

Union internationale des télécommunications

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R BT.2077-3
(06/2021)

**Interfaces numériques série en temps réel
pour les signaux de TVUHD**

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 la Résolution UIT-R 1. Les formulaires que les titulaires de brevets doivent utiliser pour soumettre les déclarations de brevet et d'octroi de licence sont accessibles à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/fr>, où l'on trouvera également les Lignes directrices pour la mise en œuvre 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

(Également 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	Émissions 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, 2021

© UIT 2021

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.2077-3

Interfaces numériques série en temps réel pour les signaux de TVUHD

(Question UIT-R 130-3/6)

(06/2015-10/2015-2017-2021)

Domaine d'application

La présente Recommandation définit les interfaces numériques série pour les signaux non compressés de TVUHD avec une résolution de $7\,680 \times 4\,320$ et $3\,840 \times 2\,160$ pixels, diverses fréquences d'image jusqu'à 120 Hz, des structures des échantillons 4:4:4, 4:2:2 et 4:2:0 et des profondeurs binaires de 10 et 12 bits, définis dans les Recommandations UIT-R BT.2020 et UIT-R BT.2100. Elle est divisée en quatre parties. Les Parties 1 et 3 sont basées sur des conteneurs de mots de 10 bits et la Partie 2 est basée sur des conteneurs de mots de 12 bits. Les Parties 1 et 2 utilisent des interfaces optiques à 10 Gbit/s à plusieurs liaisons et la Partie 3 utilise des interfaces électriques et optiques à 6 Gbit/s, à 12 Gbit/s ou à 24 Gbit/s à une seule liaison ou à plusieurs liaisons. La Partie 4 définit le fonctionnement sur une seule fibre à 26,73 Gbit/s et 100 Gbit/s, tandis que le fonctionnement sur deux fibres à 100 Gbit/s est également défini pour les fréquences d'image supérieures à 60 Hz.

Mots clés

Interface série, TVUHD, interface optique, sous-image, temps réel.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que la Recommandation UIT-R BT.2020 définit les signaux de TVUHD en studio avec une résolution de $7\,680 \times 4\,320$ et $3\,840 \times 2\,160$ pixels, diverses fréquences d'image jusqu'à 120 Hz, des structures des échantillons 4:4:4, 4:2:2 et 4:2:0, une gamme de couleurs étendue et des profondeurs binaires de 10 et 12 bits;
- 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 comprend les formats d'image dont les valeurs des paramètres sont les mêmes que celles définies dans la Recommandation UIT-R BT.2020, à l'exception des paramètres suivants:
 - les fonctions de transfert de la méthode de quantification perceptuelle (PQ) et de la méthode hybride log-gamma (HLG);
 - les représentations des signaux de luminance et de chrominance pour une luminance non constante $Y' C'_B C'_R$ et pour une intensité constante I_{CTCP} ;
- c) que toute une gamme d'équipements basés sur ces signaux nécessite des interfaces numériques pour les chaînes de radiodiffusion et les applications industrielles;
- d) que les interfaces numériques pour les signaux de TVUHD en studio devraient prendre en charge tous les formats TVUHD permis dans les Recommandations UIT-R BT.2020 et UIT-R BT.2100;
- e) que les interfaces numériques haute définition (HD-SDI) spécifiées dans la Recommandation UIT-R BT.1120 ont été conçues au départ pour transporter des signaux de TVHD 4:2:2 à 10 bits à une fréquence d'image allant jusqu'à 30 Hz ou une fréquence de trame de 60 Hz;

f) que des interfaces optiques prenant en charge des débits de données allant jusqu'à 100 Gbit/s sur une seule fibre sont disponibles dans la pratique,

recommande

d'utiliser les spécifications décrites dans les Parties 1, 2, 3 ou 4 de la présente Recommandation pour les interfaces numériques série en temps réel pour les signaux de TVUHD spécifiés dans les Recommandations UIT-R BT.2020 et UIT-R BT.2100.

NOTE 1 – Le Tableau 1 récapitule certaines caractéristiques essentielles des interfaces décrites dans les Parties 1, 2, 3 et 4.

Le choix entre plusieurs interfaces possibles pour l'infrastructure souhaitée se fera en fonction de facteurs opérationnels et autres facteurs commerciaux, en particulier du support et de la distance de transmission, comme indiqué dans le Tableau 1.

TABLEAU 1

Caractéristiques essentielles des interfaces décrites dans les Parties 1, 2, 3 et 4

		Partie 1	Partie 2		Partie 3		Partie 4	
Mappage des données	Conteneur	Mot de 10 bits	Mot de 12 bits		Mot de 10 bits		Mot de 10 bits	
	Débit de liaison ⁽¹⁾	10,692 Gbit/s	10,692 Gbit/s		5,94, 11,88 ou 23,76 Gbit/s		26,73 Gbit/s	
	Nombre de liaisons ⁽¹⁾	Jusqu'à 16	Jusqu'à 24		Jusqu'à 8		Jusqu'à 4 pour une seule fibre ou 8 pour deux fibres ⁽²⁾	
Couche physique	Support de transmission	Optique	Optique		Électrique	Optique		
		Monomode	Monomode	Multimode	Câble coaxial	Monomode	Multimode	Monomode
	Nombre de fibres/câble	1 (DWDM) pour 171,072 Gbit/s	1 (DWDM) pour 256,608 Gbit/s	24 (une seule longueur d'onde par fibre)	Jusqu'à 8	1 (CDWDM) pour 190,08 Gbit/s	Jusqu'à 8 (une seule longueur d'onde par fibre)	Jusqu'à 4 pour 26,73 Gbit/s, 1 (DWDM) pour 106,92 Gbit/s, 2 (DWDM) pour 213,84 Gbit/s
	Connecteur	LC/PC simplex/duplex	SC/PC simplex	MPO	BNC	LC/PC simplex/duplex		LC/PC simplex/duplex
	Distance de transmission pour un taux BER < 10 ⁻¹⁴	< 2 km	< 2 km	< 100 m	< 100 m (6G) < 70 m (12G) < 30 m (24G)	< 4 km	< 100 m	< 3 km
Exemples d'application		Entre studios ou connexion OB	Entre studios ou connexion OB	Dans un studio	Dans un studio	Entre studios ou connexion OB	Dans un studio	Entre studios ou connexion OB

CWDM – Multiplexage par répartition espacée en longueur d'onde

DWDM – Multiplexage par répartition dense en longueur d'onde

LC/PC – Connecteur Lucent

SC/PC – Connecteur standard/contact physique

MPO – Connecteur multifibre

⁽¹⁾ Le «débit de liaison» multiplié par le «nombre de liaisons» représente le débit de données de transmission maximal.

⁽²⁾ Les trains à 26,73 Gbit/s sur quatre liaisons peuvent faire l'objet d'un multiplexage par répartition en longueur d'onde sur une interface à 106,92 Gbit/s à une seule fibre. Il est possible d'avoir une seule fibre ou deux fibres pour 106,92 Gbit/s.

NOTE 2 – Dans l'ensemble de la présente Recommandation, 'h' indique un nombre en notation hexadécimale et '(10)' indique un nombre en notation décimale.

NOTE 3 – Les structures des échantillons d'image de télévision ultra-haute définition (TVUHD) source pour l'interface sont définies dans les Recommandations UIT-R BT.2020 et UIT-R BT.2100 et sont listées dans le Tableau 2. La TVUHD a un format d'image (structure des échantillons) de $3\,840 \times 2\,160$ (TVUHD1) ou de $7\,680 \times 4\,320$ (TVUHD2).

NOTE 4 – 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 $IC_T C_P$, sauf indication contraire.

NOTE 5 – Lorsque des données de plage complète sont acheminées par le signal, elles sont écrêtées et ramenées dans la plage étroite des données vidéo.

TABLEAU 2

Structures des échantillons d'image et fréquences d'image des systèmes de TVUHD pris en charge dans la présente Recommandation

Catégorie de système	Nomenclature	Échantillons de luminance ou R' G' B' par ligne	Lignes par image	Fréquence d'image (Hz)
TVUHD1	$3\,840 \times 2\,160/23,98/P$	3 840	2 160	24/1,001
	$3\,840 \times 2\,160/24/P$			24
	$3\,840 \times 2\,160/25/P$			25
	$3\,840 \times 2\,160/29,97/P$			30/1,001
	$3\,840 \times 2\,160/30/P$			30
	$3\,840 \times 2\,160/50/P$			50
	$3\,840 \times 2\,160/59,94/P$			60/1,001
	$3\,840 \times 2\,160/60/P$			60
	$3\,840 \times 2\,160/100/P$			100
	$3\,840 \times 2\,160/119,88/P$			120/1,001
	$3\,840 \times 2\,160/120/P$			120
TVUHD2	$7\,680 \times 4\,320/23,98/P$	7 680	4 320	24/1,001
	$7\,680 \times 4\,320/24/P$			24
	$7\,680 \times 4\,320/25/P$			25
	$7\,680 \times 4\,320/29,97/P$			30/1,001
	$7\,680 \times 4\,320/30/P$			30
	$7\,680 \times 4\,320/50/P$			50
	$7\,680 \times 4\,320/59,94/P$			60/1,001
	$7\,680 \times 4\,320/60/P$			60
	$7\,680 \times 4\,320/100/P$			100
	$7\,680 \times 4\,320/119,88/P$			120/1,001
	$7\,680 \times 4\,320/120/P$			120

PARTIE 1

1 Définition de termes

ANC	Paquets de données auxiliaires
TVUHD	Télévision ultra-haute définition, ayant un format d'image (structure des échantillons) de $3\,840 \times 2\,160$ ou de $7\,680 \times 4\,320$ pixels
TVUHD1	TVUHD ayant un format d'image (structure des échantillons) de $3\,840 \times 2\,160$ pixels
TVUHD2	TVUHD ayant un format d'image (structure des échantillons) de $7\,680 \times 4\,320$ pixels
CRC	Codes de contrôle de redondance cyclique définis dans la Recommandation UIT-R BT.1120
CDR	Récupération des données d'horloge
EAV	Le terme EAV employé dans la Partie 1 de la présente Recommandation désigne 4 octets d'informations temporelles situées à la fin d'une zone vidéo active
Données HANC	Données figurant dans l'intervalle de suppression de ligne numérique entre EAV/LN/CRC et SAV
K28.5	Code spécial de détection de limite de mot pour le codage 8B/10B défini dans la norme ANSI INCITS 230
LN	Données du numéro de ligne définies dans la Recommandation UIT-R BT.1120
Format de conteneur	Matrice de pixels présente à l'interface pour le transport des images (pour la Partie 1 de la présente Recommandation, le conteneur est de $1\,920 \times 1\,080$)
SAV	Informations temporelles situées au début d'une zone vidéo active définies dans la Recommandation UIT-R BT.1120
Train de base	Train parallèle de 10 bits qui a la même structure que le train de données source défini dans la Recommandation UIT-R BT.1120. Ce train de données en mode entrelacé achemine la structure d'image définie dans les données du format source définies dans la Recommandation UIT-R BT.1120
Train de base pair	Canaux CH2, CH4, CH6 et CH8 (liaison B) de trains de base définis dans l'Annexe B à la Partie 1, § B1.4 (mode D)
Train de base impair	Canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) de trains de base définis dans l'Annexe B à la Partie 1, § B1.4 (mode D)
Données de bourrage	Désigne l'un des octets de données D0.0 du codage 8B/10B défini dans la norme ANSI INCITS 230
LC (Connecteur Lucent)	CEI 61754-20 (2012), Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 20: Famille de connecteurs de type LC

2 Aperçu du système de base

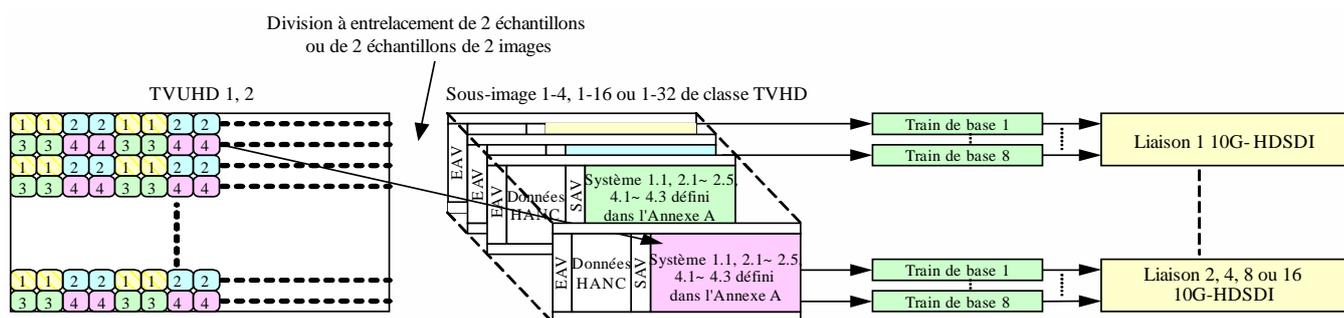
Pour le système TVUHD1, deux images devraient être divisées en 4, 8, 16 ou 32 sous-images au moyen d'une division à entrelacement de 2 échantillons ou de 2 images dans le cas d'une fréquence de 100 Hz ou de 120 Hz, lesquelles devraient être mappées dans une interface 10G-HDSDI à une, deux, quatre, huit ou seize liaisons en mode D, telle qu'elle est définie dans l'Annexe B à la Partie 1, au moyen de trains de base qui sont conformes à l'interface numérique série à 1,5 Gbit/s définie dans la Recommandation UIT-R BT.1120, comme indiqué dans la Fig. 1-1. La commutation transparente de signaux d'interface mappés conformément à la Partie 1 de la présente Recommandation est limitée à une fréquence d'image maximale de 60 Hz. La commutation en bande de base n'est pas limitée.

Lors de l'intégration de données ANC facultatives, le format des paquets de données ANC devrait être conforme à la Recommandation UIT-R BT.1364. Les données audio auxiliaires devraient être telles qu'elles sont définies dans la Recommandation UIT-R BT.1365 et devraient être mappées dans l'ordre suivant:

- (1^{er}) train de base CH1 de la liaison 1 10G-HDSDI, jusqu'à un maximum de 16 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz ou jusqu'à un maximum de huit canaux à une fréquence d'échantillonnage de 96 kHz;
- (2nd) train de base CH1 de la liaison 2 10G-HDSDI, jusqu'à un maximum de 16 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz ou jusqu'à un maximum de huit canaux à une fréquence d'échantillonnage de 96 kHz.

Les différents trains de base acheminant les données source des images de TVUHD devraient être multiplexés et mis en série dans une interface 10G-HDSDI à une ou plusieurs liaisons comme défini aux §§ 3 et 4.

FIGURE 1-1
Aperçu du mappage pour la TVUHD



BT.2077-01-01

3 Mappage dans une interface 10G-HDSDI à une, deux ou quatre liaisons pour le système TVUHD1

3.1 Mappage des données utiles vidéo

Le Tableau 1-1 indique les formats d'image qui devraient être divisés en quatre sous-images au moyen d'une division à entrelacement de 2 échantillons ou au moyen d'une division à entrelacement de 2 échantillons de 2 images, lesquels devraient être mappés dans une interface 10G-HDSDI à une, deux ou quatre liaisons en mode D, telle qu'elle est définie dans l'Annexe B à la Partie 1. Chaque sous-image devrait avoir le format d'image 1 920 × 1 080 défini pour les systèmes 1.1, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 4.1, 4.2 et 4.3 dans l'Annexe A à la Partie 1, Tableaux 1-8, 1-9 et 1-10.

TABLEAU 1-1

**Formats d'image source TVUHD1 pris en charge dans la Partie 1
de la présente Recommandation**

Numéro du système	Nomenclature	Structure d'échantillonnage/ profondeur des pixels	Fréquence d'image (Hz)	Format de sous-image défini dans l'Annexe A à la Partie 1
U1.1	3840 × 2160/24/P 3840 × 2160/25/P 3840 × 2160/30/P	4:2:0 ou 4:2:2 (Y'C _B C _R)/10 bits	24, 25 et 30 mode progressif	Système 1.1
	3840 × 2160/23.98/P 3840 × 2160/29.97/P		24/1,001, 30/1,001 mode progressif	
U1.2	3840 × 2160/24/P 3840 × 2160/25/P 3840 × 2160/30/P	4:4:4 (R'G'B')/10 bits	24, 25 et 30 mode progressif	Système 2.2
	3840 × 2160/23.98/P 3840 × 2160/29.97/P		24/1,001, 30/1,001 mode progressif	
U1.3	3840 × 2160/24/P 3840 × 2160/25/P 3840 × 2160/30/P	4:4:4 (R'G'B')/12 bits	24, 25 et 30 mode progressif	Système 2.3
	3840 × 2160/23.98/P 3840 × 2160/29.97/P		24/1,001, 30/1,001 mode progressif	
U1.4	3840 × 2160/24/P 3840 × 2160/25/P 3840 × 2160/30/P	4:4:4 (Y'C _B C _R)/10 bits	24, 25 et 30 mode progressif	Système 2.4
	3840 × 2160/23.98/P 3840 × 2160/29.97/P		24/1,001, 30/1,001 mode progressif	
U1.5	3840 × 2160/24/P 3840 × 2160/25/P 3840 × 2160/30/P	4:2:0, 4:2:2 ou 4:4:4 (Y'C _B C _R)/12 bits	24, 25 et 30 mode progressif	Système 2.5
	3840 × 2160/23.98/P 3840 × 2160/29.97/P		24/1,001, 30/1,001 mode progressif	
U1.6	3840 × 2160/50/P 3840 × 2160/60/P	4:2:0 ou 4:2:2 (Y'C _B C _R)/10 bits	50 et 60 mode progressif	Système 2.1
	3840 × 2160/59.94/P		60/1,001 mode progressif	
U1.7	3840 × 2160/50/P 3840 × 2160/60/P	4:2:0 ou 4:2:2 (Y'C _B C _R)/12 bits	50 et 60 mode progressif	Système 4.1
	3840 × 2160/59.94/P		60/1,001 mode progressif	
U1.8	3840 × 2160/50/P 3840 × 2160/60/P	4:4:4 (R'G'B' ou Y'C _B C _R)/10 bits	50 et 60 mode progressif	Système 4.2
	3840 × 2160/59.94/P		60/1,001 mode progressif	
U1.9	3840 × 2160/50/P 3840 × 2160/60/P	4:4:4 (R'G'B' ou Y'C _B C _R)/12 bits	50 et 60 mode progressif	Système 4.3
	3840 × 2160/59.94/P		60/1,001 mode progressif	

TABLEAU 1-1 (*fin*)

Numéro du système	Nomenclature	Structure d'échantillonnage/ profondeur des pixels	Fréquence d'image Hz	Format de sous-image défini dans l'Annexe A à la Partie 1
U1.10	3840 × 2160/120/P	4:2:0 ou 4:2:2 (Y'C _B C _R)/10 bits	120/1,001 mode progressif	Système 2.1
U1.10	3840 × 2160/120/P	4:2:0 ou 4:2:2 (Y'C _B C _R)/10 bits	120 mode progressif	Système 2.1
U1.11	3840 × 2160/120/P	4:2:0 ou 4:2:2 (Y'C _B C _R)/12 bits	120/1,001 mode progressif	Système 4.1
U1.11	3840 × 2160/120/P	4:2:0 ou 4:2:2 (Y'C _B C _R)/12 bits	120 mode progressif	Système 4.1
U1.12	3840 × 2160/120/P	4:4:4 (R'G'B' ou Y'C _B C _R)/10 bits	120/1,001 mode progressif	Système 4.2
U1.12	3840 × 2160/120/P	4:4:4 (R'G'B' ou Y'C _B C _R)/10 bits	120 mode progressif	Système 4.2
U1.13	3840 × 2160/120/P	4:4:4 (R'G'B' ou Y'C _B C _R)/12 bits	120/1,001 mode progressif	Système 4.3
U1.13	3840 × 2160/120/P	4:4:4 (R'G'B' ou Y'C _B C _R)/12 bits	120 mode progressif	Système 4.3
U1.14	3840 × 2160/120/P	4:2:0 ou 4:2:2 (Y'C _B C _R)/10 bits	100 mode progressif	Système 2.1
U1.15	3840 × 2160/120/P	4:2:0 ou 4:2:2 (Y'C _B C _R)/12 bits	100 mode progressif	Système 4.1
U1.16	3840 × 2160/120/P	4:4:4 (R'G'B' ou Y'C _B C _R)/10 bits	100 mode progressif	Système 4.2
U1.17	3840 × 2160/120/P	4:4:4 (R'G'B' ou Y'C _B C _R)/12 bits	100 mode progressif	Système 4.3

Les images des systèmes U1.1 à U1.9 devraient être divisées et mappées dans la zone active des sous-images un à quatre au moyen d'une division à entrelacement de 2 échantillons comme défini dans la Fig. 1-A4 de l'Annexe A à la Partie 1. Les sous-images des systèmes U1.1 à U1.9 sont considérées comme étant des sous-images des systèmes 1.1, 2.2 à 2.5, 2.1 ou 4.1 à 4.3 comme indiqué dans le Tableau 1-1 et la structure de leurs échantillons numériques devrait être telle qu'elle est définie dans la Recommandation UIT-R BT.2020.

Les composantes 0 des données d'image du système 4:2:0 (échantillons pairs sur les lignes impaires des composantes C_BC_R non attribuées) devraient se voir attribuer la valeur 200_h (512₍₁₀₎) dans le cas d'un système à 10 bits et la valeur 800_h (2 048₍₁₀₎) dans le cas d'un système à 12 bits.

Le Tableau 1-A5 de l'Annexe A à la Partie 1 indique la relation entre le numéro de pixel horizontalement/verticalement de l'image d'origine 3 840 × 2 160 et le numéro d'échantillon/ligne des sous-images 1 920 × 1 080 un, deux, trois et quatre mappées résultant de la division à entrelacement de 2 échantillons.

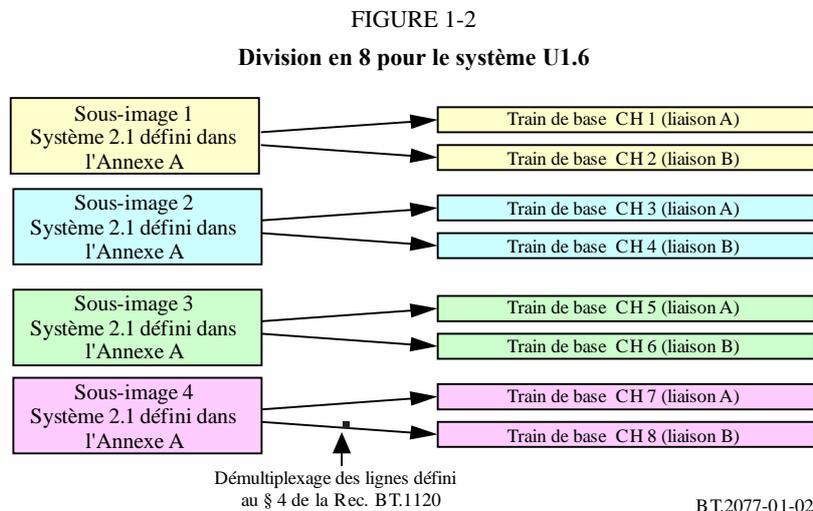
3.2 Interface 10G-HSDSDI à une liaison pour les systèmes U1.1 à U1.5

Dans le cas des images des systèmes U1.1 à U1.5 ($3\ 840 \times 2\ 160/23,98/P$, $24/P$, $25/P$, $29,97/P$ et $30/P$), chaque sous-image un à quatre créée au moyen de la division à entrelacement de 2 échantillons devrait être mappée dans un train de base à 1,5 Gbit/s à une ou deux liaisons. Les quatre trains de base à une ou deux liaisons issus des quatre sous-images devraient être mappés dans une interface 10G-HSDSDI à une liaison comme spécifié au § B1.4 de l'Annexe B à la Partie 1.

3.3 Interface 10G-HSDSDI à deux liaisons pour les systèmes U1.6 à U1.9

Dans le cas des images des systèmes U1.6 à U1.9 ($3\ 840 \times 2\ 160/50/P$, 59 , $94/P$ and $60/P$), chaque sous-image créée au moyen de la division à entrelacement de 2 échantillons devrait être mappée dans un train de base à deux ou quatre liaisons dont la structure est identique à celle des trains de base à 1,5 Gbit/s à deux ou quatre liaisons définis aux §§ A1.2 et A1.3 de l'Annexe A à la Partie 1.

Les sous-images 1 à 4 générées pour le système U1.6 correspondent au système 2.1 tel qu'il est défini dans l'Annexe A à la Partie 1 et devraient être divisées en huit trains de base comme indiqué dans la Fig. 1-2.



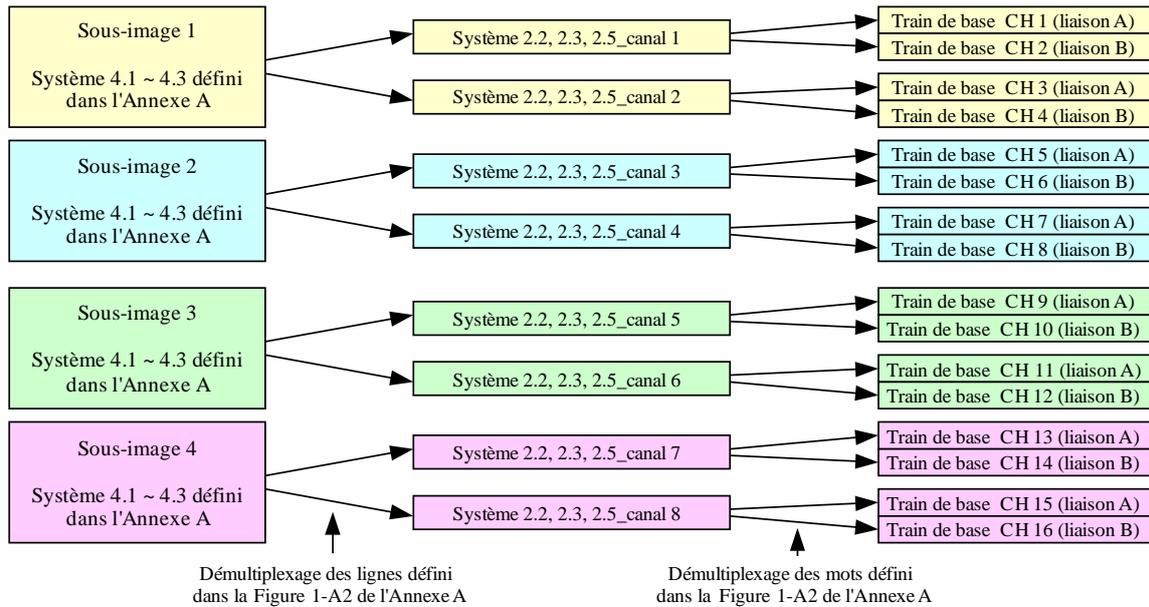
Voir également les détails de la Fig. 1-23 pour de plus amples informations.

