voie permet d'obtenir de longues séries de zéros dans les données de sortie du polynôme $G2(x)$ lorsque l'embrouilleur, $G1(x)$, se trouve dans un certain état au moment où des mots spécifiques arrivent. L'état en question sera présent de manière régulière; par conséquent, l'application continue des mots de données spécifiques permettra de produire de manière régulière les effets basse fréquence.

2.2 La plus longue série de zéros dans les données parallèles (40 zéros consécutifs) se produira avec les mots des séquences de référence temporelle EAV et SAV, mais la fréquence à laquelle l'embrouillage de ces mots coïncide avec l'état requis de l'embrouilleur pour engendrer l'une ou l'autre condition de sollicitation est faible. Lorsque cette coïncidence se produit, la génération de la condition de sollicitation est tellement limitée dans le temps que les égaliseurs et les boucles à verrouillage de phase ne sont pas sollicités au maximum.

2.3 Dans les parties de données des signaux vidéonumériques (les mots des séquences EAV et SAV ainsi que les mots de fanions de données ANC étant exclus), les valeurs d'échantillon sont restreintes à tous les niveaux de données sauf 0,00 à 0,75 et 255,00 à 255,75 (000_h à 003_h et 3FC_h à 3FF_h en représentation hexadécimale sur 10 bits et 00,0_h à 00,C_h et FF,0_h à FF,C_h en notation hexadécimale 8.2) (voir la Note 1). Cette restriction a pour conséquence que la plus longue série de zéros, à l'entrée de l'embrouilleur, est de 16 (bits), série qui se produit lorsqu'une valeur d'échantillon 512₍₁₀₎ (200_h) est suivie par une valeur comprise entre 4₍₁₀₎ (004_h) et 7₍₁₀₎ (007_h). Dans ce cas, 26 zéros consécutifs au maximum peuvent être produits à la sortie NRZI, ce qui ne correspond pas non plus à une sollicitation maximale.

NOTE – Dans le cadre de la présente Annexe, le contenu du mot numérique à 10 bits est conjointement exprimé sous forme décimale et hexadécimale. Ainsi la séquence binaire 1001000101 serait notée 581₍₁₀₎ ou 245_h.

2.4 D'autres mots de données spécifiques combinés à des états d'embrouilleur spécifiques peuvent produire un signal de sortie série basse fréquence répétitif jusqu'à ce que la séquence EAV ou SAV suivante affecte l'état de l'embrouilleur. Ces combinaisons de mots de données constituent la base des signaux de test définis ici.

2.5 Compte tenu de l'entrelacement *Y/C* des signaux numériques en composantes, il est possible d'obtenir pratiquement toutes les permutations possibles de valeurs de données de couples de mots sur l'ensemble de la zone d'image active en définissant une trame de couleur uniforme donnée dans un environnement sans bruit. Certaines permutations de ces valeurs produiront les effets basse fréquence souhaités.

3 Données de la trame de contrôle

3.1 L'égaliseur du récepteur est testé grâce à la production d'un signal numérique série dont le contenu continu est maximal. En appliquant la séquence 768₍₁₀₎ (300_h), 408₍₁₀₎ (198_h) de façon continue aux échantillons *C* et *Y* (respectivement) pendant la ligne active, on produit un signal comportant 19 états consécutifs de niveau élevé (de bas niveau) suivis par un état de bas niveau (de niveau élevé) et ce, de manière répétitive, une fois que l'embrouilleur a atteint l'état de départ requis. L'une ou l'autre polarité du signal peut être obtenue, elle est indiquée par le niveau des 19 états consécutifs. En produisant environ la moitié d'une trame de lignes continues contenant cette séquence, on obtient l'état de départ requis pour l'embrouilleur sur plusieurs lignes et la condition souhaitée pour le test de l'égaliseur est alors générée.

3.2 La PLL du récepteur est testée grâce à la production d'un signal numérique série dont le contenu basse fréquence est maximal et le contenu haute fréquence minimal (c'est-à-dire pour lequel la fréquence des transitions de niveau est la plus faible). En appliquant la séquence 512₍₁₀₎ (200_h), 272₍₁₀₎ (110_h) de manière continue aux échantillons *C* et *Y* (respectivement) pendant la ligne active, on produit un signal comportant 20 états consécutifs de niveau élevé (de bas niveau) suivis par 20 états de bas niveau (de niveau élevé) et ce, de manière répétitive, une fois que l'embrouilleur a atteint l'état de départ requis. En produisant environ la moitié d'une trame de lignes continues contenant cette séquence, on obtient l'état de départ requis pour l'embrouilleur sur plusieurs lignes et la condition souhaitée pour le test de la PLL de phase est alors générée.

3.3 Pour le test de l'égaliseur, il faut produire un signal numérique série avec une polarisation en continu, il faut donc s'assurer que les deux polarités de cette polarisation sont obtenues. Pour changer la polarité de cette polarisation d'une image à la suivante, la somme totale de tous les bits contenus dans tous les mots de données de toutes les lignes d'une trame vidéo doit être impaire.