Les huit trains de base d'une interface virtuelle pour le système U1.6 devraient être mappés dans une interface 10G-HSDSDI à deux liaisons. Les trains de base CH1, CH2, CH3 et CH4 devraient être mappés dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) de la liaison 1 10G-HSDSDI et les trains de base CH5, CH6, CH7 et CH8 devraient être mappés dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) de la liaison 2 10G-HSDSDI, à savoir:

- les trains de base CH1, CH2, CH3 et CH4 devraient être mappés dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) de la liaison 1 10G-HSDSDI;
- les trains de base CH5, CH6, CH7 et CH8 devraient être mappés dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) de la liaison 2 10G-HSDSDI.

Dans le cas des images des systèmes U1.7, U1.8 et U1.9, les sous-images un à quatre devraient être divisées en 16 trains de base comme indiqué dans la Fig. 1-3.

FIGURE 1-3
Division en 16 pour les systèmes U1.7, U1.8 et U1.9



BT.2077-01-03

Voir également les détails de la Fig. 1-23 pour de plus amples informations.

L'interface 10G-HDSDI en mode D définie dans l'Annexe B à la Partie 1 peut transmettre jusqu'à quatre paires de signaux du système 2.2, 2.3, 2.4 ou 2.5 à 1,5 Gbit/s à deux liaisons ou jusqu'à deux paires de signaux du système 4.1, 4.2 ou 4.3 à 1,5 Gbit/s à quatre liaisons tels qu'ils sont définis dans l'Annexe B à la Partie 1. En résumé, les images TVUHD1 des systèmes U1.6, U1.7, U1.8 et U1.9 devraient être transmises via une interface 10G-HDSDI à deux liaisons en mode D.

Les seize trains de base d'une interface virtuelle pour les systèmes U1.7, U1.8 et U1.9 devraient être mappés dans une interface 10G-HDSDI à deux liaisons. Les groupes de trains de base CH(8k-7), CH(8k-6), CH(8k-5), CH(8k-4), CH(8k-3), CH(8k-2), CH(8k-1) et CH(8k), où k est égal à un ou deux, devraient être mappés dans les canaux CH1, CH2, CH3, CH4, CH5, CH6, CH7 et CH8 de la liaison (k) 10G-HDSDI, à savoir:

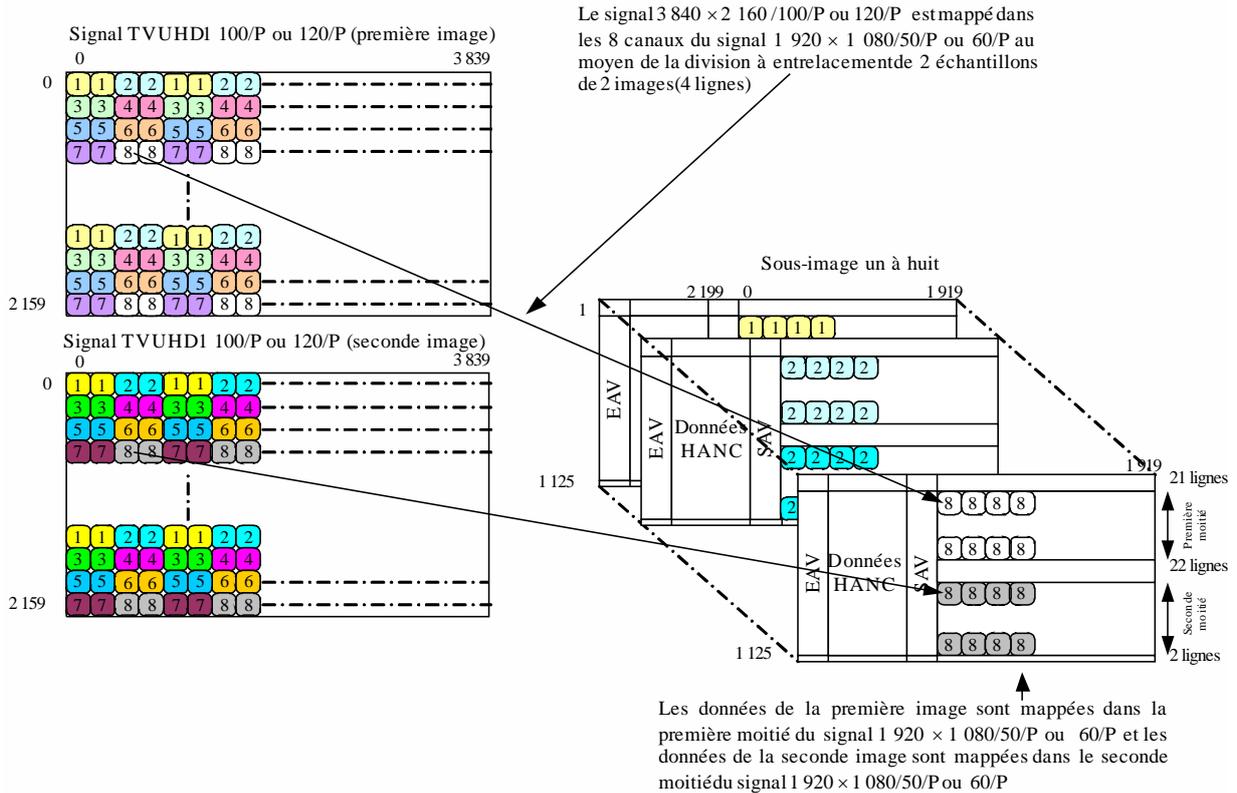
- les trains de base CH1 à CH8 devraient être mappés dans les canaux CH1 à CH8 de la liaison 1 10G-HDSDI;
- les trains de base CH9 à CH16 devraient être mappés dans les canaux CH1 à CH8 de la liaison 2 10G-HDSDI.

3.4 Interface 10G-HDSDI à quatre liaisons pour les systèmes U1.10 à U1.17

Dans le cas des images des systèmes U1.10 à U1.17 ($3\ 840 \times 2\ 160/100/P$ ou $120/P$), huit sous-images devraient être créées en prenant quatre lignes à la fois, au moyen de la division à entrelacement de 2 échantillons de 2 images comme indiqué dans la Fig. 1-4. Chaque sous-image devrait être mappée dans un train de base à deux ou quatre liaisons dont la structure est identique à celle des trains de base à 1,5 Gbit/s à deux ou quatre liaisons définis aux § A1.2 et A1.3 de l'Annexe A à la Partie 1.

FIGURE 1-4

Entrelacement de 2 échantillons de 2 images pour le mappage du signal 3 840 × 2 160/100/P ou 120/P dans les 8 canaux du signal 1 920 × 1 080/50/P ou 60/P



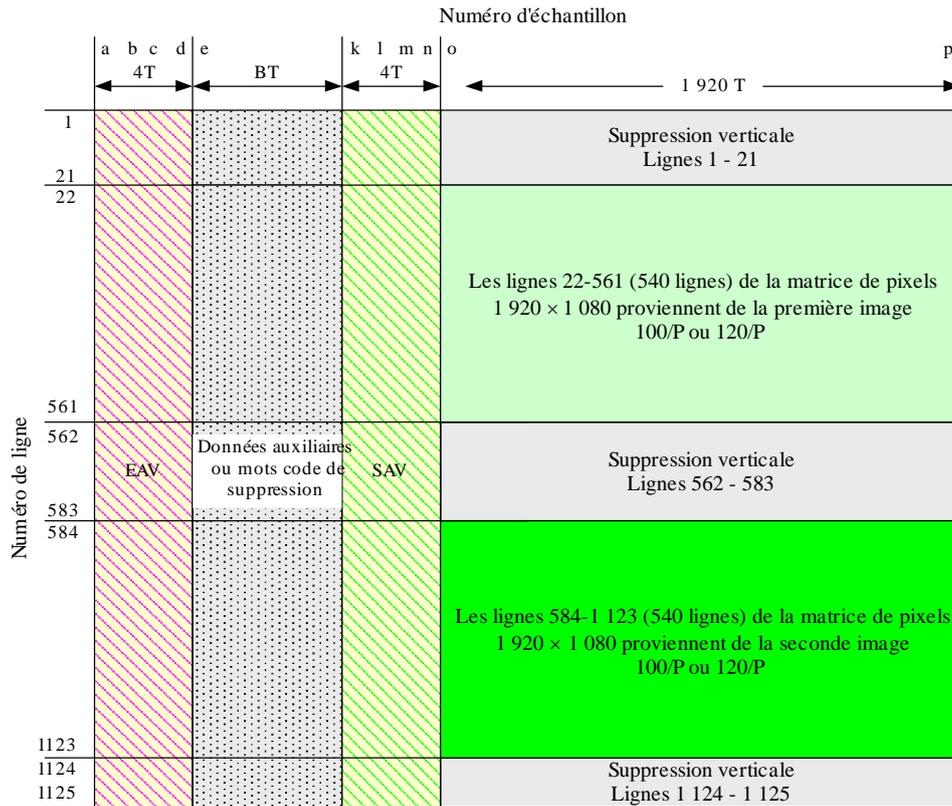
BT.2077-0 1-04

La division à entrelacement de 2 échantillons de 2 images devrait être appliquée aux images 3 840 × 2 160/100/P ou 120/P listées dans le Tableau 1-1 (U1.10 à U1.16) et devrait mapper deux images consécutives, à savoir la première image et la seconde image, dans la zone de suppression verticale et la zone active des 8 canaux du signal 1 920 × 1 080/50/P ou 60P, en prenant quatre lignes à la fois. Les lignes $4N$, $4N + 1$, $4N + 2$ et $4N + 3$ ($N = 0, 1, 2, 3 \dots 539$) de la première et de la seconde image devraient être mappées respectivement dans les sous-images 1 et 2, les sous-images 3 et 4, les sous-images 5 et 6 et les sous-images 7 et 8, en prenant deux échantillons horizontaux consécutifs à la fois. La première image devrait être mappée dans les lignes 22 à 561 et la seconde image devrait être mappée dans les lignes 584 à 1 123. Une zone de suppression verticale allant des lignes 1 à 21 devrait être insérée avant la première image et une zone de suppression verticale allant des lignes 562 à 583 devrait être insérée entre la première et la seconde image. Deux lignes 1 124 et 1 125 devraient être ajoutées après la seconde image. Cette division aboutit aux sous-images équivalentes 1 à 8.

La Figure 1-5 illustre la structure d'image 1 920 × 1 080/50/P ou 60/P dans laquelle les zones de suppression verticales et la zone des données mappées à partir de la première et de la seconde image du signal 3 840 × 2 160/100/P ou 120/P sont représentées à l'aide de codes de couleur. Le Tableau 1-2 définit la relation entre les numéros d'échantillon/de ligne de la première et de la seconde image du signal 3 840 × 2 160/100/P ou 120/P d'origine et les numéros d'échantillon/de ligne des sous-images 1 à 8 du signal 1 920 × 1 080/50/P ou 60/P mappé résultant de l'entrelacement de 2 échantillons de 2 images.

FIGURE 1-5

Structure de mappage d'image et séquences de référence temporelle numérique des images 1 920 × 1 080/50/P ou 60/P



Système	a	b	c	d	e	k	l	m	n	o	p	BT
UI.10-UI.13	1920	1921	1922	1923	1924	2196	2197	2198	2199	0	1919	272T
UI.14-UI.17	1920	1921	1922	1923	1924	2636	2637	2638	2639	0	1919	712T

BT.2077-0-05

NOTE 1 – L'axe horizontal n'est pas à l'échelle.

NOTE 2 – Une ligne de vidéo numérique va du premier mot EAV au dernier mot des données vidéo.

NOTE 3 – Le nombre d'échantillons de données vidéo (de «o» à «p») est de 1920, autrement dit, la lettre «o» correspond au numéro d'échantillon 0 et la lettre «p» au numéro d'échantillon 1919.

NOTE 4 – T est la période d'horloge de référence.

TABLEAU 1-2

Relation entre les numéros d'échantillon/de ligne de la première et de la seconde image du signal d'origine et les numéros d'échantillon/de ligne des sous-images mappées résultant de la division à entrelacement de 2 échantillons de 2 images

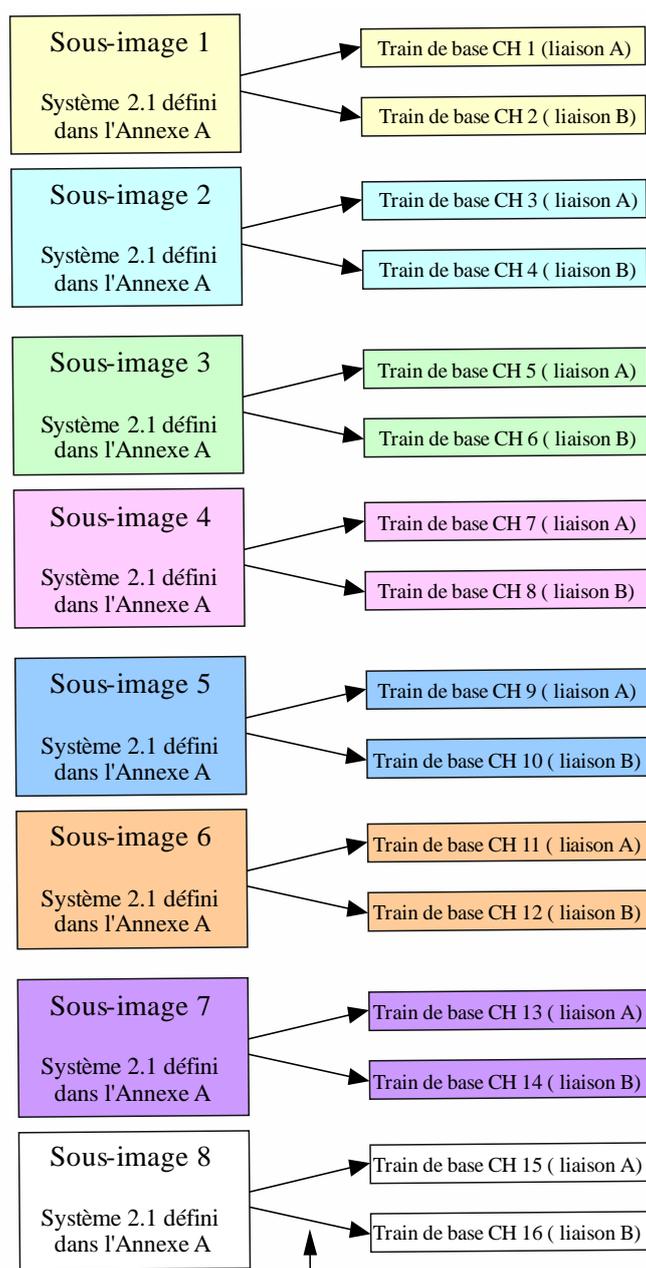
Sous-image	Numéros d'échantillon du signal $3\ 840 \times 2\ 160/100/P$ ou $120/P$ d'origine Numéros de ligne du signal $3\ 840 \times 2\ 160/100/P$ ou $120/P$ d'origine	Numéros d'échantillon du signal $1\ 920 \times 1\ 080/50/P$ ou $60/P$ mappé Numéros de ligne du signal $1\ 920 \times 1\ 080/50/P$ ou $60/P$ mappé
1	Échantillons $4M, 4M + 1$, ligne $4N$	Échantillons $2M, 2M + 1$, ligne $22 + N$ (provenant de la première image) Échantillons $2M, 2M + 1$, ligne $584 + N$ (provenant de la seconde image)
2	Échantillons $4M + 2, 4M + 3$, ligne $4N$	
3	Échantillons $4M, 4M + 1$, ligne $4N + 1$	
4	Échantillons $4M + 2, 4M + 3$, ligne $4N + 1$	
5	Échantillons $4M, 4M + 1$, ligne $4N + 2$	
6	Échantillons $4M + 2, 4M + 3$, ligne $4N + 2$	
7	Échantillons $4M, 4M + 1$, ligne $4N + 3$	
8	Échantillons $4M + 2, 4M + 3$, ligne $4N + 3$	

NOTE – $M = 0, 1, 2, 3 \dots 959$, $N = 0, 1, 2, 3 \dots 539$

Les sous-images 1 à 8 générées pour les systèmes U1.10 et U1.14 correspondent au système 2.1 tel qu'il est défini dans l'Annexe A à la Partie 1 et devraient être divisées en 16 trains de base comme indiqué dans la Fig. 1-6.

FIGURE 1-6

Division en 16 pour le système U1.6



Démultiplexage des lignes défini
au § 4 de la Rec. BT.1120

BT.2077-01-06

Voir également les détails de la Fig. 1-23 pour de plus amples informations.

Les seize trains de base d'une interface virtuelle pour les systèmes U1.10 et U 1.14 devaient être mappés dans une interface 10G-HSDSI à quatre liaisons comme suit:

- les trains de base CH1, CH2, CH3 et CH4 devraient être mappés dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) de la liaison 1 10G-HSDSI;
- les trains de base CH5, CH6, CH7 et CH8 devraient être mappés dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) de la liaison 2 10G-HSDSI;
- les trains de base CH9, CH10, CH11 et CH12 devraient être mappés dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) de la liaison 3 10G-HSDSI;

- les trains de base CH13, CH14, CH15 et CH16 devraient être mappés dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) de la liaison 4 10G-HSDSI.

Dans le cas des images des systèmes U1.11, U1.12, U1.13, U1.15, U1.16 et U1.17, les sous-images 1 à 8 devraient être divisées en 32 trains de base comme indiqué dans la Fig. 1-7.

FIGURE 1-7
Division en 32 pour les systèmes U1.11, U1.12 et U1.13



BT.2077-01-07

Voir également les détails de la Fig. 1-23 pour de plus amples informations.

L'interface 10G-HDSI en mode D définie dans l'Annexe B à la Partie 1 peut transmettre jusqu'à quatre paires de signaux du système 2.2, 2.3, 2.4 ou 2.5 à 1,5 Gbit/s à deux liaisons ou jusqu'à deux paires de signaux du système 4.1, 4.2 ou 4.3 à 1,5 Gbit/s à quatre liaisons tels qu'ils sont définis dans l'Annexe B à la Partie 1. En résumé, les images TVUHD1 des systèmes U1.10 à U1.17 devraient être transmises via une interface 10G-HDSI à quatre liaisons en mode D telle qu'elle est définie dans l'Annexe B à la Partie 1.

Les trente-deux trains de base d'une interface virtuelle pour les systèmes U1.11, U1.12, U1.13, U1.15, U1.16 et U1.17 devraient être mappés dans une interface 10G-HDSI à quatre liaisons. Les groupes de trains de base CH(8k-7), CH(8k-6), CH(8k-5), CH(8k-4), CH(8k-3), CH(8k-2), CH(8k-1) et CH(8k), où k est compris entre 1 et 4, devraient être mappés dans les canaux CH1, CH2, CH3, CH4, CH5, CH6, CH7 et CH8 de la liaison (k) 10G-HDSI, à savoir:

- les trains de base CH1 à CH8 devraient être mappés dans les canaux CH1 à CH8 de la liaison 1 10G-HDSI;
- les trains de base CH9 à CH16 devraient être mappés dans les canaux CH1 à CH8 de la liaison 2 10G-HDSI;
- les trains de base CH17 à CH24 devraient être mappés dans les canaux CH1 à CH8 de la liaison 3 10G-HDSI;
- les trains de base CH25 à CH32 devraient être mappés dans les canaux CH1 à CH8 de la liaison 4 10G-HDSI.

3.5 Caractéristiques de l'interface optique

Les caractéristiques de l'interface optique pour l'interface 10G-HDSI à une, deux ou quatre liaisons devraient être conformes à l'Annexe C à la Partie 1.

Pour transporter le signal de l'interface 10G-HDSI à deux liaisons sur une seule fibre monomode, on peut utiliser la technologie WDM ou DWDM. Les longueurs d'onde nominales de 1 310 nm et 1 550 nm devraient être attribuées aux liaisons 1 et 2 pour le transport WDM conformément à l'Annexe C à la Partie 1. En cas d'utilisation de la technologie DWDM, des longueurs d'onde centrales nominales d'environ 1 557,36 nm et 1 556,55 nm devraient être attribuées aux liaisons 1 et 2 comme indiqué dans le Tableau 1-3. Des longueurs d'onde centrales nominales d'environ 1 557,36 nm, 1 556,55 nm, 1 555,75 nm et 1 554,94 nm devraient être attribuées aux liaisons 1 à 4 pour les interfaces DWDM à 4 canaux.

TABLEAU 1-3

Longueurs centrales nominales aux interfaces DWDM à 2 et 4 canaux pour le système TVUHD1

Liaison n°	Longueurs d'onde centrales nominales approchées pour l'interface DWDM à 2 canaux	Longueurs d'onde centrales nominales approchées pour l'interface DWDM à 4 canaux
1	1 557,36 nm	1 557,36 nm
2	1 556,55 nm	1 556,55 nm
3		1 555,75 nm
4		1 554,94 nm

3.6 Mappage des données ANC/audio

3.6.1 Mappage des données ANC

Si des données auxiliaires sont présentes, elles devraient être mappées dans la zone de suppression du train de base CH1 de l'interface 10G-HDSDI. Le format des données devrait être conforme à la Recommandation UIT-R BT.1364.

Dans le cas d'une interface 10G-HDSDI à deux ou quatre liaisons, les données ANC devraient être mappées dans le train de base CH1 de la liaison 1 10G-HDSDI en premier lieu, et les éventuelles données restantes devraient être mappées dans le canal CH1 des liaisons 2 à 4 10G-HDSDI, en respectant l'ordre suivant: liaison 1, liaison 2, liaison 3 et liaison 4.

3.6.2 Mappage des données audio

Lorsque des données audio sont présentes, elles devraient être mappées dans le train de données C'_B/C'_R de l'espace de données ANC horizontal du train de base CH1 de la liaison 10G-HDSDI conformément à la Recommandation UIT-R BT.1365 et devraient être transmises par groupes de quatre à 16 canaux au maximum à une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz ou par groupes de quatre à huit canaux au maximum à une fréquence d'échantillonnage de 96 kHz.

Dans le cas d'une interface 10G-HDSDI à deux ou quatre liaisons, le train de base CH1 de la liaison 1 10G-HDSDI devrait être utilisé en premier lieu pour la transmission de données audio par groupes de quatre à 16 canaux au maximum à une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz ou par groupes de quatre à huit canaux au maximum à une fréquence d'échantillonnage de 96 kHz conformément à la Recommandation UIT-R BT.1365. Si plus de 16 canaux audio (8 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 96 kHz) sont nécessaires, il convient d'utiliser le train de base CH1 des liaisons 2 à 4 10G-HDSDI, en respectant l'ordre suivant: liaison 1, liaison 2, liaison 3 et liaison 4, conformément à la Recommandation UIT-R BT.1365.

Le nombre maximal de canaux acheminés par une interface 10G-HDSDI à deux ou quatre liaisons en mode D est respectivement de 32 et 64 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz et de 16 et 32 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 96 kHz.

NOTE – Le mode D tel qu'il est défini dans l'Annexe B à la Partie 1 permet d'acheminer les données HANC figurant dans les trains de base CH1, 3, 5, 7 à des fréquences d'image comprises entre 23,98 Hz et 25 Hz. Dans la Partie 1 de la présente Recommandation, les données audio sont mappées uniquement dans l'espace de données HANC du train de base CH1, quelle que soit la fréquence d'image.

Les paquets de commande audio devraient être mappés dans le train de données «Y» de l'espace de données ANC horizontal du train de base CH1 de la liaison 1 ainsi que des liaisons 2 à 4 (si nécessaire) 10G-HDSDI, et ce conformément à la Recommandation UIT-R BT.1364.

3.6.3 Mappage de l'identifiant des données utiles

L'identifiant des données utiles devrait être mappé dans la zone de suppression de chaque train de base de l'interface 10G-HDSDI. Le Tableau 1-4 définit l'identifiant des données utiles vidéo pour le système TVUHD1.

L'identifiant des données utiles devrait être conforme au format défini dans la Recommandation UIT-R BT.1614. La valeur $A1_n$ de l'octet 1 est obligatoire et identifie le format des données utiles vidéo comme correspondant au système TVUHD1. Les valeurs des 3 octets restants spécifient les autres caractéristiques des données utiles vidéo pour le système TVUHD1 tel qu'il est défini dans la Partie 1 de la présente Recommandation.

L'emplacement de cet identifiant des données utiles devrait être conforme à l'Annexe B à la Partie 1.

TABLEAU 1-4

Définition de l'identifiant des données utiles vidéo pour le système TVUHD1 à une interface numérique série à 10 Gbit/s (valeur nominale) à une, deux ou quatre liaisons

Bits	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 7	1	Transport en mode entrelacé (0) ou progressif (1)	Réservé (0)	Attribution des canaux pour huit liaisons CH1 (0 _h), CH2 (1 _h), CH3 (2 _h), CH4 (3 _h), CH5 (4 _h), CH (5 _h), CH7 (6 _h) ou CH8 (7 _h)
Bit 6	0	Image en mode progressif (1)	Réservé (0)	
Bit 5	1	Caractéristiques de transfert TV-SDR (0 _h), HLG (1 _h), PQ (2 _h), non spécifiées (3 _h)	Attribution de liaison 10G pour une, deux ou quatre liaisons CH1 (0 _h), CH2(1 _h), CH3(2 _h) ou CH4(3 _h)	Codage des couleurs Rec. UIT-R BT.709 ¹ = (0) ou Rec. UIT-R BT.2020 = (1)
Bit 4	0		Structure d'échantillonnage 4:2:2 (Y'C'B'C'R ou IC _T C _P) = (0 _h), 4:4:4 (Y'C'B'C'R ou IC _T C _P) = (1 _h), 4:4:4 (G'B'R') = (2 _h), 4:2:0 (Y'C'B'C'R' ou IC _T C _P) = (3 _h), les autres valeurs sont réservées	
Bit 3	0			Fréquence d'image 0 _h = non définie, 1 _h = réservé, 2 _h = 24/1,001 3 _h = 24, 5 _h = 25, 6 _h = 30/1,001, 7 _h = 30, 9 _h = 50, A _h = 60/1,001, B _h = 60, D _h = 100, E _h = 120/1,001, F _h = 120, les autres valeurs sont réservées.
Bit 2	0			Profondeur binaire 10 bits sur plage complète (0 _h), 10 bits sur plage étroite (1 _h), 12 bits sur plage étroite (2 _h), 12 bits sur plage complète (3 _h)
Bit 1	0			
Bit 0	1			

Lors de l'identification des données utiles vidéo TVUHD1 mappées sur une interface numérique série à 10 Gbit/s à une, deux ou quatre liaisons, il convient d'appliquer les valeurs suivantes de l'identifiant des données utiles:

- le bit du drapeau de transport en mode entrelacé/progressif devrait être mis à (0) ou (1) en fonction du transport à l'interface numérique;
- le bit du drapeau d'image en mode entrelacé/progressif devrait être mis à (1);
- pour définir les caractéristiques de transfert, il convient d'utiliser les valeurs suivantes des bits b5 et b4 de l'octet 2:
 - (0_h) pour la télévision SDR (TV-SDR);
 - (1_h) pour la méthode HLG;
 - (2_h) pour la méthode PQ;
 - (3_h) pour des caractéristiques non spécifiées;
- le drapeau de codage des couleurs dans le bit 4 de l'octet 4 devrait être mis à (1) pour désigner la colorimétrie selon la Recommandation UIT-R BT.2020;

¹ La colorimétrie selon la Recommandation UIT-R BT.709 n'est pas autorisée dans la présente Recommandation.

- le drapeau de signal de luminance et de chrominance devrait être mis à (0) pour une luminance non constante $Y'C'_B C'_R$ et à (1) pour une luminance constante SDR $Y'C'_B C'_R$ ou HDR IC_{TCp} ;
- la fréquence d'image devrait être réglée sur la valeur correspondant aux données utiles TVUHD1;
- la structure d'échantillonnage devrait être réglée sur la valeur correspondant aux données utiles acheminées;
- l'ordre d'attribution des canaux de train de base et des liaisons 10G pour les identifiants des données utiles devrait correspondre à l'ordre numérique des numéros de canal d'entrée HDSDI à 10 Gbit/s et de liaison tels qu'ils sont définis aux §§ 3.2 et 3.3.

Le numéro de canal 10G dans les bits b4 et b5 de l'octet 3 devrait être réglé sur la valeur (0_h) dans le cas d'une seule liaison ou de la première liaison et à (1_h) pour la seconde liaison dans le cas de deux liaisons, et (0_h) pour la première liaison, (1_h) pour la deuxième liaison, (2_h) pour la troisième liaison et (3_h) pour la quatrième liaison dans le cas de quatre liaisons.

Le numéro de canal de train de base dans les bits b5, b6 et b7 de l'octet 4 devrait être réglé sur les valeurs suivantes:

- (0_h) pour la première liaison;
- (1_h) pour la deuxième liaison;
- (2_h) pour la troisième liaison;
- (3_h) pour la quatrième liaison;
- (4_h) pour la cinquième liaison;
- (5_h) pour la sixième liaison;
- (6_h) pour la septième liaison;
- (7_h) pour la huitième liaison.

Pour définir la profondeur binaire de la quantification des échantillons, il convient d'utiliser les valeurs suivantes des bits b0 et b1 de l'octet 4:

- (0_h) pour une quantification utilisant 10 bits par échantillon avec codage de plage complète;
- (1_h) pour une quantification utilisant 10 bits par échantillon avec codage de plage étroite;
- (2_h) pour une quantification utilisant 12 bits par échantillon avec codage de plage étroite;
- (3_h) pour une quantification utilisant 12 bits par échantillon avec codage de plage complète.

4 Mappage dans une interface 10G-HDSDI à quatre, huit ou seize liaisons pour le système TVUHD2

4.1 Mappage des données utiles vidéo

Le Tableau 1-5 indique les formats d'image TVUHD2 qui devraient être divisés en quatre images TVUHD1 et qui devraient ensuite être divisées en 16 ou 32 sous-images définies dans l'Annexe A à la Partie 1 comme correspondant aux systèmes 1.1, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 4.1, 4.2 et 4.3, au moyen d'une division à entrelacement de 2 échantillons ou au moyen d'une division à entrelacement de 2 échantillons de 2 images. Par conséquent, cette division d'une image TVUHD2 produit 16 ou 32 sous-images dont le format d'image est 1 920 × 1 080 et qui devraient être mappées dans une interface 10G-HDSDI à quatre, huit ou seize liaisons en mode D, telle qu'elle est définie dans l'Annexe B à la Partie 1.

La Figure 1-8 illustre la division d'une image TVUHD2 en quatre images TVUHD1 au moyen d'une division à entrelacement de 2 échantillons. Les lignes paires des images des systèmes U2.1 à U2.9 devraient être divisées en sous-images 1 et 2 TVUHD1, en prenant deux échantillons horizontaux consécutifs à la fois, et les lignes impaires devraient être divisées en sous-images 3 et 4 TVUHD1, en prenant deux échantillons horizontaux consécutifs à la fois.

Les composantes 0 des données d'image du système 4:2:0 (échantillons pairs sur les lignes impaires des composantes C_BC_R non attribuées) devraient se voir attribuer la valeur 200_h (512₍₁₀₎) dans le cas d'un système à 10 bits et la valeur 800_h (2 048₍₁₀₎) dans le cas d'un système à 12 bits.

TABLEAU 1-5
Formats d'image source TVUHD2 pris en charge dans la Partie 1
de la présente Recommandation

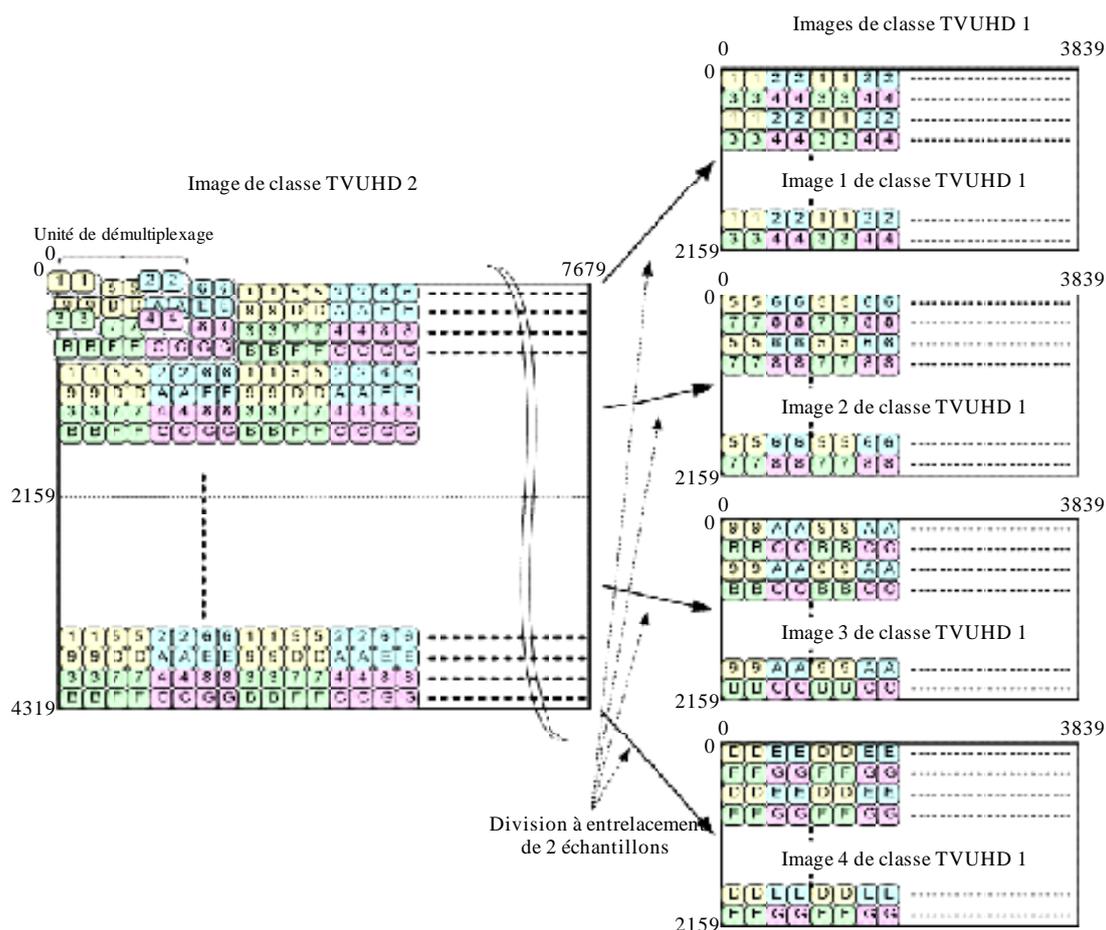
Numéro du système	Nomenclature	Structure d'échantillonnage/ profondeur des pixels	Fréquence d'image Hz	Format de sous-image dans l'Annexe A à la Partie 1
U2.1	7680 × 4320/24/P 7680 × 4320/25/P 7680 × 4320/30/P	4:2:0 ou 4:2:2 (Y'C _B C _R)/10 bits	24, 25 et 30 mode progressif	Système 1.1
	7680 × 4320/23,98/P 7680 × 4320/29,97/P		24/1,001, 30/1,001 mode progressif	
U2.2	7680 × 4320/24/P 7680 × 4320/25/P 7680 × 4320/30/P	4:4:4 (R'G'B')/10 bits	24, 25 et 30 mode progressif	Système 2.2
	7680 × 4320/23,98/P 7680 × 4320/29,97/P		24/1,001, 30/1,001 mode progressif	
U2.3	7680 × 4320/24/P 7680 × 4320/25/P 7680 × 4320/30/P	4:4:4 (R'G'B')/12 bits	24, 25 et 30 mode progressif	Système 2.3
	7680 × 4320/23,98/P 7680 × 4320/29,97/P		24/1,001, 30/1,001 mode progressif	
U2.4	7680 × 4320/24/P 7680 × 4320/25/P 7680 × 4320/30/P	4:4:4 (Y'C _B C _R)/10 bits	24, 25 et 30 mode progressif	Système 2.4
	7680 × 4320/23,98/P 7680 × 4320/29,97/P		24/1,001, 30/1,001 mode progressif	
U2.5	7680 × 4320/24/P 7680 × 4320/25/P 7680 × 4320/30/P	4:2:0, 4:2:2 ou 4:4:4 (Y'C _B C _R)/12 bits	24, 25 et 30 mode progressif	Système 2.5
	7680 × 4320/23,98/P 7680 × 4320/29,97/P		24/1,001, 30/1,001 mode progressif	
U2.6	7680 × 4320/50/P 7680 × 4320/60/P	4:2:0 ou 4:2:2 (Y'C _B C _R)/10 bits	50 et 60 mode progressif	Système 2.1
	7680 × 4320/59,94/P		60/1,001 mode progressif	

TABLEAU 1-5 (*fin*)

Numéro du système	Nomenclature	Structure d'échantillonnage/ profondeur des pixels	Fréquence d'image Hz	Format de sous-image dans l'Annexe A à la Partie 1
U2.7	7680 × 4320/50/P 7680 × 4320/60/P	4:2:0 ou 4:2:2 (Y'C _B C _R)/12 bits	50 et 60 mode progressif	Système 4.1
	7680 × 4320/59,94/P		60/1,001 mode progressif	
U2.8	7680 × 4320/50/P 7680 × 4320/60/P	4:4:4 (R'G'B' ou Y'C _B C _R)/10 bits	50 et 60 mode progressif	Système 4.2
	7680 × 4320/59,94/P		60/1,001 mode progressif	
U2.9	7680 × 4320/50/P 7680 × 4320/60/P	4:4:4 (R'G'B' ou Y'C _B C _R)/12 bits	50 et 60 mode progressif	Système 4.3
	7680 × 4320/59,94/P		60/1,001 mode progressif	
U2.10	7680 × 4320/19,88/P	4:2:0 ou 4:2:2 (Y'C _B C _R)/10 bits	120/1,001 mode progressif	Système 2.1
U2.10	7680 × 4320/120/P	4:2:0 ou 4:2:2 (Y'C _B C _R)/10 bits	120 mode progressif	Système 2.1
U2.11	7680 × 4320/19,88/P	4:2:0 ou 4:2:2 (Y'C _B C _R)/12 bits	120/1,001 mode progressif	Système 4.1
U2.11	7680 × 4320/120/P	4:2:0 ou 4:2:2 (Y'C _B C _R)/12 bits	120 mode progressif	Système 4.1
U2.12	7680 × 4320/19,88/P	4:4:4 (R'G'B' ou Y'C _B C _R)/10 bits	120/1,001 mode progressif	Système 4.2
U2.12	7680 × 4320/120/P	4:4:4 (R'G'B' ou Y'C _B C _R)/10 bits	120 mode progressif	Système 4.2
U2.13	7680 × 4320/19,88/P	4:4:4 (R'G'B' ou Y'C _B C _R)/12 bits	120/1,001 mode progressif	Système 4.3
U2.13	7680 × 4320/120/P	4:4:4 (R'G'B' ou Y'C _B C _R)/12 bits	120 mode progressif	Système 4.3
U2.14	7680 × 4320/100/P	4:2:0 ou 4:2:2 (Y'C _B C _R)/10 bits	100 mode progressif	Système 2.1
U2.15	7680 × 4320/100/P	4:2:0 ou 4:2:2 (Y'C _B C _R)/12 bits	100 mode progressif	Système 4.1
U2.16	7680 × 4320/100/P	4:4:4 (R'G'B' ou Y'C _B C _R)/10 bits	100 mode progressif	Système 4.2
U2.17	7680 × 4320/100/P	4:4:4 (R'G'B' ou Y'C _B C _R)/12 bits	100 mode progressif	Système 4.3

FIGURE 1-8

Division à entrelacement de 2 échantillons d'une image TVUHD2 en images TVUHD1



BT.2077-01-08

4.2 Interface 10G-HDSDI à quatre liaisons pour les systèmes U2.1 à U2.5

Les quatre sous-images TVUHD1 générées pour le système U2.1 devraient être mappées dans une interface 10G-HDSDI à quatre liaisons. La sous-image k TVUHD1 correspond au système 8.2 défini au § A1.4 de l'Annexe A à la Partie 1 et devrait être mappée dans les canaux CH1, CH3, CH5, CH7 (liaison A) de la liaison k 10G-HDSDI, à savoir:

- l'image 1 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) de la liaison 1 10G-HDSDI;
- l'image 2 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) de la liaison 2 10G-HDSDI;
- l'image 3 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) de la liaison 3 10G-HDSDI;
- l'image 4 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) de la liaison 4 10G-HDSDI.

Les quatre sous-images TVUHD1 générées pour les systèmes U2.2 à U2.5 devraient être mappées dans une interface 10G-HDSDI à quatre liaisons. La sous-image k TVUHD1, où k est compris entre 1 et 4, devrait être mappée dans la liaison k 10G-HDSDI de la manière décrite au § B1.4 de l'Annexe B à la Partie 1, à savoir:

- l'image 1 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1 à CH8 de la liaison 1 10G-HDSDI;

- l'image 2 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1 à CH8 de la liaison 2 10G-HDSDI;
- l'image 3 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1 à CH8 de la liaison 3 10G-HDSDI;
- l'image 4 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1 à CH8 de la liaison 4 10G-HDSDI;

4.3 Interface 10G-HDSDI à huit liaisons pour les systèmes U2.6 à U2.9

Les quatre sous-images TVUHD1 générées pour le système U2.6 devraient être mappées dans une interface 10G-HDSDI à huit liaisons. La sous-image k TVUHD1, où k est compris entre 1 et 4, devrait être mappée dans les canaux CH1, CH3, CH5, CH7 (liaison A) des liaisons $(2k-1)$ et $(2k)$ 10G-HDSDI, à savoir:

- l'image 1 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) des liaisons 1 et 2 10G-HDSDI;
- l'image 2 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) des liaisons 3 et 4 10G-HDSDI;
- l'image 3 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) des liaisons 5 et 6 10G-HDSDI;
- l'image 4 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) des liaisons 7 et 8 10G-HDSDI.

Les quatre sous-images TVUHD1 générées pour les systèmes U2.7, U2.8 et U2.9 devraient être mappées dans une interface 10G-HDSDI à huit liaisons. La sous-image k TVUHD1, où k est compris entre 1 et 4, devrait être mappée dans les canaux CH1, CH2, CH3, CH4, CH5, CH6, CH7 et CH8 des liaisons $(2k-1)$ et $(2k)$ 10G-HDSDI, à savoir:

- l'image 1 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1 à CH8 des liaisons 1 et 2 10G-HDSDI;
- l'image 2 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1 à CH8 des liaisons 3 et 4 10G-HDSDI;
- l'image 3 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1 à CH8 des liaisons 5 et 6 10G-HDSDI;
- l'image 4 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1 à CH8 des liaisons 7 et 8 10G-HDSDI.

4.4 Interface 10G-HDSDI à seize liaisons pour les systèmes U2.10 à U2.17

Les quatre sous-images TVUHD1 générées pour les systèmes U2.10 et U2.14 devraient être mappées dans une interface 10G-HDSDI à seize liaisons. La sous-image k TVUHD1, où k est compris entre 1 et 4, devrait être mappée dans les canaux CH1, CH3, CH5, CH7 (liaison A) des liaisons $(4k-3)$, $(4k-2)$, $(4k-1)$ et $(4k)$ 10G-HDSDI, à savoir:

- l'image 1 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) des liaisons 1, 2, 3 et 4 10G-HDSDI;
- l'image 2 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) des liaisons 5, 6, 7 et 8 10G-HDSDI;
- l'image 3 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) des liaisons 9, 10, 11 et 12 10G-HDSDI;
- l'image 4 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) des liaisons 13, 14, 15 et 16 10G-HDSDI.

Les quatre sous-images TVUHD1 générées pour les systèmes U2.11, U2.12, U2.13, U2.15, U2.16 et U2.17 devraient être mappées dans une interface 10G-HDSOI à seize liaisons. La sous-image k TVUHD1, où k est compris entre 1 et 4, devrait être mappée dans les canaux CH1, CH2, CH3, CH4, CH5, CH6, CH7 et CH8 des liaisons $(4k-3)$, $(4k-2)$, $(4k-1)$ et $(4k)$ 10G-HDSOI, à savoir:

- l'image 1 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1 à CH8 des liaisons 1, 2, 3 et 4 10G-HDSOI;
- l'image 2 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1 à CH8 des liaisons 5, 6, 7 et 8 10G-HDSOI;
- l'image 3 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1 à CH8 des liaisons 9, 10, 11 et 12 10G-HDSOI;
- l'image 4 TVUHD1 devrait être mappée dans les canaux CH1 à CH8 des liaisons 13, 14, 15 et 16 10G-HDSOI.

4.5 Caractéristiques de l'interface optique

Les caractéristiques de l'interface optique pour l'interface 10G-HDSOI à quatre, huit ou seize liaisons devraient être conformes à l'Annexe C à la Partie 1.

On peut utiliser la technologie DWDM pour le transport à l'interface 10G-HDSOI à quatre, huit ou seize liaisons. Le Tableau 1-6 définit les longueurs d'onde optiques pour les interfaces DWDM à 4, 8 et 16 canaux. Il convient d'attribuer des longueurs d'onde centrales nominales d'environ 1 557,36 nm, 1 556,55 nm, 1 555,75 nm et 1 554,94 nm aux liaisons 1 à 4 pour les interfaces DWDM à 4 canaux, 1 557,36 nm, 1 556,55 nm, 1 555,75 nm, 1 554,94 nm, 1 554,13 nm, 1 553,33 nm, 1 552,52 nm et 1 551,72 nm aux liaisons 1 à 8 pour les interfaces DWDM à 8 canaux et 1 557,36 nm, 1 556,55 nm, 1 555,75 nm, 1 554,94 nm, 1 554,13 nm, 1 553,33 nm, 1 552,52 nm, 1 551,72 nm, 1 550,92 nm, 1 550,12 nm, 1 549,32 nm, 1 548,51 nm, 1 547,72 nm, 1 546,92 nm, 1 546,12 nm et 1 545,32 nm aux liaisons 1 à 16 pour les interfaces DWDM à 16 canaux conformément à l'Annexe C à la Partie 1.

TABLEAU 1-6

Longueurs centrales nominales aux interfaces DWDM à 4 et 8 canaux pour le système TVUHD2

Liaison n°	Longueurs d'onde centrales nominales approchées pour l'interface DWDM à 4 canaux	Longueurs d'onde centrales nominales approchées pour l'interface DWDM à 8 canaux	Longueurs d'onde centrales nominales approchées pour l'interface DWDM à 9-16 canaux
1	1 557,36 nm	1 557,36 nm	1 557,36 nm
2	1 556,55 nm	1 556,55 nm	1 556,55 nm
3	1 555,75 nm	1 555,75 nm	1 555,75 nm
4	1 554,94 nm	1 554,94 nm	1 554,94 nm
5		1 554,13 nm	1 554,13 nm
6		1 553,33 nm	1 553,33 nm
7		1 552,52 nm	1 552,52 nm

TABLEAU 1-6 (*fin*)

Liaison n°	Longueurs d'onde centrales nominales approchées pour l'interface DWDM à 4 canaux	Longueurs d'onde centrales nominales approchées pour l'interface DWDM à 8 canaux	Longueurs d'onde centrales nominales approchées pour l'interface DWDM à 9-16 canaux
8		1 551,72 nm	1 551,72 nm
9			1 550,92 nm
10			1 550,12 nm
11			1 549,32 nm
12			1 548,51 nm
13			1 547,72 nm
14			1 546,92 nm
15			1 546,12 nm
16			1 545,32 nm

4.6 Mappage des données ANC/audio

4.6.1 Mappage des données ANC

Si des données auxiliaires sont présentes, elles devraient être mappées dans la zone de suppression de chaque train de base CH1 des 4 (ou 8 ou 16) liaisons 10G-HSDSI. Le format des données devrait être conforme à la Recommandation UIT-R BT.1364.

Les données ANC devraient être mappées dans le train de base CH1 de la liaison 1 10G-HSDSI en premier lieu, et les éventuelles données restantes devraient être mappées dans le canal CH1 des liaisons 2 à 4 (ou 8 ou 16) 10G-HSDSI, dans l'ordre croissant.

4.6.2 Mappage des données audio

Lorsque des données audio sont présentes, elles devraient être mappées dans les trains de données C'B/C'R de l'espace de données HANC conformément à la Recommandation UIT-R BT.1365 et ce, dans l'ordre suivant:

- (premièrement) train de base CH1 de la liaison 1 10G-HSDSI, jusqu'à un maximum de 16 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz ou jusqu'à un maximum de 8 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 96 kHz;
- (deuxièmement) train de base CH1 de la liaison 2 10G-HSDSI, jusqu'à un maximum de 16 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz ou jusqu'à un maximum de 8 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 96 kHz;
- (troisièmement) train de base CH1 de la liaison 3 10G-HSDSI, jusqu'à un maximum de 16 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz ou jusqu'à un maximum de 8 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 96 kHz;
- (quatrièmement) (ou huitièmement dans le cas de huit liaisons ou seizièmement dans le cas de seize liaisons) train de base CH1 de la liaison 4 (ou 8 ou 16) 10G-HSDSI, jusqu'à un maximum de 16 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz ou jusqu'à un maximum de 8 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 96 kHz.

Les données audio devraient être mappées dans le train de base CH1 de la liaison 1 10G-HDSDI en premier lieu, jusqu'à la capacité de transmission maximale de son espace de données HANC, puis dans le train de base CH1 de la liaison 2 10G-HDSDI, jusqu'à la capacité de transmission maximale de son espace de données HANC, etc. Il ne devrait pas être permis de mapper les données audio dans le train de base CH1 de la liaison n ($n = 2 \sim 4$ (ou 8 ou 16)) 10G-HDSDI, si le train de base CH1 de la liaison $(n - 1)$ 10G-HDSDI n'est pas rempli à sa capacité de transmission maximale.

Le nombre maximal de canaux acheminés par une interface 10G-HDSDI à quatre liaisons en mode D est de 64 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz et de 32 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 96 kHz. Le nombre maximal de canaux acheminés par une interface 10G-HDSDI à huit ou seize liaisons est respectivement de 128 et 256 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz et de 64 et 128 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 96 kHz.

NOTE – Le mode D tel qu'il est défini dans l'Annexe B à la Partie 1 permet d'acheminer les données HANC figurant dans les trains de base CH1, 3, 5, 7 à des fréquences d'image comprises entre 23,98 Hz et 25 Hz. Dans la Partie 1 de la présente Recommandation, les données audio sont mappées uniquement dans l'espace de données HANC du train de base CH1, quelle que soit la fréquence d'image.

Les paquets de commande audio devraient être mappés dans les trains de données Y' de l'espace de données HANC du canal CH1 de la liaison 1 jusqu'à la liaison 4 (ou 8 ou 16) (si nécessaire) 10G-HDSDI, et ce conformément à la Recommandation UIT-R BT.1365.

4.6.3 Mappage de l'identifiant des données utiles

L'identifiant des données utiles devrait être mappé dans la zone de suppression de chaque train de base de l'interface 10G-HDSDI. Le Tableau 1-7 définit l'identifiant des données utiles vidéo pour le système TVUHD2.

L'identifiant des données utiles devrait être conforme au format défini dans la Recommandation UIT-R BT.1614. La valeur $A2_h$ de l'octet 1 est obligatoire et identifie le format des données utiles vidéo comme correspondant au système TVUHD2. Les valeurs des 3 octets restants spécifient les autres caractéristiques des données utiles vidéo pour le système TVUHD2 tel qu'il est défini dans la Partie 1 de la présente Recommandation.

L'emplacement de cet identifiant des données utiles devrait être conforme à l'Annexe B à la Partie 1.