Pour garantir que la polarité de la polarisation peut changer souvent, on remplace la valeur 480₍₁₀₎ (198_h) d'un seul mot de données d'échantillon *Y* par la valeur à 400₍₁₀₎ (190_h) (modification nette d'un bit de données), pour une image sur deux. Ceci permet à la polarité de la polarisation d'alternier à la fréquence d'image, que la somme des bits de l'image d'origine soit paire ou impaire. Le mot de données dans lequel la valeur est remplacée est le premier échantillon *Y* de la première ligne active d'une image sur deux. Le mot et la ligne spécifiques correspondant à chaque format de signal sont énumérés dans le Tableau 34 (mot de commande de polarité).

3.4 Les séquences 768₍₁₀₎ (300_h), 408₍₁₀₎ (198_h) and 512₍₁₀₎ (200_h), 272₍₁₀₎ (110_h) appliquées aux échantillons *C* et *Y* se traduisent respectivement par des nuances de violet et de gris. L'inversion de l'ordre des échantillons *C* et *Y* pour chacune de ces deux séquences conduit respectivement à des nuances plus claires et à des nuances plus foncées de vert. Le Tableau 26 illustre un seul ordre pour chacune des deux séquences, mais l'un ou l'autre ordre des valeurs de données est autorisé par cette Annexe pour chaque séquence.

Si l'ordre décrit au § 3.1 est inversé, le mot de commande de polarité décrit au § 3.3 devient 512₍₁₀₎ (200_h). Dans l'un et l'autre cas, le mot de commande de polarité est situé au niveau du premier échantillon *Y* de la première ligne d'image active de la ou des trames spécifiées au § 3.3.

4 Trame de contrôle de l'interface numérique série (SDI)

La répartition des données dans la trame de contrôle de l'interface numérique série (SDI) est représentée sur la Fig. 16 pour les normes de signaux. Des répartitions spécifiques de valeurs d'échantillon sont indiquées dans le Tableau 26. Dans chaque trame, la ligne où le signal passe du diagramme de données du signal de test de l'égaliseur au diagramme de données du signal de test de la PLL est spécifiée sous forme d'un intervalle de lignes et non d'une seule ligne spécifique. La ligne spécifique choisie dans l'intervalle spécifié n'a pas de signification sur le plan technique, mais le point de transition doit être cohérent d'une image à l'autre et d'une trame à l'autre (dans le cas de formats de signaux avec entrelacement).

TABLEAU 26

Valeurs d'échantillon de la trame de contrôle de la SDI

Système		60/I, 30/PsF, 50/I, 25/PsF, 24/PsF	60/P, 30/P, 50/P, 25/P, 24/P
Nombre d'échantillons <i>Y</i> actifs par ligne		1 920	
Nombre de lignes actives		1 080	
Signal de test de l'égaliseur	Première ligne	21 (trame/segment 1)	42
		584 (trame/segment 2)	
	Dernière ligne (intervalle)	287-293 (trame/segment 1)	578-585
		850-856 (trame/segment 2)	
	Valeur de données ⁽¹⁾	Echantillons	
	768 ₍₁₀₎ <i>C_B</i>	0... 3 836	
	408 ₍₁₀₎ <i>Y</i>	1... 3 837	
	768 ₍₁₀₎ <i>C_R</i>	2... 3 838	
	408 ₍₁₀₎ <i>Y</i>	3... 3 839	
	Mot de commande de polarité	(une trame sur deux)	
Valeur de données ^{(1),(2)} 400 ₍₁₀₎ <i>Y</i>	Ligne 21 Echantillon 1	Ligne 42 Echantillon 1	

TABLEAU 26 (fin)

Système		60/I, 30/PsF, 50/I, 25/PsF, 24/PsF	60/P, 30/P, 50/P, 25/P, 24/P
Signal de test de la PLL	Première ligne (intervalle) ⁽³⁾	288-294 (trame/segment 1)	579-586
		851-857 (trame/segment 2)	
	Dernière ligne	560 (trame/segment 1)	1121
		1 123 (trame/segment 2)	
	Valeur de données ⁽¹⁾	Echantillons	
	$512_{(10)} C_B$	0... 3 836	
	$272_{(10)} Y$	1... 3 837	
	$512_{(10)} C_R$	2... 3 838	
$272_{(10)} Y$	3... 3 839		

- ⁽¹⁾ L'ordre des valeurs de données pour chaque couple de valeurs d'échantillon peut être inversé. Si l'ordre des échantillons est inversé par rapport à l'ordre indiqué dans ce Tableau, le mot de commande de polarité vaut $(512_{(10)} Y)$ (voir le § 3.4).
- ⁽²⁾ Le mot de commande de polarité a pour objet de remplacer le premier échantillon Y de la zone d'image active, ce remplacement étant fait à la première ligne active d'une image sur deux (voir le § 3.3).
- ⁽³⁾ On donne des intervalles de numéros de lignes pour la transition entre les deux diagrammes de test. Le point de transition dans ces intervalles doit être cohérent sur l'ensemble des trames (voir le § 4).

TABLEAU 27

Trame de contrôle de la SDI

	Intervalle de suppression vertical
EAV SAV	Première ligne active
Intervalle de suppression horizontal	Première moitié de trame active $768_{(10)}$, $408_{(10)}$ pour le test de l'égaliseur ⁽¹⁾
	Deuxième moitié de trame active $512_{(10)}$, $272_{(10)}$ pour le test de la PLL ⁽¹⁾
	Dernière ligne d'image active

- ⁽¹⁾ L'ordre des valeurs de données pour chaque couple de valeurs d'échantillon peut être inversé (voir le § 3.4).