TABLEAU 1-7

Définition de l'identifiant des données utiles vidéo pour le système TVUHD2 à une interface numérique série à 10 Gbit/s (valeur nominale) à quatre, huit ou seize liaisons

Bits	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 7	1	Transport en mode entrelacé (0) ou progressif (1)	Attribution de canal 10G pour quatre, huit ou seize liaisons CH1 (0 _h), CH2(1 _h) CH3 (2 _h), CH4 (3 _h), CH5 (4 _h), CH6 (5 _h), CH7 (6 _h), CH8 (7 _h) ... CH16(F _h)	Attribution des canaux pour huit liaisons CH1 (0 _h), CH2 (1 _h), CH3 (2 _h), CH4 (3 _h), CH5 (4 _h), CH (5 _h), CH7 (6 _h) ou CH8 (7 _h)
Bit 6	0	Image en mode progressif (1)		
Bit 5	1	Caractéristiques de transfert TV-SDR (0 _h), HLG (1 _h), PQ (2 _h), non spécifiées (3 _h)	Structure d'échantillonnage 4:2:2 (Y'C _B C _R ' ou IC _T C _P) = (0 _h), 4:4:4 (Y'C _B C _R ' ou IC _T C _P) = (1 _h), 4:4:4 (G'B'R') = (2 _h), 4:2:0 (Y'C _B C _R ' ou IC _T C _P) = (3 _h), les autres valeurs sont réservées	Codage des couleurs Rec. UIT-R BT.709 ² = (0) ou Rec. UIT-R BT.2020 = (1)
Bit 4	0			
Bit 3	0	Fréquence d'image 0 _h = non définie, 1 _h = réservé, 2 _h = 24/1,001 3 _h = 24, 5 _h = 25, 6 _h = 30/1,001, 7 _h = 30, 9 _h = 50, A _h = 60/1,001, B _h = 60, D _h = 100, E _h = 120/1,001, F _h = 120, les autres valeurs sont réservées.	Structure d'échantillonnage 4:2:2 (Y'C _B C _R ' ou IC _T C _P) = (0 _h), 4:4:4 (Y'C _B C _R ' ou IC _T C _P) = (1 _h), 4:4:4 (G'B'R') = (2 _h), 4:2:0 (Y'C _B C _R ' ou IC _T C _P) = (3 _h), les autres valeurs sont réservées	Réservé (0)
Bit 2	0			Signal de luminance et de chrominance NCL Y'C _B C _R ' (0), CL SDR Y'C _B C _R ' ou HDR IC _T C _P (1)
Bit 1	0	Fréquence d'image 0 _h = non définie, 1 _h = réservé, 2 _h = 24/1,001 3 _h = 24, 5 _h = 25, 6 _h = 30/1,001, 7 _h = 30, 9 _h = 50, A _h = 60/1,001, B _h = 60, D _h = 100, E _h = 120/1,001, F _h = 120, les autres valeurs sont réservées.	Structure d'échantillonnage 4:2:2 (Y'C _B C _R ' ou IC _T C _P) = (0 _h), 4:4:4 (Y'C _B C _R ' ou IC _T C _P) = (1 _h), 4:4:4 (G'B'R') = (2 _h), 4:2:0 (Y'C _B C _R ' ou IC _T C _P) = (3 _h), les autres valeurs sont réservées	Profondeur binaire 10 bits sur plage complète (0 _h), 10 bits sur plage étroite (1 _h), 12 bits sur plage étroite (2 _h), 12 bits sur plage complète (3 _h)
Bit 0	1			

Lors de l'identification des données utiles vidéo TVUHD2 mappées sur une interface numérique série à 10 Gbit/s à quatre, huit ou seize liaisons, il convient d'appliquer les valeurs suivantes de l'identifiant des données utiles:

- le bit du drapeau de transport en mode entrelacé/progressif devrait être mis à (0) ou (1) en fonction du transport à l'interface numérique;
- le bit du drapeau d'image en mode entrelacé/progressif devrait être mis à (1);
- pour définir les caractéristiques de transfert, il convient d'utiliser les valeurs suivantes des bits b5 et b4 de l'octet 2:
 - (0_h) pour la télévision SDR (TV-SDR);
 - (1_h) pour la méthode HLG;
 - (2_h) pour la méthode PQ;
 - (3_h) pour des caractéristiques non spécifiées;
- la fréquence d'image devrait être réglée sur la valeur correspondant aux données utiles TVUHD2;
- le drapeau de codage des couleurs dans le bit 4 de l'octet 4 devrait être mis à (1) pour désigner la colorimétrie selon la Recommandation UIT-R BT.2020;

² La colorimétrie selon la Recommandation UIT-R BT.709 n'est pas autorisée dans la présente Recommandation.

- le drapeau de signal de luminance et de chrominance devrait être mis à (0) pour une luminance non constante $Y'C'_B C'_R$ et à (1) pour une luminance constante SDR $Y'C'_B C'_R$ ou HDR IC_{TCP} ;
- la structure d'échantillonnage devrait être réglée sur la valeur correspondant aux données utiles acheminées;
- l'ordre d'attribution des canaux de train de base et des liaisons 10G pour les identifiants des données utiles devrait correspondre à l'ordre des numéros et de canal d'entrée HDSDI à 10 Gbit/s et de liaison tels qu'ils sont définis aux §§ 4.2 et 4.3.

Dans le cas de quatre liaisons, le numéro de canal 10G dans les bits b4, b5, b6 et b7 de l'octet 3 devrait être réglé sur les valeurs suivantes:

- (0_h) pour la première liaison;
- (1_h) pour la deuxième liaison;
- (2_h) pour la troisième liaison;
- (3_h) pour la quatrième liaison.

Dans le cas de huit liaisons, le numéro de canal 10G dans les bits b4, b5, b6 et b7 de l'octet 3 devrait être réglé sur les valeurs suivantes:

- (0_h) pour la première liaison;
- (1_h) pour la deuxième liaison;
- (2_h) pour la troisième liaison;
- (3_h) pour la quatrième liaison;
- (4_h) pour la cinquième liaison;
- (5_h) pour la sixième liaison;
- (6_h) pour la septième liaison;
- (7_h) pour la huitième liaison.

Dans le cas de seize liaisons, le numéro de canal 10G dans les bits b4, b5, b6 et b7 de l'octet 3 devrait être réglé sur les valeurs suivantes:

- (0_h) pour la première liaison;
- (1_h) pour la deuxième liaison;
- (2_h) pour la troisième liaison;
- (3_h) pour la quatrième liaison;
- (4_h) pour la cinquième liaison;
- (5_h) pour la sixième liaison;
- (6_h) pour la septième liaison;
- (7_h) pour la huitième liaison;
- (8_h) pour la neuvième liaison;
- (9_h) pour la dixième liaison;
- (A_h) pour la 11ème liaison;
- (B_h) pour la 12ème liaison;
- (C_h) pour la 13ème liaison;
- (D_h) pour la 14ème liaison;
- (E_h) pour la 15ème liaison;
- (F_h) pour la 16ème liaison.

Le numéro de canal de train de base dans les bits b5, b6 et b7 de l'octet 4 devrait être réglé sur les valeurs suivantes:

- (0_h) pour la première liaison;
- (1_h) pour la deuxième liaison;
- (2_h) pour la troisième liaison;
- (3_h) pour la quatrième liaison;
- (4_h) pour la cinquième liaison;
- (5_h) pour la sixième liaison;
- (6_h) pour la septième liaison;
- (7_h) pour la huitième liaison.

Pour définir la profondeur binaire de la quantification des échantillons, il convient d'utiliser les valeurs suivantes des bits b0 et b1 de l'octet 4:

- (0_h) pour une quantification utilisant 10 bits par échantillon avec codage de plage complète;
- (1_h) pour une quantification utilisant 10 bits par échantillon avec codage de plage étroite;
- (2_h) pour une quantification utilisant 12 bits par échantillon avec codage de plage étroite;
- (3_h) pour une quantification utilisant 12 bits par échantillon avec codage de plage complète.

Annexe A à la Partie 1 (normative)

Interface de signaux/données série de TVUHD à 10 Gbit/s – obtention des trains de base

Aperçu du système

Les données source du train de données à 10 Gbit/s devraient être composées de plusieurs trains de base, dont chacun est conforme au train de données en mode entrelacé HDSDI à 1,5 Gbit/s défini dans la Recommandation UIT-R BT.1120. Dans la Partie 1 de la présente Recommandation, tous les formats de conteneur sont de 1 920 × 1 080. Le mappage des données auxiliaires dans un train de base devrait être conforme à la Recommandation UIT-R BT.1364. Le mappage des données audio devrait être conforme à la Recommandation UIT-R BT.1365. Chaque train de base de 10 bits est placé dans une structure de blocs de données de 8 bits, faisant ensuite l'objet d'un codage 8B/10B. Les différents blocs codés sont multiplexés et mis en série dans un seul train de données à 10 Gbit/s dans l'un des modes possibles, comme défini dans l'Annexe B à la Partie 1. L'interface physique est spécifiée dans l'Annexe C à la Partie 1.

La structure du train de base à 1,5 Gbit/s est illustrée dans la Fig. 1-9.

FIGURE 1-9

Structure du train de base à 1,5 Gbit/s

CEAV (3FFh)	YEAV (3FFh)	CEAV (000h)	YEAV (000h)	CEAV (000h)	YEAV (000h)	CEAV (xYZ)	YEAV (xYZ)	CL N0	YL N0	CL N1	YL N1	CC RC 0	YC RC 0	CC RC 1	YC RC 1	CA NC 0	YA NC 0	HA NC dat a	CA NC n	YA NC n	CSAV (3FFh)	YSAV (3FFh)	CSAV (000h)	YSAV (000h)	CSAV (000h)	YSAV (000h)	CSAV (xYZ)	YSAV (xYZ)	001	112	2
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	---------------	---------------	----------	----------	----------	----------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	----------------------	---------------	---------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	---------------	---------------	-----	-----	---

BT.2077-0 1-09

A1 Formats des images source

A1.1 Formats des images à 1,5 Gbit/s pour une liaison

Le Tableau 1-8 définit les formats d'image qui devraient être mappés dans une structure de train de base conforme à la Recommandation UIT-R BT.1120. Le train entrelacé obtenu à partir de chaque format d'image devrait être attribué à un seul train de base tel qu'il est défini dans la Partie 1 de la présente Recommandation.

TABLEAU 1-8

Format des images source à 1,5 Gbit/s pour une liaison

Numéro du système	Structure d'échantillonnage du format du signal/profondeur des pixels	Fréquence d'image
1.1	4:2:2 (Y'C _B C _R)/10 bits	24, 25 et 30 Hz, mode progressif, PsF
		23,98 et 29,97 Hz, mode progressif, PsF

A1.2 Formats des images à 1,5 Gbit/s pour deux liaisons

Le Tableau 1-9 définit les formats d'image qui devraient être mappés dans deux trains de base. Un train source devrait être divisé en deux trains de base qui ont la même structure que le train à deux liaisons défini au § 4.5 de la Recommandation UIT-R BT.1120.

TABLEAU 1-9

Format des images source à 1,5 Gbit/s pour deux liaisons

Numéro du système	Structure d'échantillonnage du format du signal/profondeur des pixels	Fréquence d'image/de trame
2.1	4:2:2 (Y'C _B C _R)/10 bits	50 et 60 Hz, mode progressif 59,94 Hz, mode progressif 47,95 et 59,94 Hz, mode progressif
2.2	4:4:4 (R'G'B'), 4:4:4:4 (R'G'B'+A)/10 bits	24, 25 et 30 Hz, mode progressif, PsF 23,98 et 29,97 Hz, mode progressif, PsF
2.3	4:4:4 (R'G'B')/12 bits	24, 25 et 30 Hz, mode progressif, PsF 23,98 et 29,97 Hz, mode progressif, PsF
2.4	4:4:4 (Y'C _B C _R)/10 bits, 4:4:4:4 (Y'C _B C _R + A)/10 bits	24, 25 et 30 Hz, mode progressif, PsF
		23,98 et 29,97 Hz, mode progressif, PsF
2.5	4:2:2 (Y'C _B C _R), 4:4:4 (Y'C _B C _R)/12 bits	24, 25 et 30 Hz, mode progressif, PsF 50 et 60 trames/s, mode entrelacé
		23,98 et 29,97 Hz, mode progressif, PsF

A1.3 Formats des images à 1,5 Gbit/s pour quatre liaisons

Le Tableau 1-10 définit les formats d'image qui devraient être mappés dans quatre trains de base comme défini au § A1.3.1.

TABLEAU 1-10

Format des images source à 1,5 Gbit/s pour quatre liaisons

Numéro du système	Structure d'échantillonnage du format du signal/profondeur des pixels	Fréquence d'image/de trame
4.1	4:2:2 (Y'C _B C _R)/12 bits	50 et 60 Hz, mode progressif
		59,94 Hz, mode progressif
4.2	4:4:4 (R'G'B'), 4:4:4:4 (R'G'B'+A)/10 bits	50 et 60 Hz, mode progressif
		59,94 Hz, mode progressif
4.3	4:4:4 (R'G'B')/12 bits	50 et 60 Hz, mode progressif
		59,94 Hz, mode progressif

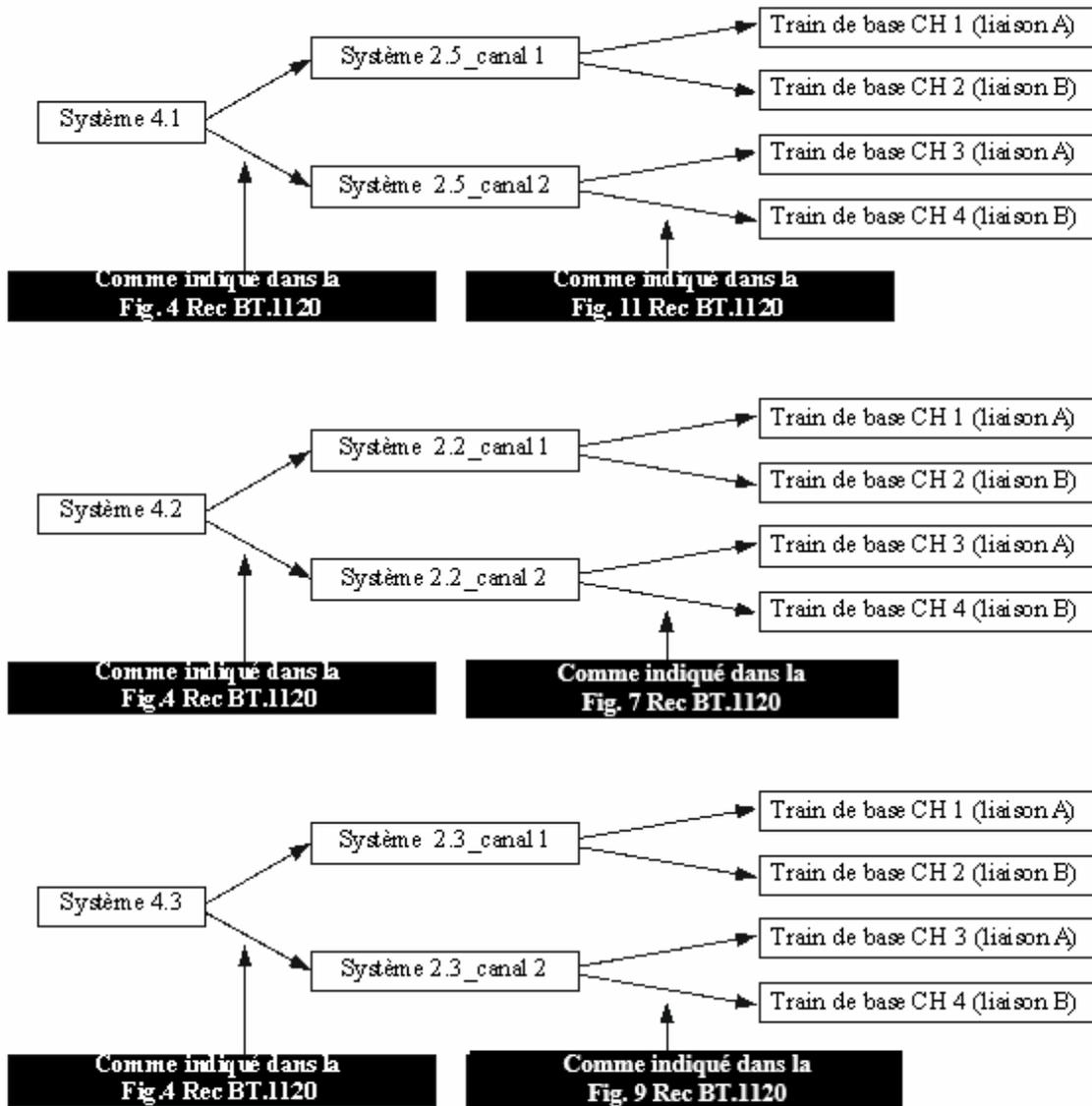
A1.3.1 Division des données source en quatre

Une paire d'images telles qu'elles sont définies dans le Tableau 1-10 devrait être divisée et mappée dans deux sous-images équivalentes aux données d'image du système 2.2, 2.3 ou 2.5 au moyen de la méthode de démultiplexage des lignes définie au § 4.5 de la Recommandation UIT-R BT.1120. Chacune de ces sous-images devrait être faire l'objet d'un démultiplexage des mots dans deux trains de base. Dans la présente Annexe, la structure des échantillons numériques actifs de chaque sous-image devrait être telle qu'elle est définie dans la Recommandation UIT-R BT.709.

La Figure 1-10 définit la division des trains des systèmes 4.1, 4.2 et 4.3 en quatre.

FIGURE 1-10

Division du train source des systèmes 4.1, 4.2 et 4.3 en quatre



BT2077-0 1-10

A1.4 Formats des images à 1,5 Gbit/s pour huit liaisons

Le Tableau 1-11 donne la liste des formats d'image qui devraient être mappés dans huit trains de base. Chacun des formats d'image 4K listés dans le Tableau 1-11 devrait être divisé et mappé dans la zone active de quatre sous-images 2K selon l'une ou l'autre de deux méthodes et chaque sous-image est ensuite divisée en deux trains de base. Le processus est défini de manière détaillée au § A1.4.1.

TABLEAU 1-11

Format des images source à 1,5 Gbit/s pour huit liaisons

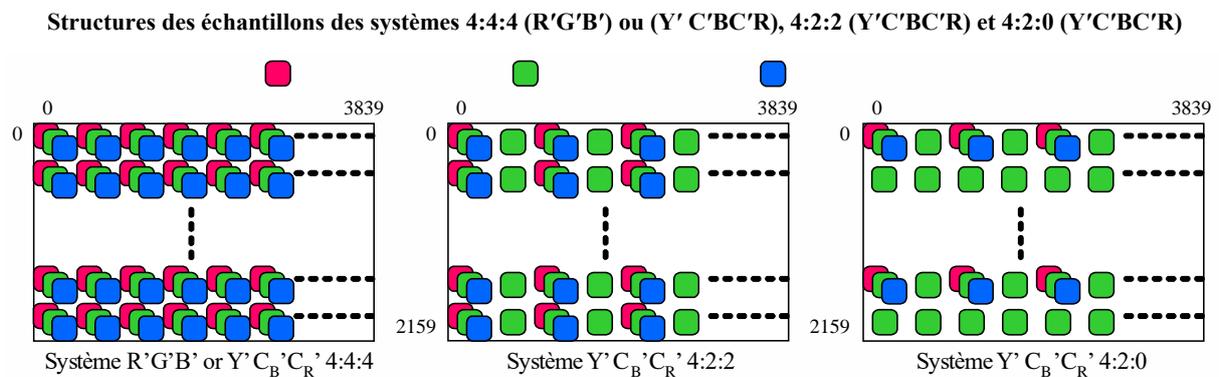
Numéro du système	Format d'image	Structure d'échantillonnage du format du signal/profondeur des pixels	Fréquence d'image/de trame
8.2	3 840 × 2 160	4:2:0 (Y'C _B C _R '), 4:2:2 (Y'C _B C _R ')/10 bits	24, 25 et 30 Hz, mode progressif 23,98 et 29,97 Hz, mode progressif
8.3	3 840 × 2 160	4:4:4 (R'G'B')/10 bits	24, 25 et 30 Hz, mode progressif 23,98 et 29,97 Hz, mode progressif
8.4	3 840 × 2 160	4:4:4 (Y'C _B C _R ')/10 bits	24, 25 et 30 Hz, mode progressif 23,98 et 29,97 Hz, mode progressif
8.5	3 840 × 2 160	4:2:0 (Y'C _B C _R '), 4:2:2 (Y'C _B C _R ')/12 bits	24, 25 et 30 Hz, mode progressif 23,98 et 29,97 Hz, mode progressif
8.6	3 840 × 2 160	4:4:4 (R'G'B')/12 bits	24, 25 et 30 Hz, mode progressif 23,98 et 29,97 Hz, mode progressif
8.7	3 840 × 2 160	4:4:4 (Y'C _B C _R ')/12 bits	24, 25 et 30 Hz, mode progressif 23,98 et 29,97 Hz, mode progressif

A1.4.1 Division des données source en huit

La Figure 1-11 illustre les structures des échantillons des systèmes 4:4:4 (R'G'B') ou (Y'C_BC_R'), 4:2:2 (Y'C_BC_R') et 4:2:0 (Y'C_BC_R') pour les images des systèmes 8.2 à 8.7 définies dans la Recommandation UIT-R BT.2020. Les signaux C_B' et C_R' devraient être sous-échantillonnés horizontalement par un facteur deux dans le cas d'un système 4:2:2 et sous-échantillonnés horizontalement et verticalement par un facteur deux dans le cas d'un système 4:2:0.

Lorsque les données d'image du système 4:2:0 sont transportées dans une structure de données 4:2:2, les composantes 0 des données d'image du système 4:2:0 (échantillons pairs sur les lignes impaires des composantes C_B'C_R' non attribuées) devraient se voir attribuer la valeur 200_h (512₍₁₀₎) dans le cas d'un système à 10 bits et la valeur 800_h (2048₍₁₀₎) dans le cas d'un système à 12 bits.

FIGURE 1-11

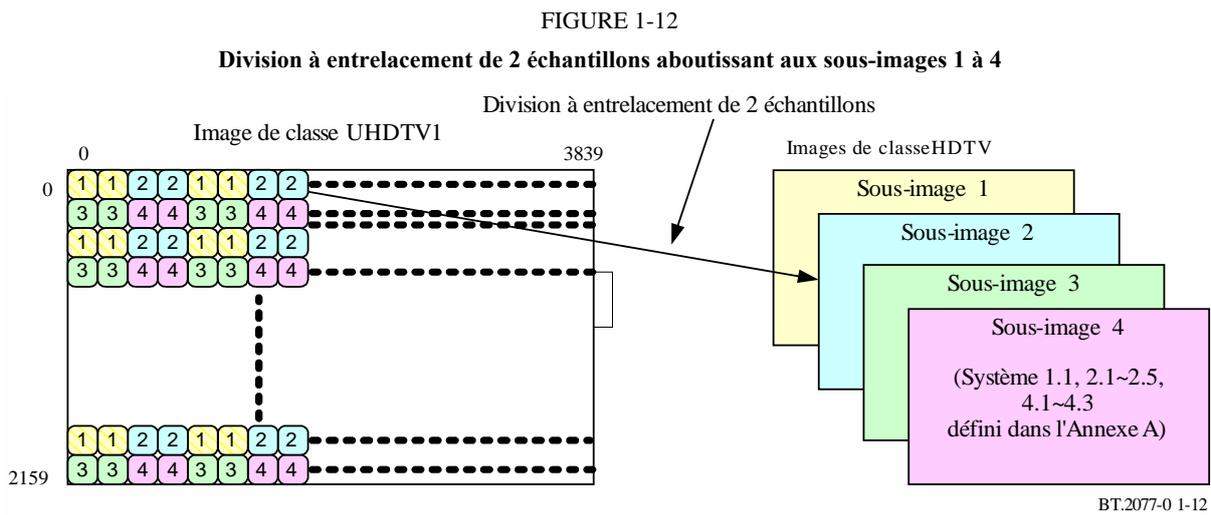


BT.2077-0 1-11

La zone active d'une image 4K pour ce qui est des systèmes listés dans le Tableau 1-11 devrait être divisée et mappée dans la zone active de quatre sous-images 2K équivalentes aux données d'image du système 1.1 ou de l'un des systèmes 2.2 à 2.5.

Les formats des images source listés dans le Tableau 1-11 devraient être mappés dans quatre sous-images au moyen de la division à entrelacement de 2 échantillons comme indiqué dans la Fig. 1-12 ou de la division en quatre comme indiqué dans la Fig. 1-13. La Figure 1-11 illustre la relation entre chacune des quatre sous-images créées par la division à entrelacement de 2 échantillons et la structure d'échantillonnage 4:4:4 ou 4:2:2.

La Figure 1-12 illustre la division à entrelacement de 2 échantillons à 30 Hz, qui nécessite moins de capacité mémoire et donne lieu à un temps de traitement du signal nettement moins élevé que la division en quatre. Les lignes paires des formats d'image listés dans le Tableau 1-11 devraient être divisées et mappées dans la zone active des sous-images 1 et 2, en prenant deux échantillons horizontaux consécutifs à la fois, et les lignes impaires devraient être divisées et mappées dans la zone active des sous-images 3 et 4, en prenant deux échantillons horizontaux consécutifs à la fois. Cette division aboutit aux sous-images équivalentes 1, 2, 3 et 4.



Le Tableau 1-12 définit la relation entre les numéros d'échantillon/de ligne (numéros de pixel horizontalement/verticalement) de l'image 3840×2160 d'origine et les numéros d'échantillon/de ligne des sous-images 1, 2, 3 et 4 (1920×1080) mappées résultant de la division à entrelacement de 2 échantillons. Chaque sous-image devrait être divisée et mappée dans la zone active comme défini dans la Recommandation UIT-R BT.1120.

TABLEAU 1-12

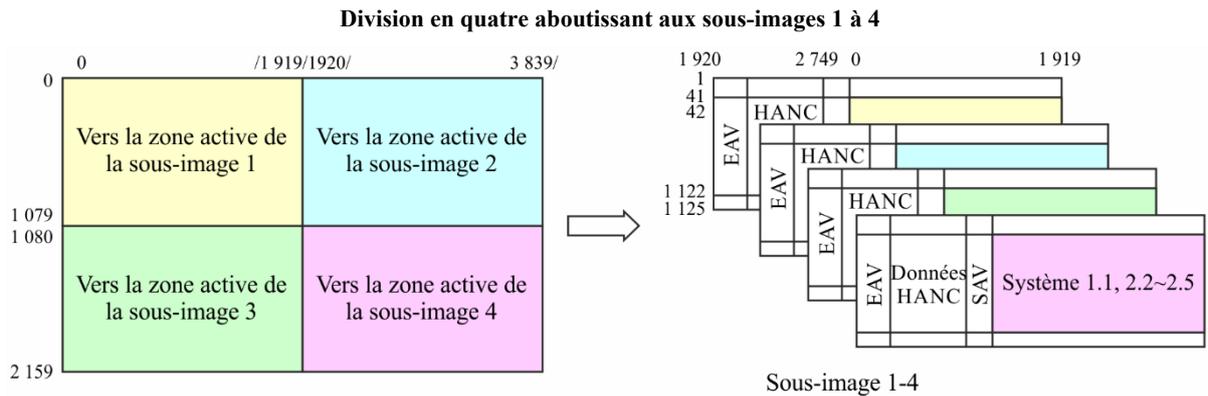
Relation entre les numéros d'échantillon/de ligne (numéros de pixel horizontalement/verticalement) de l'image d'origine et les numéros d'échantillon/de ligne des sous-images mappées résultant de la division à entrelacement de 2 échantillons

Sous-image	Numéros d'échantillon du signal 3 840 × 2 160 d'origine Numéros de ligne du signal 3 840 × 2 160 d'origine	Numéros d'échantillon du signal 1 920 × 1 080 mappé Numéros de ligne du signal 1 920 × 1 080 mappé
1	Échantillons $4M, 4M + 1$ Ligne $2N$	Échantillons $2M, 2M + 1$ Ligne $42 + N$
2	Échantillons $4M + 2, 4M + 3$ Ligne $2N$	
3	Échantillons $4M, 4M + 1$ Ligne $2N + 1$	
4	Échantillons $4M + 2, 4M + 3$ Ligne $2N + 1$	

NOTE – $M = 0, 1, 2, 3 \dots 959$ ou $1\ 023, N = 0, 1, 2, 3 \dots 1\ 079$.

La Figure 1-13 définit la division en quatre à 24 Hz. Les formats d'image listés dans le Tableau 1-11 devraient être divisés et mappés dans la zone active de quatre sous-images équivalentes aux données d'image du système 1.1 ou de l'un des systèmes 2.2 à 2.5.

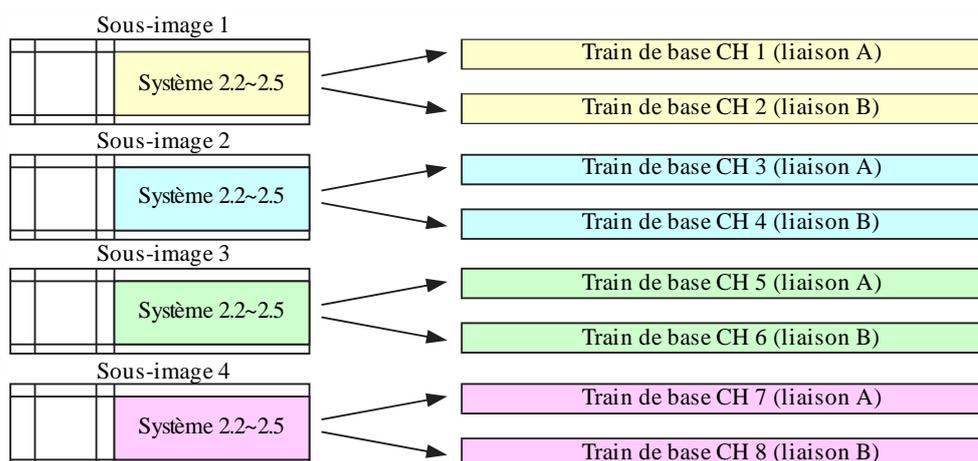
FIGURE 1-13



BT.2077-01-13

Chaque sous-image créée au moyen de la division en quatre ou de la division à entrelacement de 2 échantillons devrait être divisée et mappée virtuellement dans un train à deux liaisons correspondant au numéro de système de sous-image indiqué dans le Tableau 1-9. Le train numérique obtenu à partir de chaque liaison devrait être attribué à un train de base tel qu'il est défini dans la Partie 1 de la présente Recommandation. La Figure 1-14 illustre la division.

FIGURE 1-14
Division en huit



BT.2077-01-A06

Dans le cas d'une image du système 8.2 ($3\ 840 \times 2\ 160$, 4:2:2 ou 4:2:0/10 bits), les sous-images 1 à 4 correspondent au système numéro 1.1 et la liaison A devrait être attribuée pour la transmission d'image.

A2 Identifiant des données utiles

Un identifiant des données utiles devrait être mappé dans chaque train de base conformément à la Recommandation UIT-R BT.1614.

A2.1 Identifiant des données utiles pour une interface à 1,5 Gbit/s

L'identifiant des données utiles pour une interface à 1,5 Gbit/s devrait être conforme à la Recommandation UIT-R BT.1120.

A2.2 Identifiant des données utiles pour une interface à 1,5 Gbit/s à deux liaisons

L'identifiant des données utiles pour une interface à 1,5 Gbit/s à deux liaisons devrait être conforme à la Recommandation UIT-R BT.1120.

A2.3 Identifiant des données utiles pour une interface à 1,5 Gbit/s à quatre liaisons

Lors de l'identification des données utiles vidéo à 1 080 lignes mappées sur une interface numérique série à 1,485 Gbit/s à quatre liaisons, les limitations suivantes devraient s'appliquer (voir le Tableau 1-13):

- l'octet 1 devrait être mis à 90h;
- pour la fréquence d'image, il convient d'utiliser uniquement les valeurs permises pour les interfaces à quatre liaisons indiquées dans la Partie 1 de la présente Recommandation.

La structure d'échantillonnage devrait être réglée sur la valeur définie dans l'identifiant des données utiles:

- le bit 6 de l'octet 3 devrait être utilisé pour indiquer 1 920 échantillons Y'/R'G'B' actifs (0);
- le numéro de canal dans les bits b6 et b7 de l'octet 4 devrait être réglé sur une valeur de 0h pour la première liaison, de 1h pour la deuxième liaison, de 2h pour la troisième liaison et de 3h pour la quatrième liaison;

- pour définir la profondeur binaire, il convient d'utiliser les valeurs suivantes des bits b0 et b1 de l'octet 4:
- 0_h: valeur réservée;
 - 1_h pour une quantification utilisant 10 bits par échantillon;
 - 2_h pour une quantification utilisant 12 bits par échantillon.

NOTE – Dans le cas où le champ de profondeur binaire indique 12 bits par échantillon, ces bits ont été mappés sur une interface à 10 bits.

TABLEAU 1-13

Définition de l'identifiant des données utiles vidéo à 1 080 lignes à une interface numérique série à 1,485 Gbit/s (valeur nominale) à quatre liaisons

Bits	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 7	1	Transport en mode entrelacé (0) ou progressif (1)	Réservé (0)	Attribution des canaux CH1 (0 _h), CH2 (1 _h), CH3 (2 _h) ou CH4 (3 _h)
Bit 6	0	Image en mode entrelacé (0) ou progressif (1)	Échantillonnage horizontal 1 920 (0) Réservé (1)	
Bit 5	0	Caractéristiques de transfert TV-SDR (0 _h), HLG (1 _h), PQ (2 _h), non spécifiées (3 _h)	Format d'image 16:9 (1) Inconnu (0)	Réservé (0)
Bit 4	1	Fréquence d'image 0 _h = non définie, 1 _h = réservé, 2 _h = 24/1,001 3 _h = 24, 5 _h = 25, 6 _h = 30/1,001, 7 _h = 30, 9 _h = 50, A _h = 60/1,001, B _h = 60, D _h = 100, E _h = 120/1,001, F _h = 120, les autres valeurs sont réservées.	Réservé (0)	Codage des couleurs Rec. UIT-R BT.709 = (0) ³ , Rec. UIT-R BT.2020 = (1)
Bit 3	0		Structure d'échantillonnage 4:2:2 (Y'C _B C _R ' ou IC _{TCP}) = (0 _h), 4:4:4 (Y'C _B C _R ' ou IC _{TCP}) = (1 _h), 4:4:4 (G'B'R') = (2 _h), 4:2:0 (Y'C _B C _R ' ou IC _{TCP}) = (3 _h)	Signal de luminance et de chrominance NCL Y'C _B C _R ' (0), CL SDR Y'C _B C _R ' ou HDR IC _{TCP} (1)
Bit 2	0			Réservé (0)
Bit 1	0			
Bit 0	0			Profondeur binaire 10 bits sur plage complète (0 _h), 10 bits sur plage étroite (1 _h), 12 bits sur plage étroite (2 _h), 12 bits sur plage complète (3 _h)

³ La colorimétrie selon la Recommandation UIT-R BT.709 n'est pas autorisée dans la présente Recommandation.

A2.4 Identifiant des données utiles pour une interface à 1,5 Gbit/s à huit liaisons

Lors de l'identification des données utiles vidéo à 1 080 lignes mappées sur une interface numérique série à 1,485 Gbit/s à huit liaisons, les limitations suivantes devraient s'appliquer (voir le Tableau 1-14):

- l'octet 1 devrait être mis à A0_h;
- pour la fréquence d'image, il convient d'utiliser uniquement les valeurs permises pour les interfaces à huit liaisons indiquées au § A1.4.

La structure d'échantillonnage devrait être réglée sur la valeur définie dans l'identifiant des données utiles. En particulier, le canal alpha devrait être utilisé pour la transmission de données et la transmission vidéo.

- le bit 6 de l'octet 3 devrait être utilisé pour indiquer 1 920 échantillons Y'/R'G'B' actifs (0);
- le numéro de canal dans les bits b5, b6 et b7 de l'octet 4 devrait être réglé sur les valeurs suivantes:
 - (0_h) pour la première liaison;
 - (1_h) pour la deuxième liaison;
 - (2_h) pour la troisième liaison;
 - (3_h) pour la quatrième liaison;
 - (4_h) pour la cinquième liaison;
 - (5_h) pour la sixième liaison;
 - (6_h) pour la septième liaison;
 - (7_h) pour la huitième liaison.
- Pour définir la profondeur binaire, il convient d'utiliser les valeurs suivantes des bits b0 et b1 de l'octet 4:
 - (0_h) pour une quantification utilisant 10 bits par échantillon avec codage de plage complète;
 - (1_h) pour une quantification utilisant 10 bits par échantillon avec codage de plage étroite;
 - (2_h) pour une quantification utilisant 12 bits par échantillon avec codage de plage étroite;
 - (3_h) pour une quantification utilisant 12 bits par échantillon avec codage de plage complète.

NOTE – Dans le cas où le champ de profondeur binaire indique 12 bits par échantillon, ces bits ont été mappés sur une interface à 10 bits.

TABLEAU 1-14

Définition de l'identifiant des données utiles vidéo à 1 080 lignes à une interface numérique série à 1,485 Gbit/s (valeur nominale) à huit liaisons

Bits	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 7	1	Transport en mode entrelacé (0) ou progressif (1)	Réservé (0)	Attribution des canaux CH1 (0 _h), CH2 (1 _h), CH3 (2 _h), CH4 (3 _h), CH5 (4 _h), CH6 (5 _h), CH7 (6 _h) ou CH8 (7 _h)
Bit 6	0	Image en mode entrelacé (0) ou progressif (1)	Échantillonnage horizontal 1 920 (0) ou Réservé (1)	

TABLEAU 1-14 (*fin*)

Bits	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 5	1	Caractéristiques de transfert TV-SDR (0 _h), HLG (1 _h), PQ (2 _h), non spécifiées (3 _h)	Format d'image 16:9 (1) Inconnu (0)	Codage des couleurs Rec. UIT-R BT.709 = (0) ⁴ , Rec. UIT-R BT.2020 = (1)
Bit 4	0		Réservé (0)	
Bit 3	0		Structure d'échantillonnage 4:2:2 (Y'C _B C _R ' ou IC _T C _P) = (0 _h), 4:2:2:4 (Y'/C _B '/C _R '/A ou I/C _T /C _P /A) = (4 _h), 4:4:4:4 (Y'/C _B '/C _R '/A ou I/C _T /C _P /A) = (5 _h), 4:4:4:4 (G'B'R'/A) = (6 _h), 4:4:4 (Y'C _B C _R ' ou IC _T C _P) = (1 _h), 4:2:2:4 (Y'/C _B '/C _R '/D ou I/C _T /C _P /D) = (8 _h), 4:4:4:4 (Y'/C _B '/C _R '/D ou I/C _T /C _P /D) = (9 _h), 4:4:4:4 (G'B'R'/D) = (A _h), 4:4:4 (G'B'R') = (2 _h), 4:2:0 (Y'C _B C _R ' ou IC _T C _P) = (3 _h),	
Bit 2	0	Fréquence d'image 0 _h = non définie, 1 _h = réservé, 2 _h = 24/1,001 3 _h = 24, 5 _h = 25, 6 _h = 30/1,001, 7 _h = 30, 9 _h = 50, A _h = 60/1,001, B _h = 60, D _h = 100, E _h = 120/1,001, F _h = 120, les autres valeurs sont réservées.	Réservé (0)	Profondeur binaire 10 bits sur plage complète (0 _h), 10 bits sur plage étroite (1 _h), 12 bits sur plage étroite (2 _h), 12 bits sur plage complète (3 _h)
Bit 1	0			
Bit 0	0			

A2.5 Emplacement de l'identifiant des données utiles

Pour chaque train de base de l'interface 10G-HDSI, l'identifiant des données utiles devrait être placé immédiatement après le SAV dans les lignes définies dans la Recommandation UIT-R BT.1614.

⁴ La colorimétrie selon la Recommandation UIT-R BT.709 n'est pas autorisée dans la présente Recommandation.

Annexe B à la Partie 1 (normative)

Interface de signaux/données série à 10 Gbit/s – mappage des données des trains de base

Aperçu du système

La présente Annexe spécifie les systèmes de multiplexage pour mapper jusqu'à huit trains de base tels qu'ils sont définis dans l'Annexe A à la Partie 1 sur l'interface série à 10 Gbit/s. Les mappages d'image à 100 Hz et 120 Hz sont entièrement décrits dans la Partie 1. Le mappage prend également en charge la transmission de l'audio intégré, de l'identifiant des données utiles et des autres données auxiliaires définies dans la Recommandation UIT-R BT.1364 dans le train source.

La Figure 1-15 illustre le schéma fonctionnel d'ensemble de l'interface à 10,692 Gbit/s qui achemine le signal $3\ 840 \times 2\ 160/30P/4:4:4$.

Dans les grandes lignes, le processus de mappage des données devrait être le suivant:

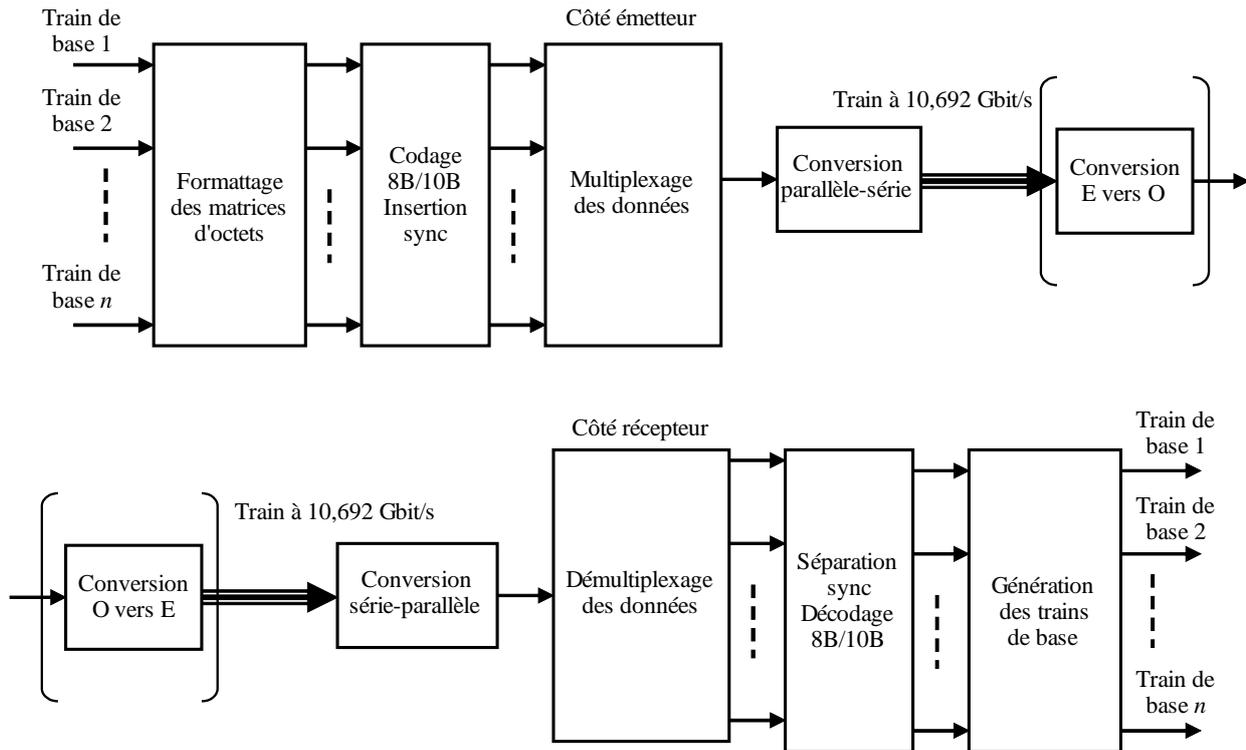
- les trains de base à 10 bits devraient être placés dans des matrices de mots de 8 bits;
- la matrice d'octets générée devrait être codée (codage de canal) sous la forme de données codées 8B/10B;
- les blocs de données codées devraient être entrelacés et mis en série dans le train série à 10,692 Gbit/s.

Les données HANC de certains trains de base ne sont pas entrelacées dans le train à 10,692 Gbit/s dans le cas du mappage pour le mode B, C ou D. Les détails sont définis aux § B1.2, B1.3 et B1.4.

La Figure 1-15 illustre le traitement du signal aux extrémités du transport côté émetteur et côté récepteur. Les valeurs des données par défaut (040_h pour les données Y' et 200_h pour les données C'_B/C'_R) devraient être insérées dans l'espace de données HANC inutilisé d'un train de base s'il n'a pas été mappé dans le train à 10,692 Gbit/s.

FIGURE 1-15

Schéma fonctionnel d'ensemble



BT.2077-01-B01

B1 Mappage des données des trains de base

La présente section définit quatre structures de mappage des données. Il convient d'utiliser le mode A et le mode B pour les images des systèmes 1.1 à 4.3. Il convient d'utiliser le mode D pour acheminer les images des systèmes 8.2 à 8.7, jusqu'à quatre paires d'images des systèmes 2.2 à 2.5 ou jusqu'à deux paires d'images des systèmes 4.1 à 4.3. Les numéros de système sont définis dans l'Annexe A à la Partie 1.

Il est possible de transmettre jusqu'à cinq trains de base tels que définis dans l'Annexe A à la Partie 1 en mode A, jusqu'à six trains de base en mode B et jusqu'à huit trains de base en mode D. Tous les trains de base qui sont mappés ensemble dans un train à 10,692 Gbit/s devraient avoir la même fréquence d'image et le même nombre d'échantillons par ligne.

Dans les trains de base, les données ANC, y compris l'identifiant des données utiles tel qu'il est défini dans la Recommandation UIT-R BT.1614, devraient être placées immédiatement après le SAV dans la ou les lignes spécifiées dans la Recommandation UIT-R BT.1120.

La fréquence d'horloge pour les mots de chaque train de base, comme défini dans l'Annexe A à la Partie 1, devrait être de 148,5 MHz ou de 148,5/1,001 MHz. Elle devrait être verrouillée sur la fréquence d'horloge série (10,692 GHz ou 10,692/1,001 GHz).

B1.1 Mode à 5 canaux (mode A)

Il est possible d'intégrer jusqu'à cinq trains de base dans le train à 10,692 Gbit/s au moyen du mappage en mode A. Le mappage devrait conserver toutes les informations figurant dans chacun des cinq trains de base.

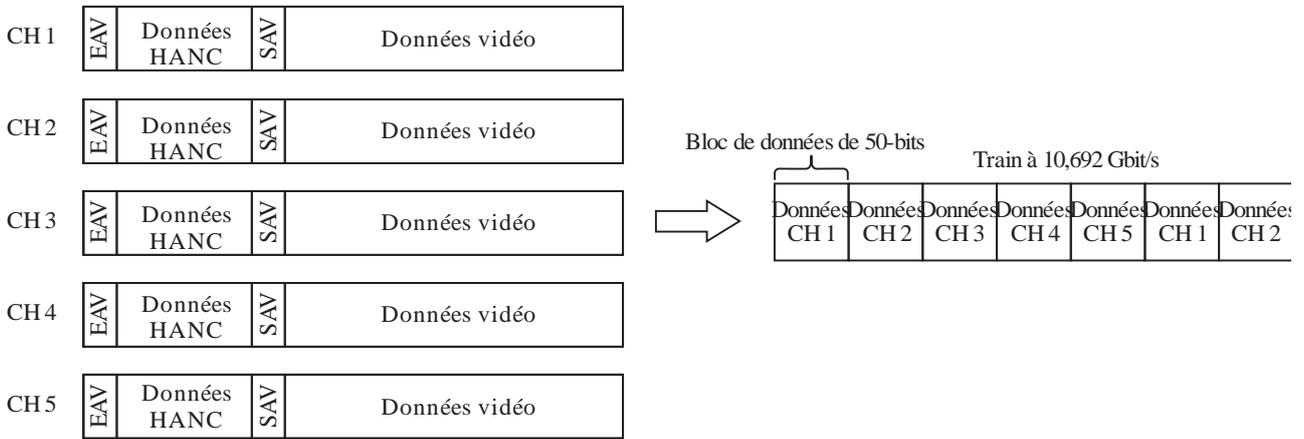
Les données des blocs de données de 50 bits codés 8B/10B provenant de chaque train de base devraient être multiplexées dans un même train au moyen de l'entrelacement de blocs de 50 bits. Le placement des blocs de 50 bits est défini de manière détaillée au § B1.1.1.

Les données du train de base CH1 devraient toujours être présentes pour la synchronisation du codeur et du décodeur. Les autres canaux, lorsqu'ils ne sont pas utilisés pour les données d'image, devraient être remplis de données de bourrage mises à 100h.

La Figure 1-16 illustre le concept de base du mappage en mode A.

FIGURE 1-16

Entrelacement des trains de base pour le mode A



BT.2077-0-B02

B1.1.1 Mise en blocs de données de 50 bits et codage 8B/10B pour le mode A

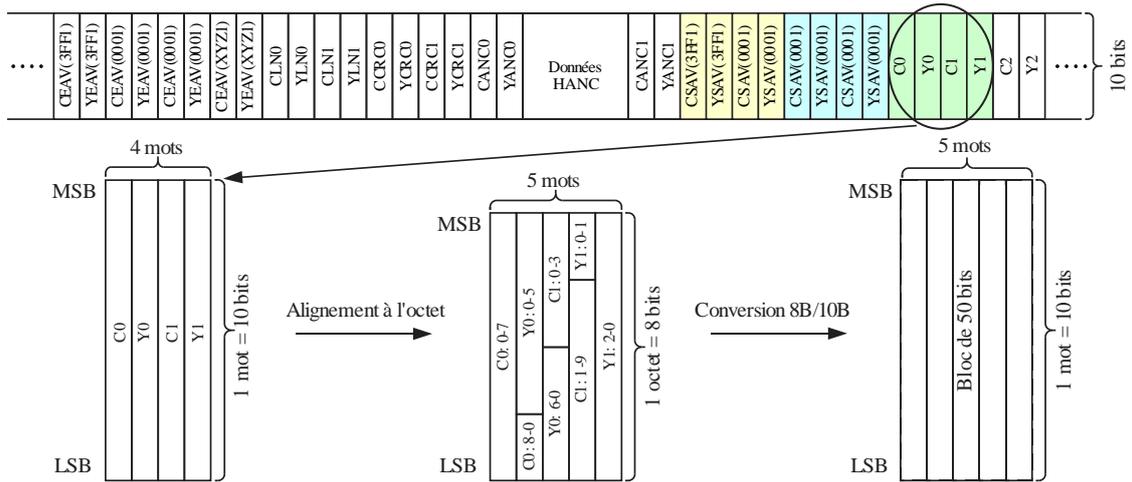
Pour le processus de mise en blocs, il convient d'utiliser des blocs de données de quatre mots (40 bits) provenant des données des trains de base source, à partir des premières données SAV.

Chaque bloc de données de 40 bits devrait être placé dans cinq mots de 8 bits et devrait ensuite être codé 8B/10B comme défini au § 11 de la norme ANSI INCITS 230. Puis un bloc de données codées de 50 bits devrait être généré à partir d'un bloc de données source de 40 bits. La Figure 1-17 définit le processus de mise en blocs.

Il convient d'alterner, à chaque mot de 10 bits, la disparité de codage dans un train à 10,692 Gbit/s. La valeur initiale de disparité négative devrait être attribuée au premier mot SAV du canal CH1 de chaque ligne.

FIGURE 1-17

Alignement des données et codage 8B/10B des blocs de données de 4 mots



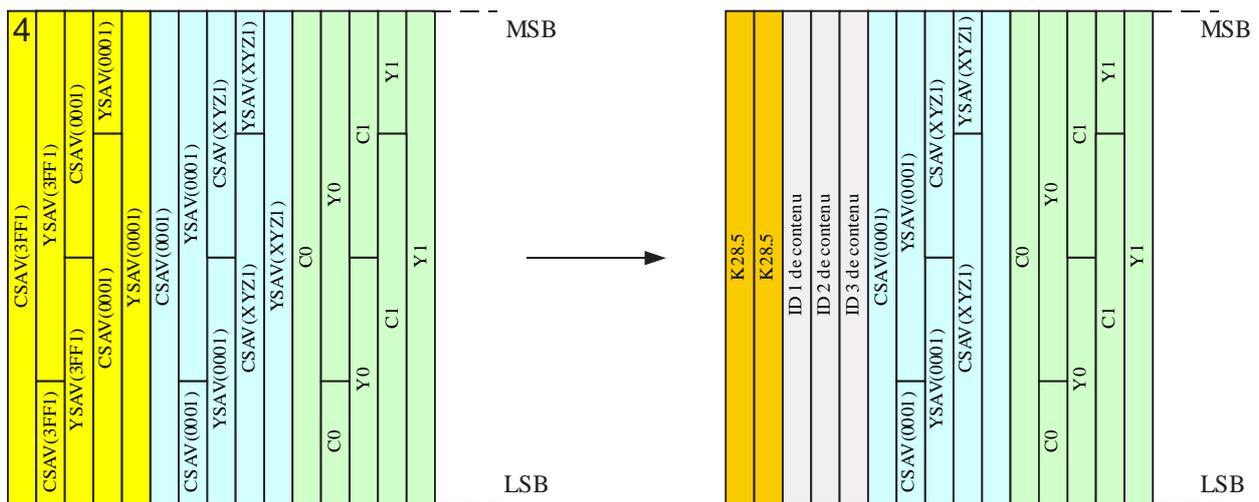
BT.2077-01-B03

B1.1.2 Remplacement de données SAV dans le canal CH1

Dans le train de base CH1, le premier bloc de 40 bits aligné à l'octet au début de chaque SAV devrait être remplacé par un bloc de synchronisation. Ce processus devrait être exécuté avant le codage 8B/10B et devrait être tel qu'il est défini dans la Fig. 1-18.

FIGURE 1-18

Remplacement de données SAV dans le canal CH1



BT.2077-01-B04

Les 2 premiers octets des données SAV alignées à l'octet devraient être remplacées par deux caractères spéciaux K28.5 définis dans le code 8B/10B, et les trois mots suivants des données SAV alignées à l'octet devraient être remplacés par les octets d'identifiant (ID) de contenu tels qu'ils sont définis dans le Tableau 1-15.

Le Tableau 1-15 définit la présentation des mots d'identifiant de contenu.

Le bit 7 de l'identifiant 1 devrait être mis à 0 dans le cas du «train de base 1 920 × 1 080», et la valeur 1 est réservée.

Les bits 5 et 6 de l'identifiant 1 devraient indiquer la structure de mappage et leur valeur devrait être telle qu'elle est définie dans le Tableau 1-17.

Les bits 0 à 4 de l'identifiant 1 devraient indiquer le numéro du système correspondant au train de base CH1 et leur valeur devrait être telle qu'elle est définie dans le Tableau 1-16.

TABLEAU 1-15

Présentation des données d'identifiant de contenu pour le mode A

Bit	7 (MSB)	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
ID 1	Train de base	Structure de mappage = 00		Identifiant du système				
ID 2	Réservé (00 _h)							
ID 3	Réservé (00 _h)							

MSB: bit de poids le plus fort

LSB: bit de poids le plus faible

TABLEAU 1-16

Attribution de l'identifiant du système

Identifiant du système	Numéro du système
00000	1.1
00001	1.2
00010 ~ 00011	Réservé
00100	2.1
00101	2.2
00110	2.3
00111	2.4
01000	2.5
01010	Réservé
01011 ~ 01111	Réservé
10000	4.1
10001	4.2
10010	4.3
10011 ~ 10101	Réservé
10110	8.2
10111	8.3
11000	8.4
11001	8.5
11010	Réservé
11011	8.7
11100 ~ 11111	Réservé

TABLEAU 1-17

Valeur de la structure de mappage

00: mode A	01: mode B	10: réservé	11: mode D
------------	------------	-------------	------------

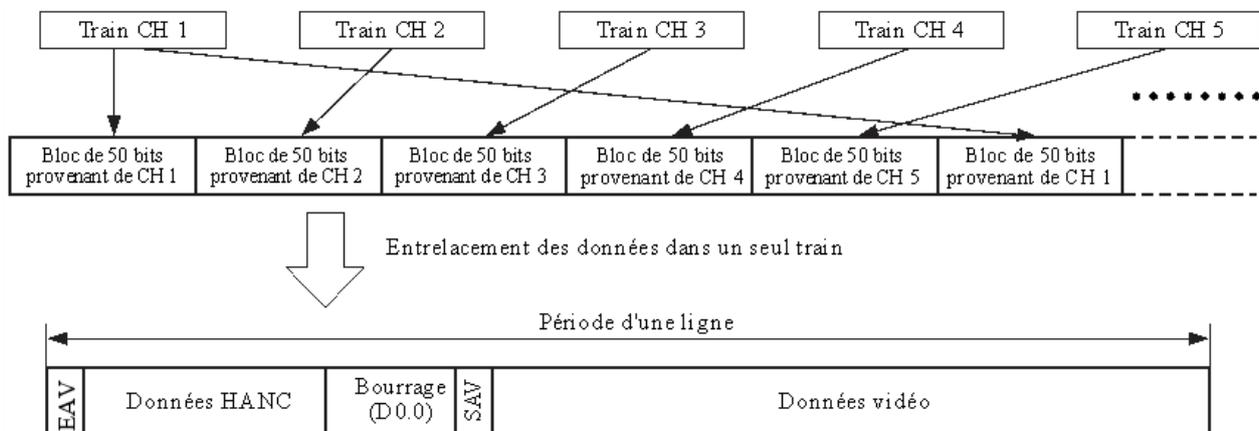
B1.1.3 Train à 10,692 Gbit/s pour la transmission en mode A

Les unités des blocs de données codées de 50 bits provenant des cinq trains source devraient être entrelacées du canal CH1 au canal CH5 comme indiqué dans la Fig. 1-19. Des données de bourrage devraient être ajoutées à la fin des blocs de codes HANC pour ajuster la période d'une ligne de données en mode A en fonction de la période d'une ligne du train source. La longueur des données sur une ligne, et le nombre d'octets de données de bourrage en mode A devraient être tels qu'indiqués dans le Tableau 1-20 de la Pièce jointe A à l'Annexe B à la Partie 1.

Le train entrelacé devrait être mis en série sous la forme d'un train à 10,692 Gbit/s en commençant par le bit LSB.

FIGURE 1-19

Processus d'alignement des données pour une ligne complète



BT.2077-1-B05

B1.2 Mode à 6 canaux (mode B)

Il est possible d'intégrer jusqu'à six trains de base dans le train à 10,692 Gbit/s au moyen du mappage en mode B.

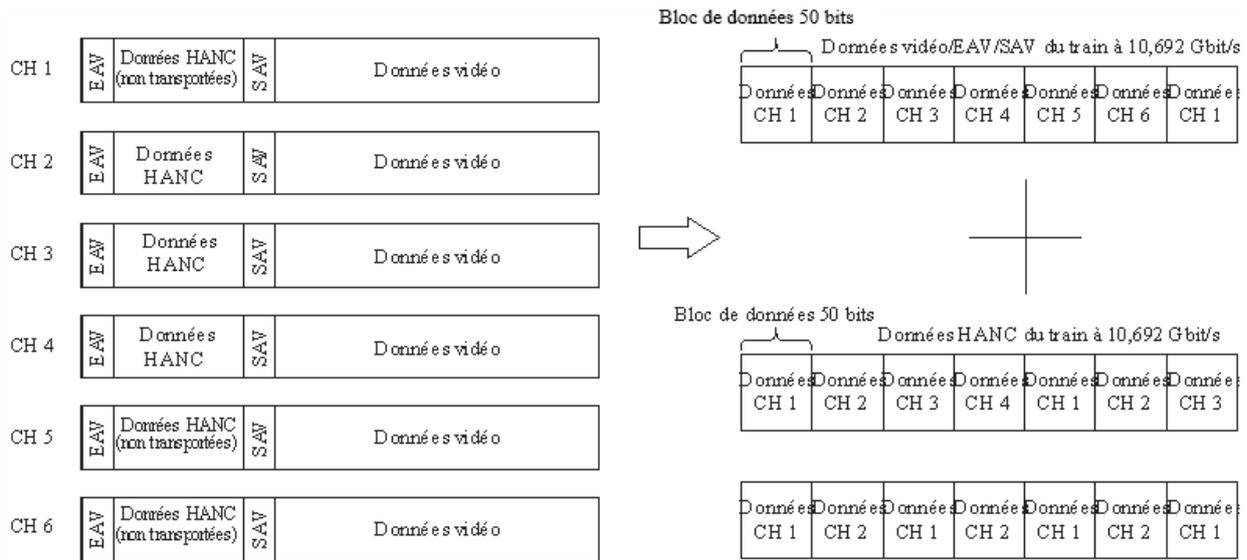
Le mappage en mode B devrait conserver toutes les informations figurant dans les trains de base CH1 à CH6, exception faite des données HANC dans les trains de base attribués aux canaux 5 et 6.

Le train de base CH1 devrait toujours être présent pour la synchronisation du codeur et du décodeur. Les autres canaux, lorsqu'ils ne sont pas utilisés pour les données d'image, devraient être remplis de données de bourrage.

La Figure 1-20 illustre le concept de base du mappage en mode B.

FIGURE 1-20

Entrelacement des trains de base pour le mode B



BT.2077-0-B06

B1.2.1 Mise en blocs de données de 50 bits et codage 8B/10B pour le mode B

Pour le processus de mise en blocs, il convient d'utiliser des blocs de données de quatre mots (40 bits) du train source, à partir des premières données SAV.

Chaque bloc de quatre mots devrait être placé dans cinq mots de 8 bits et devrait ensuite être codé 8B/10B comme défini au § B1.1.1.

B1.2.2 Remplacement de données SAV dans le canal CH1

Le remplacement de données pour chaque SAV du train de base CH1 devrait être tel qu'il est défini au § B1.1.2.

Le Tableau 1-18 définit la présentation des mots d'identifiant de contenu pour le mode B.

TABLEAU 1-18

Présentation des données d'identifiant de contenu pour le mode B

Bit	7 (MSB)	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
ID 1	Train de base	Structure de mappage = 01			Identifiant du système			
ID 2	Division	Réservé (0)						
ID 3	Réservé (00 _h)							

Pour régler le bit 7 de l'identifiant 1, il convient d'utiliser les définitions données au § B1.1.2, et les identifiants 2 et 3 devraient être propres au mode B.

Le bit 7 de l'identifiant 2 devrait être mis à 0 dans le cas de la «division par quatre» et devrait être mis à 1 dans le cas de la «division à entrelacement de 2 échantillons».

Les bits 0 à 6 de l'identifiant 2 devraient être réservés et devraient être mis à 0.

L'identifiant 3 devrait être réservé et devrait être mis à 00_h.

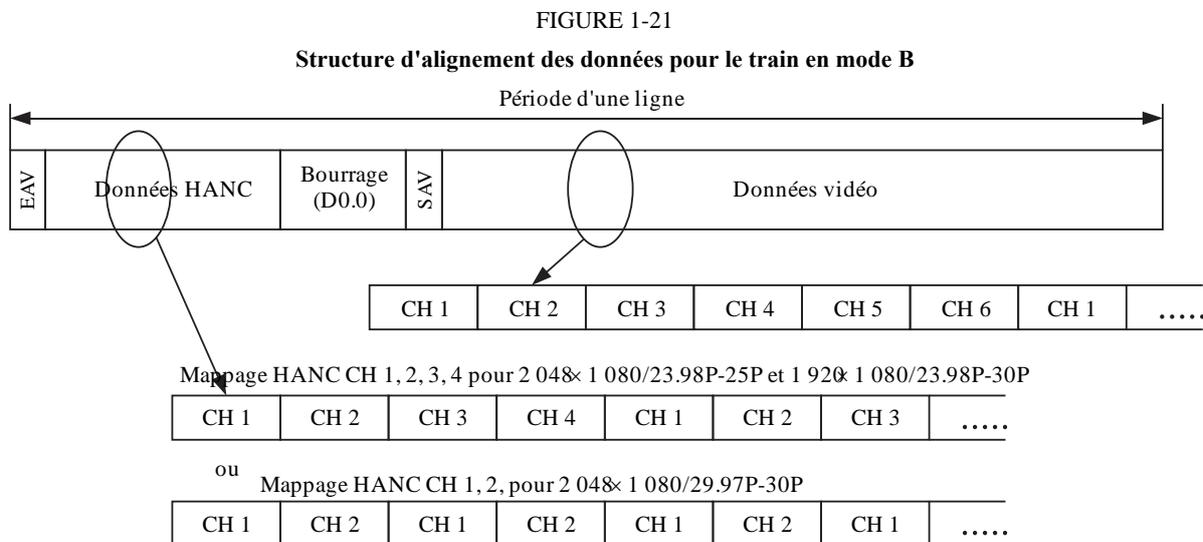
B1.2.3 Train à 10,692 Gbit/s pour la transmission en mode B

La Figure 1-21 définit la structure du train pour la transmission en mode B. Le mappage dans ce mode devrait permettre d'acheminer toutes les données vidéo figurant dans les trains de base CH1 à CH6.

Pour un «train de base $1\,920 \times 1\,080$ », les données HANC figurant dans les canaux CH1 à CH4 aux fréquences d'image de 23,98 Hz à 30 Hz devraient être codées 8B/10B et intégrées dans le train à 10,692 Gbit/s au moyen d'une mise en blocs de 50 bits. Chaque bloc de données HANC de 4 mots devrait être placé dans cinq mots de 8 bits et devrait ensuite être codé 8B/10B de la manière définie au § B1.1.1. Les données HANC figurant dans les autres canaux devraient être éliminées. Toutes les autres données figurant dans les canaux CH1 à CH6 devraient être intégrées de la même manière que pour la transmission en mode A.

Des données de bourrage devraient être ajoutées à la fin des blocs de codes HANC pour ajuster la période d'une ligne de données en mode B en fonction de la période d'une ligne du train source. La longueur des données sur une ligne, et le nombre d'octets de données de bourrage en mode B devraient être tels qu'indiqués dans le Tableau 1-21 de la Pièce jointe A à l'Annexe B à la Partie 1.

Le train entrelacé devrait être mis en série sous la forme d'un train à 10,692 Gbit/s en commençant par le bit LSB.



BT.2077-01-B0'

B1.3 Mode à 8 canaux (mode C)

Le mode C est réservé et n'est pas utilisé dans la présente Recommandation.

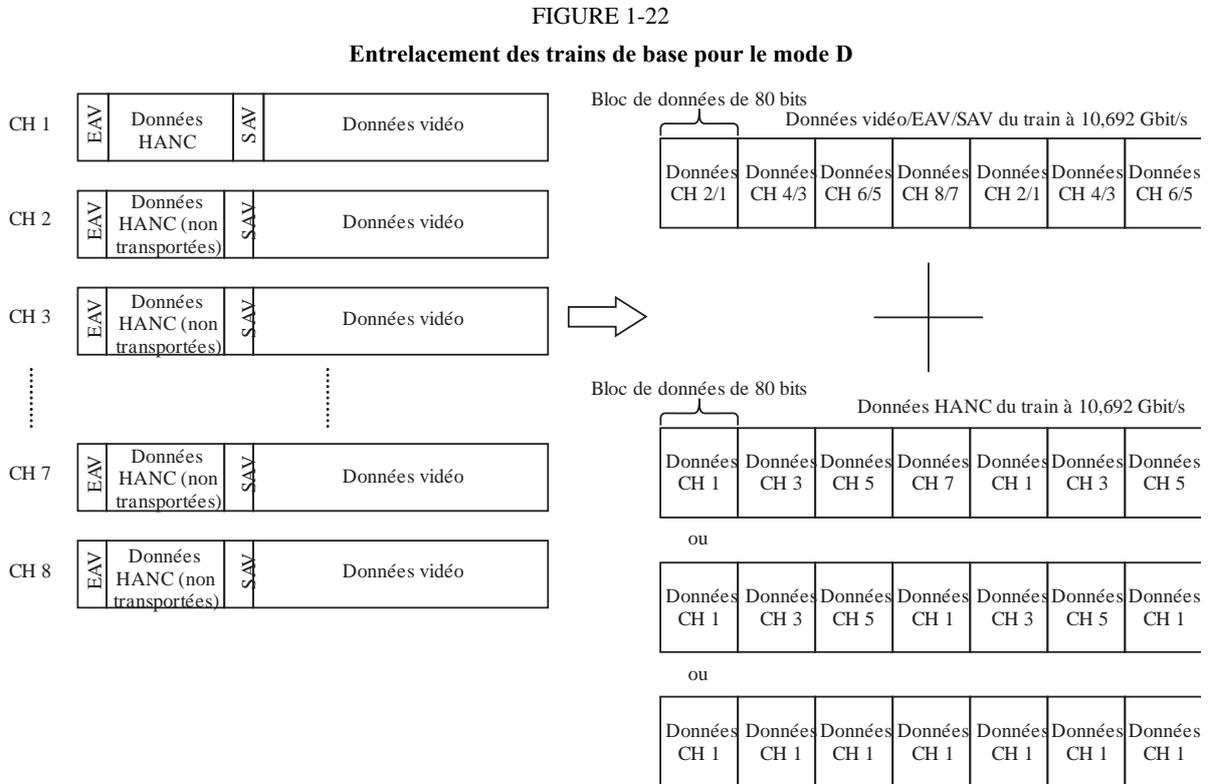
B1.4 Mode à 8 canaux (mode D)

Jusqu'à huit trains de base peuvent être intégrés dans le train à 10,692 Gbit/s au moyen du mappage en mode D. Le mode D devrait être utilisé pour les images des systèmes 8.2 à 8.7, et permet d'acheminer jusqu'à quatre paires d'images des systèmes 2.2 à 2.6 ou jusqu'à deux paires d'images des systèmes 4.1 à 4.3. Le mappage dans ce mode devrait permettre d'acheminer toutes les données vidéo figurant dans les trains de base CH1 à CH8. Le mode D permet également d'acheminer les données HANC figurant dans les canaux CH1, CH3, CH5, CH7 du train de base $1\,920 \times 1\,080$ aux fréquences d'image de 23,98 Hz, 24 Hz et 25 Hz et le canal CH1 du train de base $1\,920 \times 1\,080$ aux fréquences d'image de 29,97 Hz et 30 Hz.

Il convient d'associer une paire de blocs de quatre mots provenant de chacun des trains de base impair et pair de chaque sous-image pour former un bloc de 80 bits. La mise en blocs de 80 bits est décrite en détails au § B1.4.1. La mise en blocs pour l'espace de données HANC du canal CH1 ou des canaux CH1, CH3, CH5, CH7 (liaison A) devrait être telle qu'elle est définie au § B1.1.1.

Les données du train de base CH1 devraient toujours être présentes pour la synchronisation du codeur et du décodeur. Les autres canaux, lorsqu'ils ne sont pas utilisés pour les données vidéo et les données HANC, devraient être remplis de données de bourrage.

La Figure 1-22 illustre le concept de base du mappage en mode D.

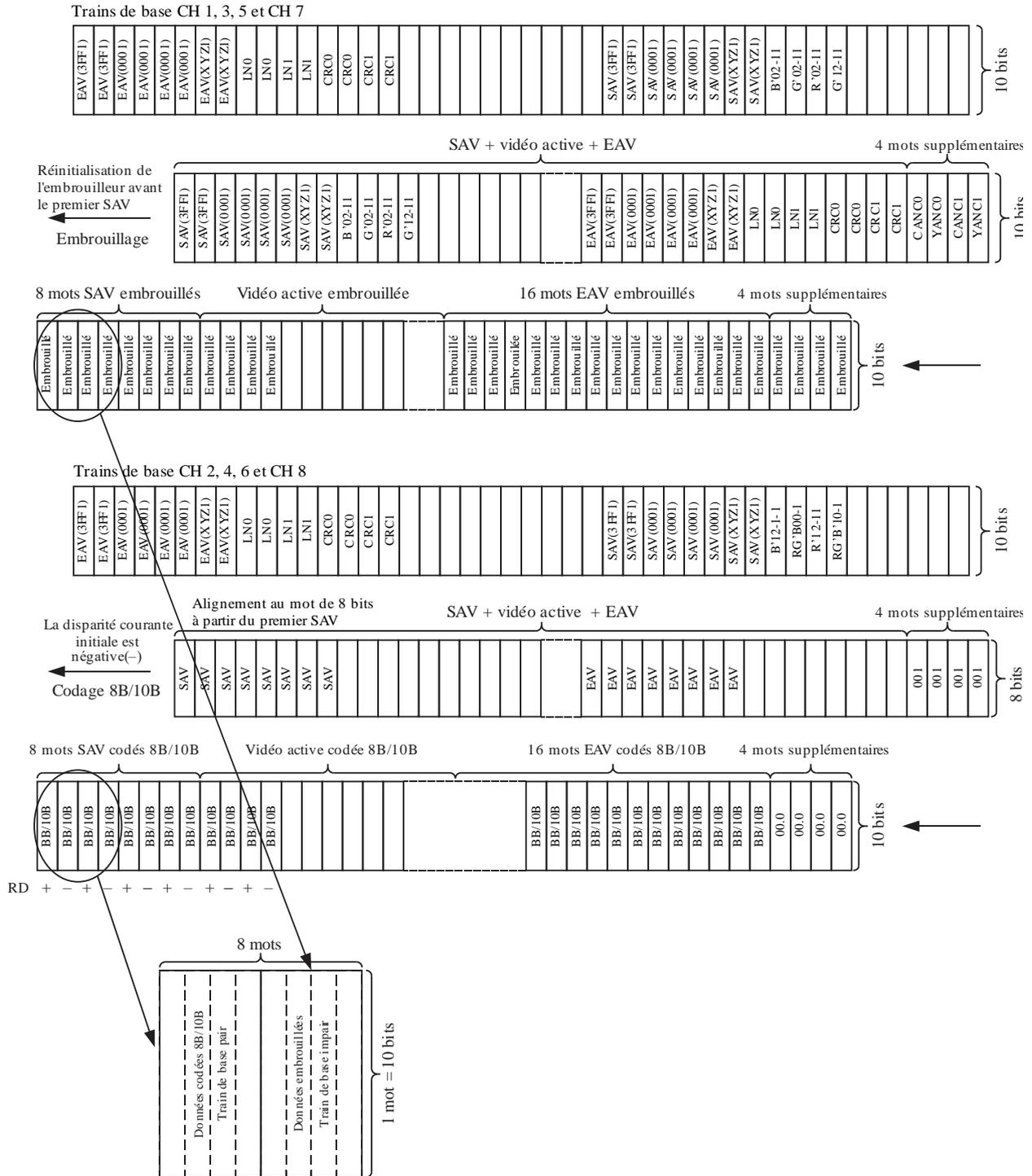


RT 2077.0-R05

B1.4.1 Mise en blocs des données vidéo, embrouillage et codage 8B/10B pour le mode D

Pour l'opération de mappage, il convient d'utiliser des blocs de données de quatre mots (40 bits) du train source, à partir des premières données SAV. La Figure 1-23 illustre de manière détaillée le processus de mise en blocs.

FIGURE 1-23
 Mise en blocs de 80 bits en mode D



Chaque bloc de quatre mots de chaque train de base impair devrait être embrouillé au moyen du polynôme d'embrouillage défini dans la Recommandation UIT-R BT.1120, la valeur initiale de l'embrouilleur étant mise à zéro avant le premier SAV de chaque ligne. Les bits b0 et b1 de $XYZ_h(C)$ dans le SAV des canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 devraient être mis respectivement à (0,0), (0,1), (1,0) et (1,1) afin de randomiser les données embrouillées. Les données embrouillées commencent à 1F5_h, ce qui correspond à la valeur 3FF_h(C) embrouillée, et ne comprennent pas la valeur de registre initiale de 0.

Côté récepteur, le désembrouillage devrait être effectué avec la valeur initiale du désembrouilleur mise à zéro avant le premier SAV de chaque ligne. Après le désembrouillage, les bits b0 et b1 de $XYZ_h(C)$ du SAV devraient être mis à (0,0).

Pour un train de base pair, les bits de parité b8 et b9, et les bits réservés b0 et b1 figurant dans un bloc de données d'un canal alpha devraient être éliminés avant la mise en blocs et les données restantes sur 32 bits d'un bloc de quatre mots devraient être alignées sur la longueur de 4 octets, sauf dans le cas des valeurs LN et CRC d'un canal alpha, où il convient d'utiliser le processus de mise en blocs des données défini au § B1.4.2.

Le bloc de quatre octets provenant d'un train de base pair devrait être codé 8B/10B pour former un bloc de données de 40 bits; la disparité courante (RD) des données codées 8B/10B devrait être alternativement positive et négative à partir du premier SAV.

Il convient d'entrelacer un bloc de données codées 8B/10B de 40 bits provenant d'un train de base pair suivi d'un bloc de données embrouillées de 40 bits provenant d'un train de base impair pour former un bloc de 80 bits.

Dans le cas d'images du système 8.2, les canaux d'entrée inutilisés pour les trains de base pairs (liaison B) ne devraient pas être utilisés.

B1.4.2 Mise en blocs des données de la zone CRC et LN d'un train de base pair

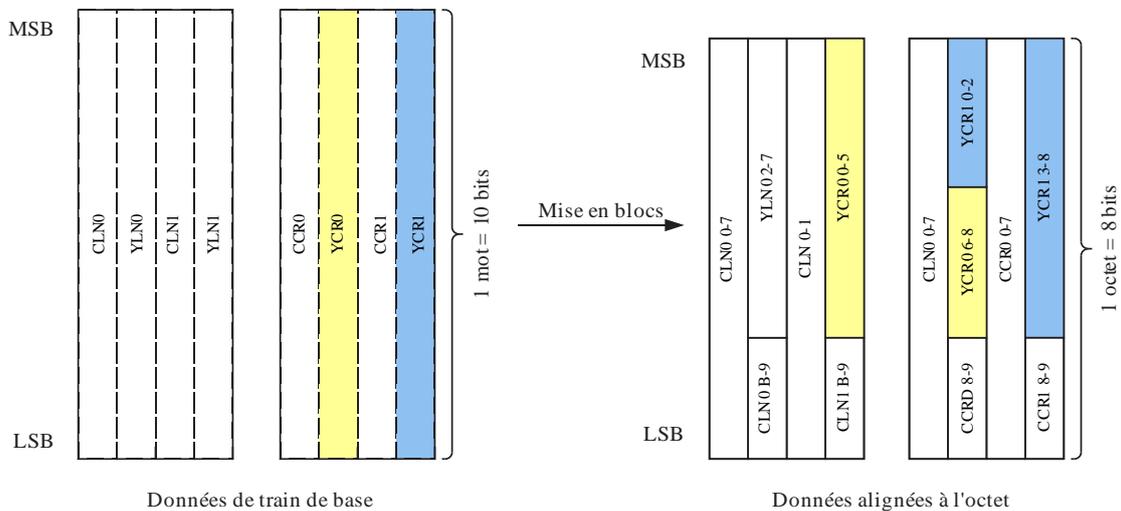
Les 18 bits de données CRC figurant dans le canal alpha d'un train de base pair devraient être placés dans trois zones de 6 bits à l'intérieur de deux blocs de données de 4 octets comme illustré dans la Fig. 1-24 et comme défini au § B1.3.2. Le bit de parité (b9) des mots CRC devrait être éliminé avant la mise en blocs.

Les 6 bits de plus faible poids du mot YCR0 devraient être placés après le mot CLN1. Les 3 bits de plus fort poids du mot YCR0 et les 3 bits de plus faible poids du mot YCR1 devraient être placés après le mot CCR0. Les 6 bits de plus fort poids du mot YCR1 devraient être placés après le mot CCR1.

Ces processus de mise en blocs devraient être utilisés pour la mise en blocs (4 mots) des valeurs CRC et LN d'un train de base pair.

FIGURE 1-24

Mise en blocs des mots CRC et LN

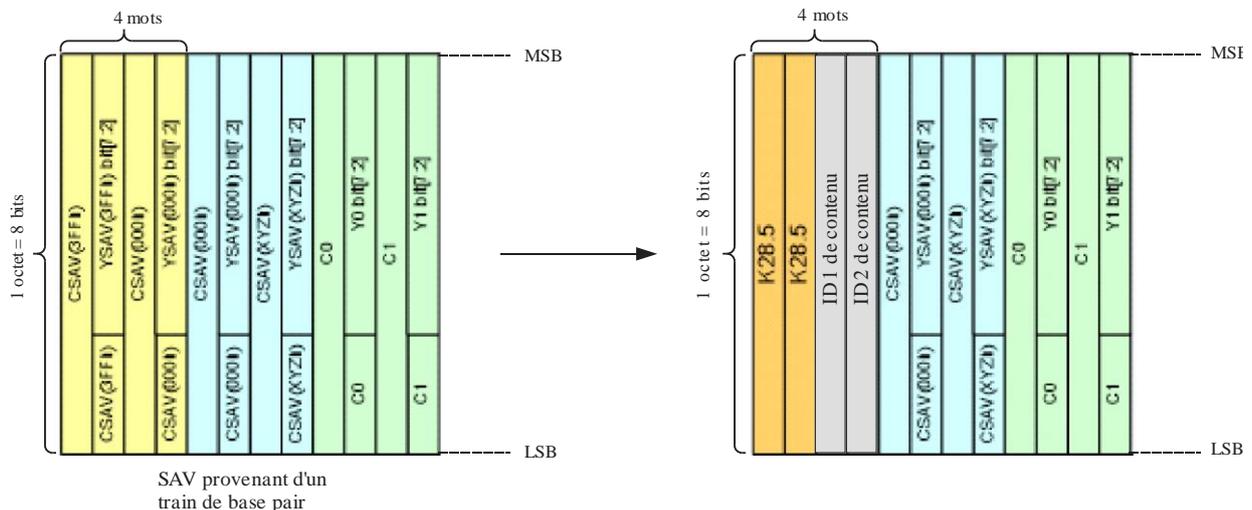


B1.4.3 Remplacement de données SAV dans le canal CH2

Le remplacement de données par des mots de synchronisation devrait être effectué sur les données alignées à l'octet au début du SAV du train de base CH2 en mode D. Ce processus devrait être exécuté avant le codage 8B/10B.

Les deux premiers mots du SAV devraient être remplacés par deux caractères spéciaux K28.5 définis dans le codage 8B/10B, et les deux mots suivants des données alignées à l'octet devraient être remplacés par des identifiants (ID) de contenu. Ces processus sont illustrés dans la Fig. 1-25.

FIGURE 1-25
Remplacement de données SAV dans le canal CH2



BT.2077-01-B11

Le Tableau 1-19 spécifie la présentation des mots d'identifiant de contenu pour le mode D. Pour régler l'identifiant 1, il convient d'utiliser les définitions données au § B1.1.2, et l'identifiant 2 devrait être propre au mode D. L'identifiant du système devrait correspondre au numéro du système du train de base CH1 tel qu'il est défini dans le Tableau 1-16.

TABLEAU 1-19

Présentation des données d'identifiant de contenu pour le mode D

Bit	7 (MSB)	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
ID 1	Train de base	Structure de mappage = 11			Identifiant du système			
ID 2	Division	Réservé (0)						

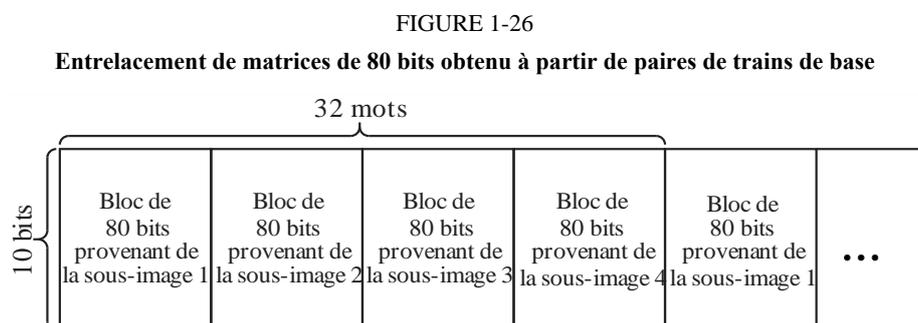
Le bit 7 de l'identifiant 1 devrait être mis à 0 dans le cas du «train de base 1 920 × 1 080».

Le bit 7 de l'identifiant 2 devrait être mis à 0 dans le cas de la «division en quatre» et devrait être mis à 1 dans le cas de la «division à entrelacement de 2 échantillons». La division en quatre et la division à entrelacement de 2 échantillons sont définies dans l'Annexe A à la Partie 1.

Les bits 0 à 6 de l'identifiant 2 devraient être réservés et devraient être mis à 0.

B1.4.4 Train à 10,692 Gbit/s pour la transmission en mode D

La Figure 1-26 illustre la structure du train de données vidéo pour la transmission en mode D. Les données provenant de chaque sous-image devraient être entrelacées sur la base de blocs de 80 bits.



BT.2077-0-B12

La Figure 1-27 illustre la structure du train pour la transmission en mode D.

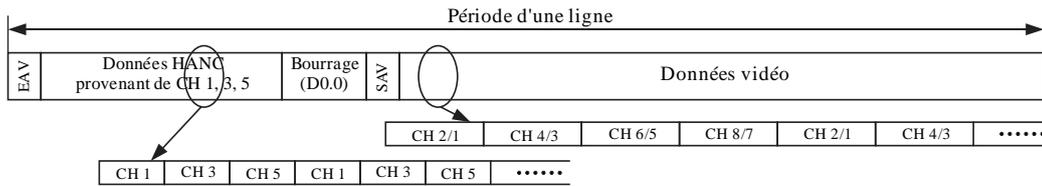
Dans le cas d'un train de base $1\,920 \times 1\,080$, les données HANC figurant dans les canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 aux fréquences d'image de 23,98 Hz, 24 Hz, 25 Hz, et les données HANC figurant dans le canal CH1 aux fréquences d'image de 29,97 Hz, 30 Hz devraient être codées 8B/10B et intégrées dans le train à 10,692 Gbit/s au moyen d'une mise en blocs de 50 bits. Les données HANC figurant dans les autres canaux devraient être éliminées. Toutes les autres données figurant dans les canaux CH1 à CH8 devraient être intégrées au moyen d'un entrelacement de blocs de 80 bits.

Le train entrelacé devrait être mis en série sous la forme d'un train à 10,692 Gbit/s en commençant par le bit LSB. La longueur des données sur une ligne en mode D devraient être telle qu'indiquée dans le Tableau 1-22 de la Pièce jointe A à l'Annexe B à la Partie 1.

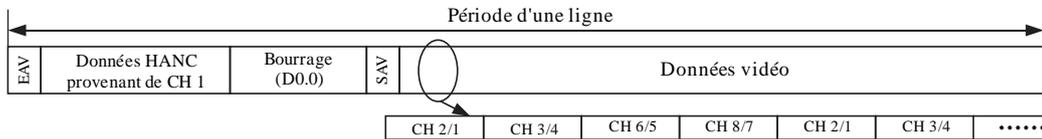
FIGURE 1-27

Structure d'alignement des données pour le mode D

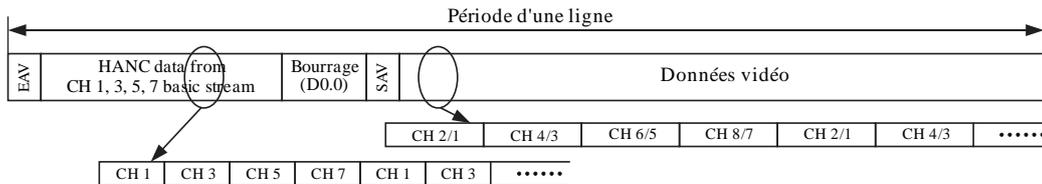
Mappage HANC CH 1, 3, 5 pour 2 048x 1 080/23.98P-24P, 25P



Mappage HANC CH 1 pour 1 920x 1 080/29.97P, 30P



Mappage HANC CH 1, 3, 5, 7 pour 1 920x 1 080/23.98P, 24P, 25P



BT.2077-4-B13

Pièce jointe A**à l'Annexe B****à la Partie 1
(normative)****Longueur des données sur une ligne en mode A, B et D**

La longueur des données sur une ligne en mode A, B et D devrait être telle qu'indiquée dans les Tableaux 1-20, 1-21 et 1-22 respectivement.

TABLEAU 1-20

Longueur des données sur une ligne (mode A)

Train de base	Numéro du système	Fréquence d'image	Nombre total de mots sur une ligne	Données vidéo	Données HANC et EAV/SAV		Données de bourrage
					CH 1, 2, 3, 4, 5		
1 920 × 1 080	1.1, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 4.1, 4.2, 4.3	23,98 Hz ou 24 Hz	39 600	24 000	CH 1, 2, 3, 4, 5	10 375	5 225
		25 Hz ou 50 Hz	38 016	24 000	CH 1, 2, 3, 4, 5	9 000	5 016
		29,97 Hz, 30 Hz 59,94 Hz ou 60 Hz	31 680	24 000	CH 1, 2, 3, 4, 5	3 500	4 180

TABLEAU 1-21

Longueur des données sur une ligne (mode B)

Train de base	Numéro du système	Fréquence d'image	Nombre total de mots sur une ligne	Données vidéo	Données HANC et EAV/SAV		Données de bourrage
					CH 1, 2, 3, 4		
1 920 × 1 080	1.1, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 4.1, 4.2, 4.3	23,98 Hz ou 24 Hz	39 600	28 800	CH 1, 2, 3, 4	8 360	2 440
		25 Hz ou 50 Hz	38 016	28 800	CH 1, 2, 3, 4	7 260	1 956
		29,97 Hz, 30 Hz 59,94 Hz ou 60 Hz	31 680	28 800	CH 1, 2, 3, 4	2 860	20

TABLEAU 1-22

Longueur des données sur une ligne (mode D)

Train de base	Numéro du système	Fréquence d'image	Nombre total de mots sur une ligne	Données vidéo	Données HANC et EAV/SAV		Données de bourrage
1 920 × 1 080	8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.7	23,98 Hz ou 24 Hz	39 600	30 720	CH 1, 3, 5, 7	8 372	508
		25 Hz	38 016	30 720	CH 1, 3, 5, 7	7 272	24
		29,97 Hz ou 30 Hz	31 680	30 720	CH1	862	98

Pièce jointe B

à l'Annexe B

à la Partie 1 (informative)

Attribution des canaux des trains de base

Les Tableaux 1-23, 1-24, 1-25 et 1-26 donnent des exemples d'attribution des canaux à l'interface à 10,692 Gbit/s.

Le canal CH1 sert de canal de référence dans tous les systèmes d'attribution des canaux.

BB.1 Exemples d'attribution des canaux pour le mode A

Le mode A est utilisé pour transmettre jusqu'à cinq canaux de trains de données à 1,5 Gbit/s, jusqu'à deux paires de trains de données à 1,5 Gbit/s à deux liaisons, un train de données à 1,5 Gbit/s à quatre liaisons ou une combinaison de ces derniers, sous réserve que le nombre total de canaux d'entrée ne dépasse pas cinq. Le Tableau 1-23 donne des exemples d'attribution.

TABLEAU 1-23

Exemples d'attribution des canaux pour le mode A

Train de base 1 920 × 1 080				
CH1	CH2	CH3	CH4	CH5
Système 1.1 1 920/24/P	Système 1.1 1 920/24/P	Système 1.1 1 920/24/P	Système 1.1 1 920/24/P	Système 1.1 1 920/24/P
Système 2.1 1 920/50/P, liaison (train de base) A, B		Système 2.1 1 920/50/P, liaison (train de base) A, B		Système 1.1 1 920/25/P
Système 2.1 1 920/50/P, liaison (train de base) A, B		Système 1.1 1 920/50/I	Système 1.1 1 920/25/P	Système 1.1 1 920/25/P
Système 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 1 920/24/P, liaison (train de base) A, B		Système 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 1 920/24/P, liaison (train de base) A, B		Système 1.1 1 920/24/P ou aucun
Système 1.1 1 920/24/P	Système 1.1 1 920/24/P	Système 1.1 1 920/24/P	Système 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 ou 2.6 1 920/24/P, liaison (train de base) A, B	
Système 4.1, 4.2 ou 4.3 1 920/50/P, train de base A, B, D				Système 1.1 1 920/25/P

NOTE 1 – Les fréquences d'image indiquées dans ce Tableau correspondent à la valeur la plus faible pour chaque système d'image. D'autres fréquences d'image peuvent aussi s'appliquer en fonction du format d'image.

NOTE 2 – Les cases ombrées sont d'utilisation facultative.

BB.2 Exemples d'attribution des canaux pour le mode B

Le mode B est utilisé pour transmettre jusqu'à six canaux de trains de données à 1,5 Gbit/s, jusqu'à trois paires de trains de données à 1,5 Gbit/s à deux liaisons, un train de données à 1,5 Gbit/s à quatre liaisons ou une combinaison de ces derniers, sous réserve que le nombre total de canaux d'entrée ne dépasse pas six. Le Tableau 1-24 donne des exemples d'attribution.

TABLEAU 1-24

Exemples d'attribution des canaux pour le mode B

Train de base 1 920 × 1 080					
CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6
Système 1.1 1 920/24/P	Système 1.1 1 920/24/P	Système 1.1 1 920/24/P	Système 1.1 1 920/24/P	Système 1.1 1 920/24/P	Système 1.1 1 920/24/P
Système 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 ou 2.5 1 920/24/P, liaison (train de base) A, B		Système 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 ou 2.5 1 920/24/P, liaison (train de base) A, B		Système 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 ou 2.5 1 920/24/P, liaison (train de base) A, B	
Système 4.1, 4.2 ou 4.3 1 920/50/P, train de base A, B, D				Système 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 ou 2.5 1 920/25/P liaison (train de base) A, B	

NOTE 1 – Les données HANC figurant dans les canaux CH5 et CH6 sont éliminées.

NOTE 2 – Les fréquences d'image indiquées dans ce Tableau correspondent à la valeur la plus faible pour chaque système d'image. D'autres fréquences d'image peuvent aussi s'appliquer en fonction du format d'image.

NOTE 3 – Les cases ombrées sont d'utilisation facultative.

BB.3 Exemples d'attribution des canaux pour le mode D

Le mode D est utilisé pour transmettre des trains de base 1 920 × 1 080 jusqu'à huit liaisons des systèmes 8.2 à 8.7 à des fréquences d'image comprises entre 23,98 Hz et 30 Hz.

Le mode D est également utilisé pour transmettre des trains de base 1 920 × 1 080 jusqu'à quatre liaisons à des fréquences d'image comprises entre 50 Hz et 60 Hz ou une combinaison de ces derniers, sous réserve que le nombre total de canaux d'entrée ne dépasse pas huit.

Le Tableau 1-25 donne des exemples d'attribution.

TABLEAU 1-25
Attribution des canaux pour le mode D

Train de base 1 920 × 1 080							
CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6	CH7	CH8
Système 8.2, 8.3, 8.5 ou 8.7 3840/24/P, train de base CH 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8							
Système 2.2, 2.3, 2.4 ou 2.5 1 920/24/P, liaison (train de base) A, B	Système 2.2, 2.3, 2.4 ou 2.5 1 920/24/P, liaison (train de base) A, B		Système 2.2, 2.3, 2.4 ou 2.5 1 920/24/P, liaison (train de base) A, B		Système 2.2, 2.3, 2.4 ou 2.5 1 920/24/P, liaison (train de base) A, B		
	Système 4.1, 4.2 ou 4.3 1 920/50/P, train de base A, B, C, D		Système 2.2, 2.3, 2.4 ou 2.5 1 920/24/P, liaison (train de base) A, B		Système 2.2, 2.3, 2.4 ou 2.5 1 920/24/P, liaison (train de base) A, B		
	Système 4.1, 4.2 ou 4.3 1 920/50/P, train de base A, B, C, D		Système 4.1, 4.2 ou 4.3 1 920/50/P, train de base A, B, C, D				

NOTE 1 – Les données HANC figurant dans les canaux CH2 à CH8 aux fréquences d'image de 29,97 Hz et de 30 Hz et les données HANC figurant dans les canaux CH2, CH4, CH6 et CH8 aux fréquences d'image de 23,98 Hz, 24 Hz et 25 Hz sont éliminées.

NOTE 2 – Les fréquences d'image indiquées dans ce Tableau correspondent à la valeur la plus faible pour chaque système d'image. D'autres fréquences d'image peuvent aussi s'appliquer en fonction du format d'image.

NOTE 3 – Les cases ombrées sont d'utilisation facultative.

Annexe C

à la Partie 1 (normative)

Interface de signaux/données série à 10 Gbit/s – interface à fibre optique

Aperçu

La spécification d'interface définie dans la présente Annexe s'applique aux mises en œuvre utilisant des fibres monomodes sur une distance allant jusqu'à 2 km.

C1 Spécifications optiques et électriques d'une interface série à fibre optique

L'interface est constituée d'un émetteur et d'un récepteur connectés en point à point.

C1.1 Les caractéristiques optiques de l'émetteur aux longueurs d'onde nominales de 1 310 nm et de 1 550 nm devraient être telles qu'elles sont définies dans le Tableau 1-26

Les caractéristiques optiques de l'émetteur pour le multiplexage DWDM à la longueur d'onde nominale de 1 550 nm devraient être telles qu'elles sont spécifiées dans le Tableau 1-26. Les grilles spectrales pour les applications DWDM devraient être conformes à la grille à 100 GHz et au-dessus définie dans la Recommandation UIT-T G.694.1.

Le diagramme de l'œil devrait être mesuré par rapport au gabarit de l'œil au moyen d'un récepteur présentant une réponse de Bessel-Thomson d'ordre quatre avec une fréquence à 3 dB de $0,75 \times 10,692 \text{ GHz} = 8 \text{ GHz}$.

TABLEAU 1-26
Caractéristiques optiques de l'émetteur

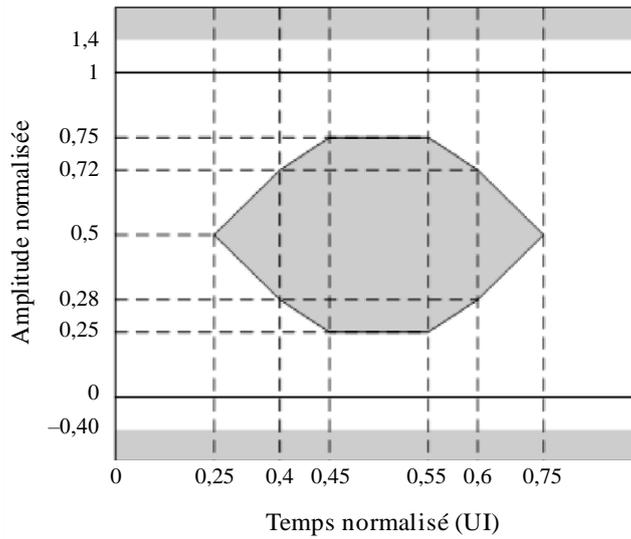
Longueur d'onde nominale	1 310 nm	1 550 nm	Applications DWDM à 1 550 nm
Longueur d'onde optique (nm)	1 260 à 1 355	1 530 à 1 565	1 530 à 1 565
Précision de la longueur d'onde (pm)	Sans objet	Sans objet	-100 à +100
Largeur spectrale à -20 dB (max) (nm)	1	1	1
Puissance d'injection moyenne (max) ⁽¹⁾ (dBm)	+0,5	+4	+4
Puissance d'injection moyenne (min) ⁽¹⁾ (dBm)	-5,5	-4,7	-1
Rapport d'extinction (min) (dB)	6	6	8,2
Puissance réfléchie maximale ⁽¹⁾ (dB)	-12	-21	-21
Gabarit de l'œil pour la sortie optique ⁽²⁾	Voir la Fig. 1-28		
Gabarit de l'œil pour l'entrée électrique ⁽²⁾	Voir la Fig. 1-29 et le Tableau 1-27		
Gigue	Voir le § C 2		
Fonction de transfert électro-optique	'1' logique = puissance optique supérieure / '0' logique = puissance optique inférieure		

⁽¹⁾ – La puissance est la puissance moyenne mesurée au moyen d'un appareil de mesure de puissances moyennes.

⁽²⁾ – Mille signaux accumulés sont recommandés pour le test de conformité au gabarit de l'œil pour la sortie optique de l'émetteur.

FIGURE 1-28

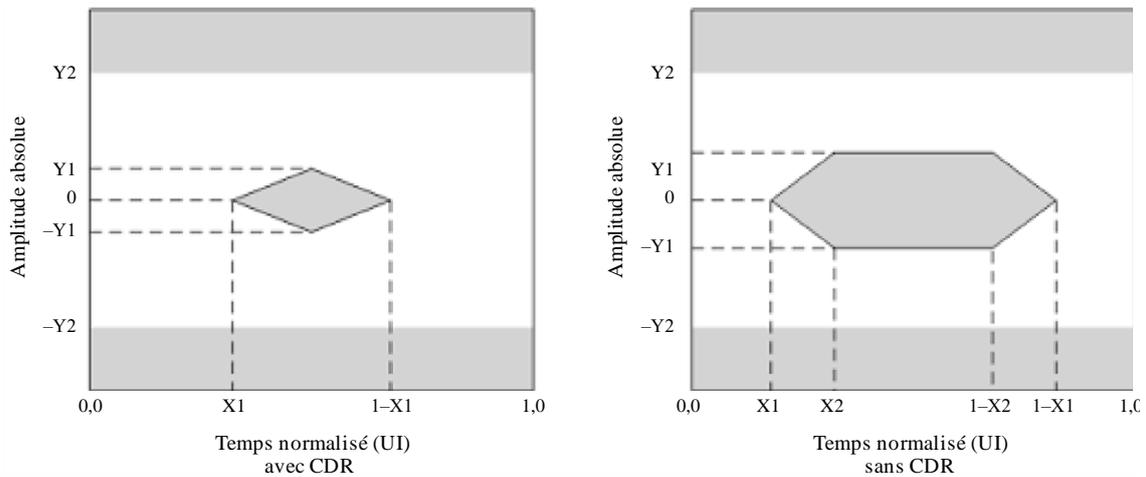
Gabarit de l'œil pour la sortie optique de l'émetteur



BT.2077-0-C01

FIGURE 1-29

Gabarit de l'œil pour l'entrée électrique en mode différentiel de l'émetteur



BT.2077-0-C02

TABLEAU 1-27

Spécifications du gabarit de l'œil pour l'entrée électrique en mode différentiel de l'émetteur

Application		Avec CDR	Sans CDR
Gabarit de l'œil	x1	0,305 UI max	0,12 UI max
Gabarit de l'œil	x2	Sans objet	0,33 UI max
Gabarit de l'œil	Y1	60 mV min	95 mV min
Gabarit de l'œil	Y2	410 mV max	350 mV max

C1.2 Les caractéristiques des fibres optiques devraient être telles qu'elles sont définies dans le Tableau 1-28

Les connecteurs spécifiés pour l'émetteur-récepteur optique devraient être de type LC/PC simplex/duplex comme défini dans la norme CEI 61754-20. Les connecteurs situés de l'autre côté des câbles d'adaptation installés entre les émetteurs-récepteurs optiques et les panneaux de connexion peuvent facultativement être spécifiés comme étant de type SC, ST, FC, MU, etc.

TABLEAU 1-28

Caractéristiques des liaisons à fibres optiques

Type de fibre	Monomode (comme défini dans la norme CEI 60793-2)
Connecteur	LC/PC simplex/duplex (comme défini dans la norme CEI 61754-20)

Les caractéristiques du récepteur devraient être telles qu'elles sont définies dans le Tableau 1-29.

La sortie électrique avec ou sans récupération des données d'horloge (CDR) au niveau du connecteur d'un module de réception sur une carte hôte devrait être telle qu'elle est définie dans la Fig. 1-30 et dans les Tableaux 1-29, 1-30 et 1-31.

Dans les limites de la plage d'entrée du récepteur, on devrait parvenir à un taux BER $< 10^{-12}$ lorsqu'on utilise les signaux de test définis dans la Recommandation UIT-R BT.1729 ou une séquence PRBS de $2^{31}-1$ bits (lorsque les éléments du système sont testés au moyen d'appareils basés sur le BER).

Un BER $< 10^{-14}$ est recommandé.

NOTE – Le générateur de séquence PRBS de $2^{31}-1$ bits est défini dans la norme IEEE 802.3ae-2002.

TABLEAU 1-29

Caractéristiques optiques du récepteur

Longueur d'onde nominale	1 310 nm	1 550 nm	Applications DWDM à 1 550 nm
Puissance de réception moyenne (max) ⁽¹⁾	0,5 dBm	-1 dBm	-1 dBm
Puissance de réception moyenne (min) (BER = 10^{-12}) ^{(1), (2)}	-13,5 dBm	-13,5 dBm	-15,5 dBm
Seuil d'endommagement du détecteur (min) ⁽³⁾	+1 dBm	+4 dBm	+4 dBm
Gabarit de l'œil pour la sortie électrique ⁽⁴⁾	Voir la Fig. 1-30 et les Tableaux 1-30 et 1-31		
Gigue	Voir le § C2.1		
Fonction de transfert opto-électrique	Puissance optique supérieure = '1' logique / Puissance optique inférieure = '0' logique		

⁽¹⁾ – La puissance est la puissance moyenne mesurée au moyen d'un appareil de mesure de puissances moyennes.

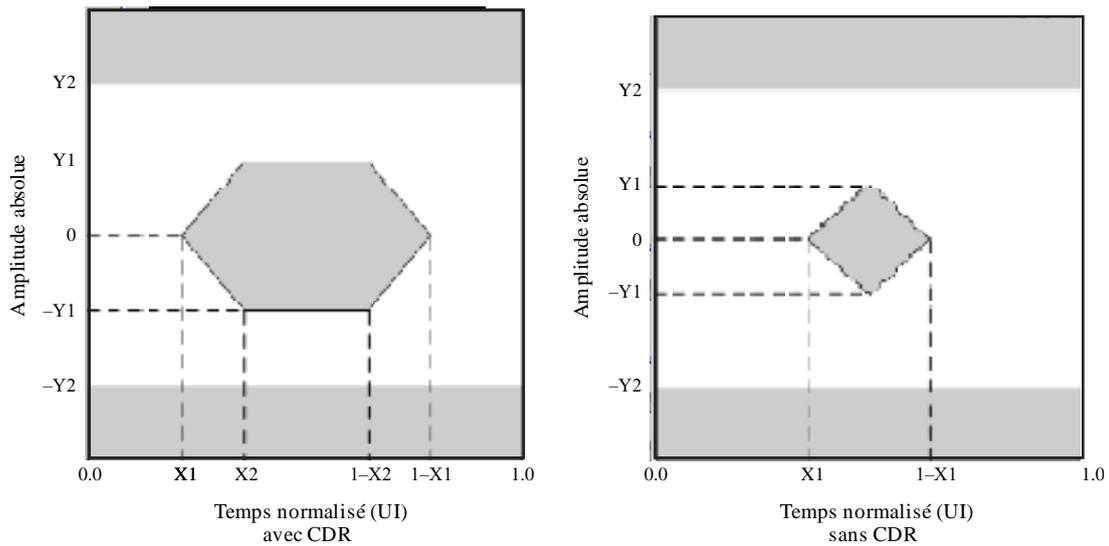
⁽²⁾ – Une mesure pendant 5 minutes est recommandée pour vérifier que BER $< 10^{-12}$ lorsqu'on utilise un appareil de test basé sur le BER.

⁽³⁾ – Pour éviter tout endommagement du récepteur lorsque celui-ci est connecté à un émetteur à 1 550 nm, il est recommandé d'utiliser un seuil d'endommagement du détecteur supérieur à +4 dBm.

⁽⁴⁾ – Il est recommandé d'utiliser mille formes d'onde accumulées pour le test de conformité au gabarit de l'œil pour la sortie électrique du récepteur.

FIGURE 1-30

Gabarit de l'œil pour la sortie électrique en mode différentiel du récepteur



BT.2077-4-C03

TABLEAU 1-30

Spécifications concernant l'entrée optique et la sortie électrique du récepteur

Application	Avec CDR	Sans CDR
Impédance d'entrée/sortie en mode différentiel (typ)	100 ohms	100 ohms
Défaut d'adaptation aux extrémités (max)	5%	5%
Affaiblissement d'adaptation d'entrée/sortie en mode différentiel (min) (Note 1) SDD11/SDD22	20 dB (0,05-0,1 GHz) 8 dB (0,1-5,5 GHz) Note 1 (5,5-12 GHz)	Note 2 (0,01-4,1 GHz) Note 3 (4,1-11,1 GHz)
Affaiblissement d'adaptation d'entrée/sortie en mode commun (min) SCC11 (Note 5)/SCC22	3 dB (0,1-15 GHz)	Note 4 (0,01-2,5 GHz) 3 dB (2,5-11,1 GHz)

NOTE 1 – L'affaiblissement d'adaptation en mode différentiel est donné par les formules SDD11 (dB) et SDD22 (dB) = $8 - 20,66 \times \log_{10}(f/5,5)$, avec f en GHz.

NOTE 2 – L'affaiblissement d'adaptation en mode différentiel est donné par les formules SDD11 (dB) et SDD22 (dB) = $12 - 2 \times \sqrt{f}$, avec f en GHz.

NOTE 3 – L'affaiblissement d'adaptation en mode différentiel est donné par les formules SDD11 (dB) et SDD22 (dB) = $6,3 - 13 \times \log_{10}(f/5,5)$, avec f en GHz.

NOTE 4 – L'affaiblissement d'adaptation de sortie en mode commun est donné par la formule SCC22 (dB) = $7 - 1,6 \times f$, avec f en GHz.

NOTE 5 – L'affaiblissement d'adaptation d'entrée en mode commun SCC11 n'est pas spécifié pour les caractéristiques d'entrée des applications sans CDR.

TABLEAU 1-31

Spécifications du gabarit de l'œil pour la sortie électrique en mode différentiel du récepteur

Application		Avec CDR	Sans CDR
Gabarit de l'œil	x1	0,17 UI max	0,35 UI max
Gabarit de l'œil	x2	0,42 UI max	Sans objet
Gabarit de l'œil	Y1	170 mV min	150 mV min
Gabarit de l'œil	Y2	425 mV max	425 mV max

C2 Spécifications de la gigue à l'interface série à fibre optique**C2.1 La gigue de rythme pour les transitions du signal de données devrait être mesurée conformément à la Recommandation UIT-R BT.1363**

Les paramètres de mesure sont définis dans la Recommandation UIT-R BT.1363 et devraient avoir les valeurs définies dans le Tableau 1-32. Les spécifications de la gigue définies dans la présente section devraient s'appliquer aux récepteurs optiques avec CDR.

TABLEAU 1-32

Spécifications de la gigue

Paramètre	Valeur	Description
f_1	10 Hz	Limite de spécification basse fréquence
f_2	20 kHz	Limite de bande supérieure pour A1
f_3	4 MHz	Limite de bande inférieure pour A2
f_4	> 1/10 de la fréquence d'horloge	Limite de spécification haute fréquence
A1	10 UI	Gigue de rythme: l'amplitude de la gigue sinusoïdale devrait être inférieure à $2 \times 10^5 / f + 0,1$ UI pour $20 \text{ kHz} < f \leq 4 \text{ MHz}$
A2	0,15 UI	Gigue d'alignement: l'amplitude de la gigue sinusoïdale devrait être inférieure à 0,15 UI pour $f > 4 \text{ MHz}$
Critère d'erreur	BER = 10^{-12}	Critère pour l'apparition d'erreurs
Signal de test	PRBS $2^{31}-1$ ou signal de test de l'UIT-R	Le débit de données de la séquence PRBS $2^{31}-1$ devrait être de 10,692 Gbit/s ou de 10,692/1,001 Gbit/s ou signal de test UIT-R BT.1729 codé dans chaque train de base conformément à la Partie 1 de la présente Recommandation (Notes 1, 2)

NOTE 1 – Pour la mesure, on peut utiliser n'importe quel système d'image et n'importe quel mode de mappage applicables.

NOTE 2 – On choisit un signal de test conforme à la Recommandation UIT-R BT.1729 pour les mesures sur site de la gigue.

NOTE 3 – Voir la Recommandation UIT-R BT.1363 pour la définition des termes relatifs à la gigue.

C2.2 L'émetteur et le récepteur optiques devraient respecter les exigences définies dans les Tableaux 1-33 et 1-34

TABLEAU 1-33

Exigences pour le module optique de l'émetteur

Paramètre	Symbole	Conditions	Min	Typ	Max
Largeur de bande de transfert de gigue	BW	PRBS $2^{31}-1$			8 MHz
Pointe de gigue		Fréquence > 50 kHz			1 dB

TABLEAU 1-34

Exigences pour le module optique du récepteur

Paramètre	Symbole	Conditions	Min	Typ	Max
Largeur de bande de transfert de gigue	BW	PRBS $2^{31}-1$			8 MHz
Pointe de gigue		Fréquence > 50 kHz			1 dB

PARTIE 2

1 Définition de termes

Image 8K	Image de 7 680 × 4 320 pixels spécifiée pour le système TVUHD2
Image 4K	Image de 3 840 × 2 160 pixels spécifiée pour le système TVUHD1
Sous-image 4K	Image de 3 840 × 2 160 pixels pour chaque composante de couleur obtenue par sous-échantillonnage d'une image 8K
Image de base	Image de 1 920 × 1 080 pixels pour chaque composante de couleur obtenue par sous-échantillonnage d'une image 4K ou d'une sous-image 4K
8K/ <i>Fr</i>	Image 8K avec une fréquence d'image de <i>Fr</i> (<i>Fr</i> = 120, 120/1,001, 100, 60, 60/1,001, 50, 30, 30/1,001, 25, 24, 24/1,001)
4K/ <i>Fr</i>	Image 4K avec une fréquence d'image de <i>Fr</i> (<i>Fr</i> = 120, 120/1,001, 100, 60, 60/1,001, 50, 30, 30/1,001, 25, 24, 24/1,001)
4Ks/ <i>Fr</i>	Sous-image 4K avec une fréquence d'image de <i>Fr</i> (<i>Fr</i> = 120, 120/1,001, 100, 60, 60/1,001, 50, 30, 30/1,001, 25, 24, 24/1,001)
2K/ <i>Fr</i>	Image de base avec une fréquence d'image de <i>Fr</i> (<i>Fr</i> = 120, 120/1,001, 100, 60, 60/1,001, 50, 30, 30/1,001, 25, 24, 24/1,001)
Train de base	Train de données multiplexées constitué de mots de 12 bits, comprenant un code de référence temporelle EAV (fin de la vidéo active) de quatre mots, un numéro de ligne (LN) de deux mots, un code de détection d'erreur CRCC (code de contrôle de redondance cyclique) de deux mots, des données auxiliaires ou des données de suppression, un code de référence temporelle SAV (début de la vidéo active) de quatre mots, et des données vidéo
Ligne active	1920 mots de données qui constituent une ligne d'une image de base
Image active	1080 lignes qui comprennent toutes les lignes actives
Suppression d'image	Lignes comprises entre une image active et l'image active suivante
Disparité courante	Paramètre binaire indiquant la disparité cumulative (positive ou négative) de tous les caractères de transmission émis précédemment

2 Signaux de données vidéo**2.1 Aperçu du mappage d'images 8K ou 4K dans des signaux de liaison 10G****2.1.1 Mappage d'images 8K ou 4K avec une fréquence d'image de 120 Hz, 120/1,001 Hz ou 100 Hz**

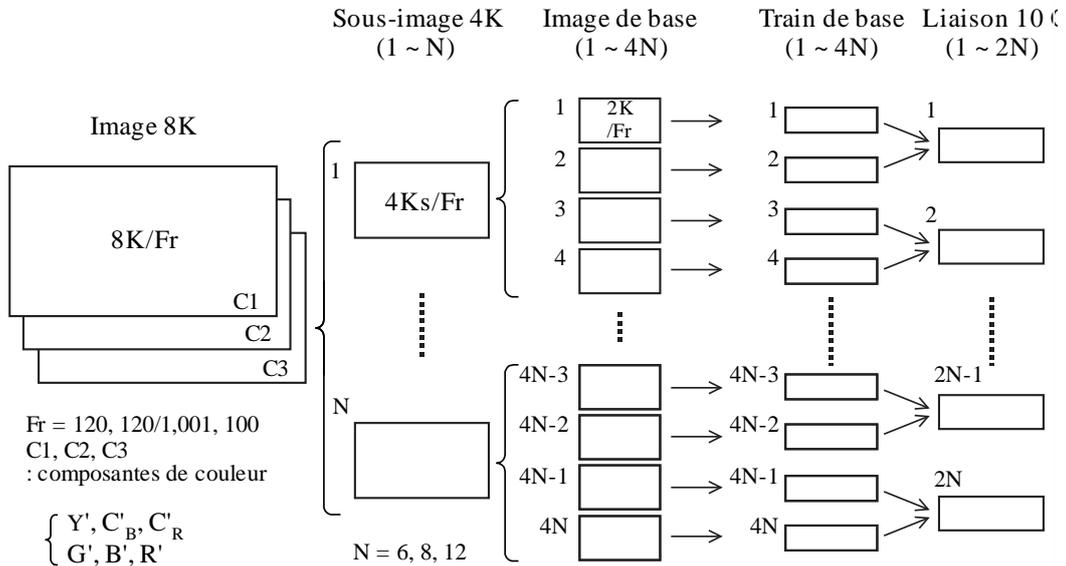
Le mappage d'images 8K avec une fréquence d'image de 120 Hz, 120/1,001 Hz ou 100 Hz dans plusieurs signaux de liaison 10G devrait être tel qu'illustré dans la Fig. 2-1 et le mappage d'images 4K avec une fréquence d'image de 120 Hz, 120/1,001 Hz ou 100 Hz devrait être tel qu'illustré dans la Fig. 2-2. Les composantes de couleur, C1, C2 et C3, de chaque figure devraient correspondre respectivement à Y', C'_B et C'_R ou G', B' et R'.

Pour une image 8K/*Fr* (*Fr* = 120, 120/1,001, 100), les trois composantes de couleur qui constituent l'image devraient respectivement être divisées en quatre pour produire *N* (*N* = 6, 8 ou 12) sous-images 4K, chacune d'elles étant ensuite divisée pour produire 4*N* images de base. Ces 4*N* images de base devraient être converties en 4*N* trains de base, qui sont mappés deux par deux pour générer 2*N* signaux de liaison 10G.

Pour une image $4K/Fr$ ($Fr = 120, 120/1,001, 100$), les trois composantes de couleur qui constituent l'image devraient respectivement être divisées en quatre pour produire M ($M = 6, 8$ ou 12) images de base. Ces M images de base devraient ensuite être converties en M trains de base, qui sont mappés deux par deux pour générer 4 ou 6 signaux de liaison 10G. La raison pour laquelle ce n'est pas $M/2$ est que des signaux de liaison 10G sont générés pour chaque composante de couleur. On trouvera les spécifications détaillées au § 4.2.4.

FIGURE 2-1

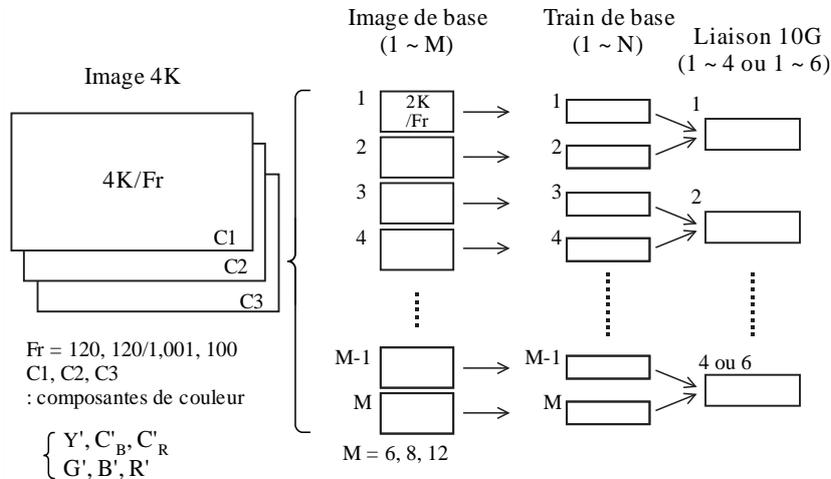
Aperçu du mappage d'images 8K avec une fréquence d'image de 120 Hz, 120/1,001 Hz ou 100 Hz



BT.2077-02-01

FIGURE 2-2

Aperçu du mappage d'images 4K avec une fréquence d'image de 120 Hz, 120/1,001 Hz ou 100 Hz



BT.2077-02-0

2.1.2 Mappage d'images 8K ou 4K avec une fréquence d'image de 60 Hz, 60/1,001 Hz ou 50 Hz

Le mappage d'images 8K avec une fréquence d'image de 60 Hz, 60/1,001 Hz ou 50 Hz dans plusieurs signaux de liaison 10G devrait être tel qu'illustré dans la Fig. 2-3 et le mappage d'images 4K avec une fréquence d'image de 60 Hz, 60/1,001 Hz ou 50 Hz devrait être tel qu'illustré dans la Fig. 2-4.

Pour une image 8K/ Fr ($Fr = 60, 60/1,001, 50$), les trois composantes de couleur qui constituent l'image devraient respectivement être divisées en quatre pour produire N ($N = 6, 8$ ou 12) sous-images 4K, et $4N$ images de base devraient ensuite être générées. Ces $4N$ images de base sont alors converties en $4N$ trains de base, qui devraient être mappés quatre par quatre pour générer N signaux de liaison 10G.

Pour une image 4K/ Fr ($Fr = 60, 60/1,001, 50$), les trois composantes de couleur qui constituent l'image devraient respectivement être divisées en quatre pour produire M ($M = 6, 8$ ou 12) images de base. Ces M images de base devraient ensuite être converties en M trains de base, qui devraient être mappés quatre par quatre pour générer trois signaux de liaison 10G. La raison pour laquelle ce n'est pas $M/4$ est que des signaux de liaison 10G sont générés pour chaque composante de couleur. On trouvera les spécifications détaillées au § 4.2.5.

FIGURE 2-3

Aperçu du mappage d'images 8K avec une fréquence d'image de 60 Hz, 60/1,001 Hz ou 50 Hz

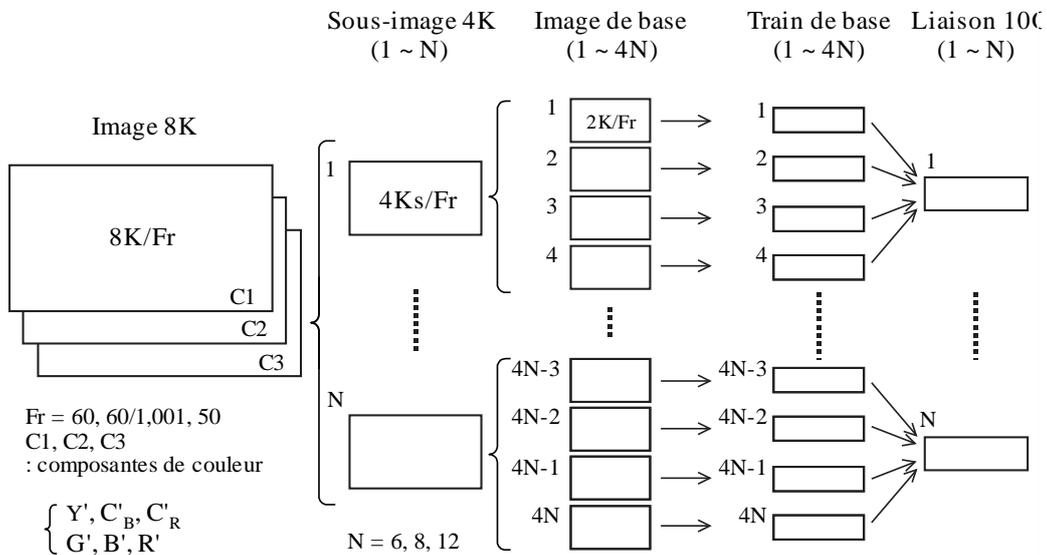
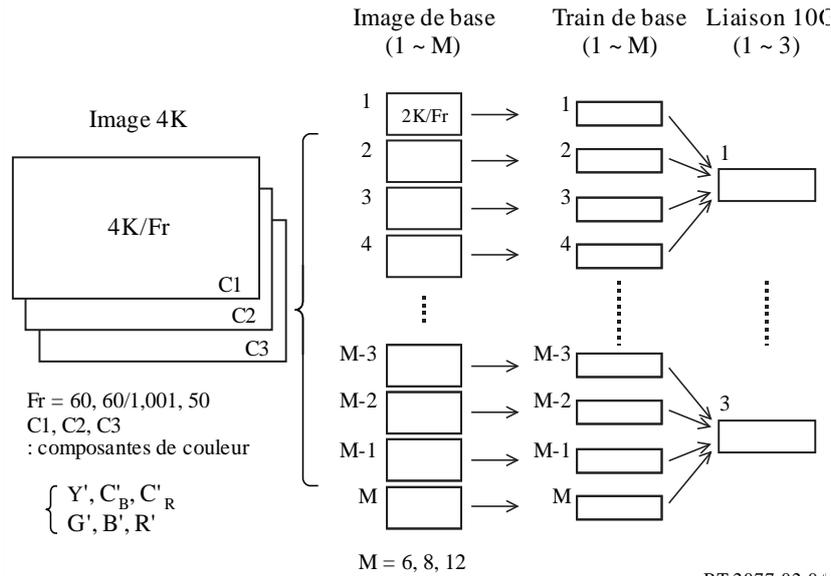


FIGURE 2-4

Aperçu du mappage d'images 4K avec une fréquence d'image de 60 Hz, 60/1,001 Hz ou 50 Hz



2.1.3 Mappage d'images 8K ou 4K avec une fréquence d'image de 30 Hz, 30/1,001 Hz, 25 Hz, 24 Hz ou 24/1,001 Hz

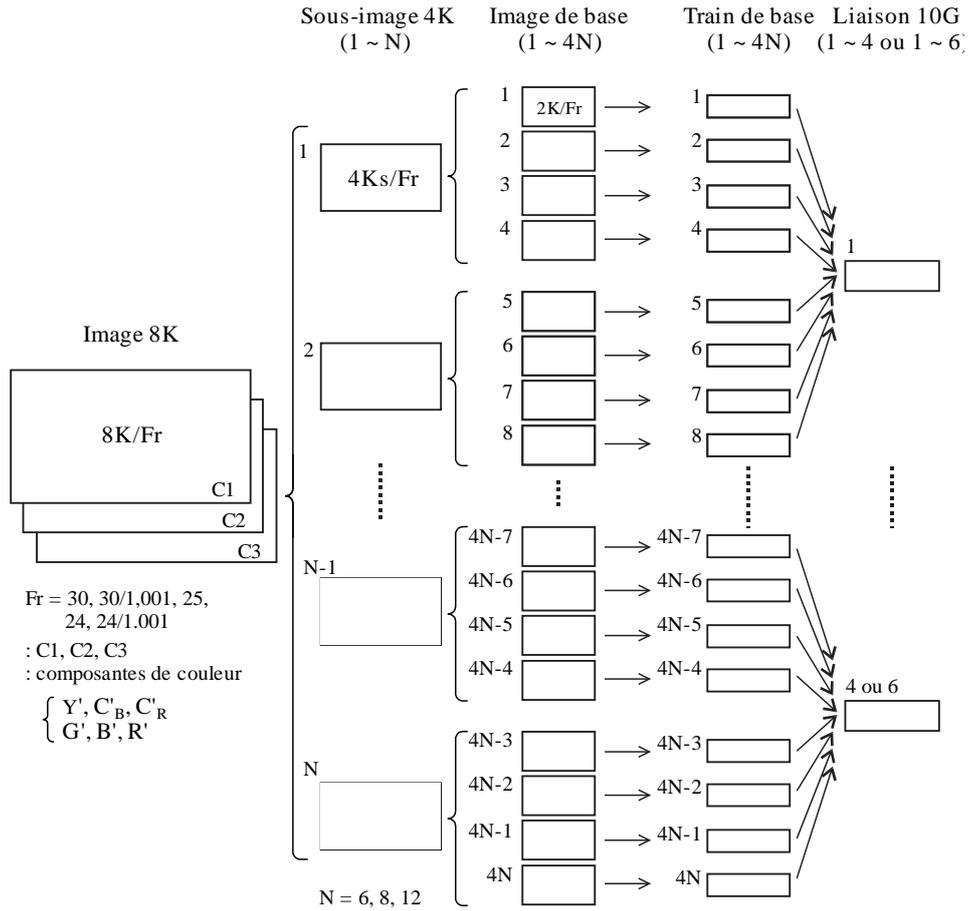
Le mappage d'images 8K avec une fréquence d'image de 30 Hz, 30/1,001 Hz, 25 Hz, 24 Hz ou 24/1,001 Hz dans plusieurs signaux de liaison 10G devrait être tel qu'illustré dans la Fig. 2-5 et le mappage d'images 4K avec une fréquence d'image de 30 Hz, 30/1,001 Hz, 25 Hz, 24 Hz ou 24/1,001 Hz devrait être tel qu'illustré dans la Fig. 2-6.

Pour une image $8K/Fr$ ($Fr = 30, 30/1,001, 25, 24, 24/1,001$), les trois composantes de couleur qui constituent l'image devraient respectivement être divisées en quatre pour produire N ($N = 6, 8$ ou 12) sous-images 4K, et $4N$ images de base devraient ensuite être générées. Ces $4N$ images de base devraient alors être converties en $4N$ trains de base, qui devraient être mappés huit par huit pour générer 4 ou 6 signaux de liaison 10G. La raison pour laquelle ce n'est pas $N/2$ est que des signaux de liaison 10G sont générés pour chaque composante de couleur. On trouvera les spécifications détaillées au § 4.2.3.

Pour une image $4K/Fr$ ($Fr = 30, 30/1,001, 25, 24, 24/1,001$), les trois composantes de couleur qui constituent l'image devraient respectivement être divisées en quatre pour produire M ($M = 6, 8$ ou 12) images de base. Ces M images de base devraient ensuite être converties en M trains de base, qui devraient être mappés huit par huit pour générer trois signaux de liaison 10G. La raison pour laquelle ce n'est pas $M/8$ est que des signaux de liaison 10G sont générés pour chaque composante de couleur. On trouvera les spécifications détaillées au § 4.2.6.

FIGURE 2-5

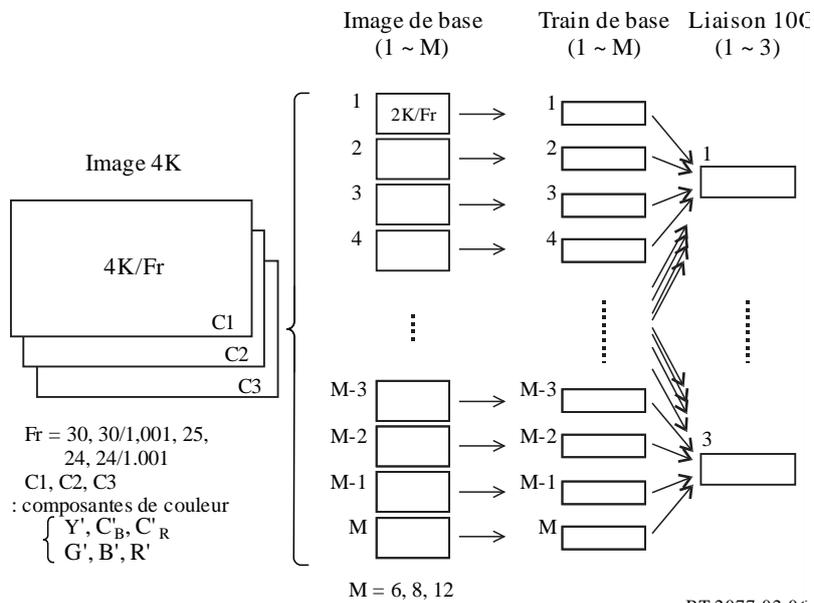
Aperçu du mappage d'images 8K avec une fréquence d'image de 30 Hz, 30/1,001 Hz, 25 Hz, 24 Hz ou 24/1,001 Hz



BT.2077-02-05

FIGURE 2-6

Aperçu du mappage d'images 4K avec une fréquence d'image de 30 Hz, 30/1,001 Hz, 25 Hz, 24 Hz ou 24/1,001 Hz



BT.2077-02-06

2.1.4 Configuration des composantes de couleur et identifiant du système

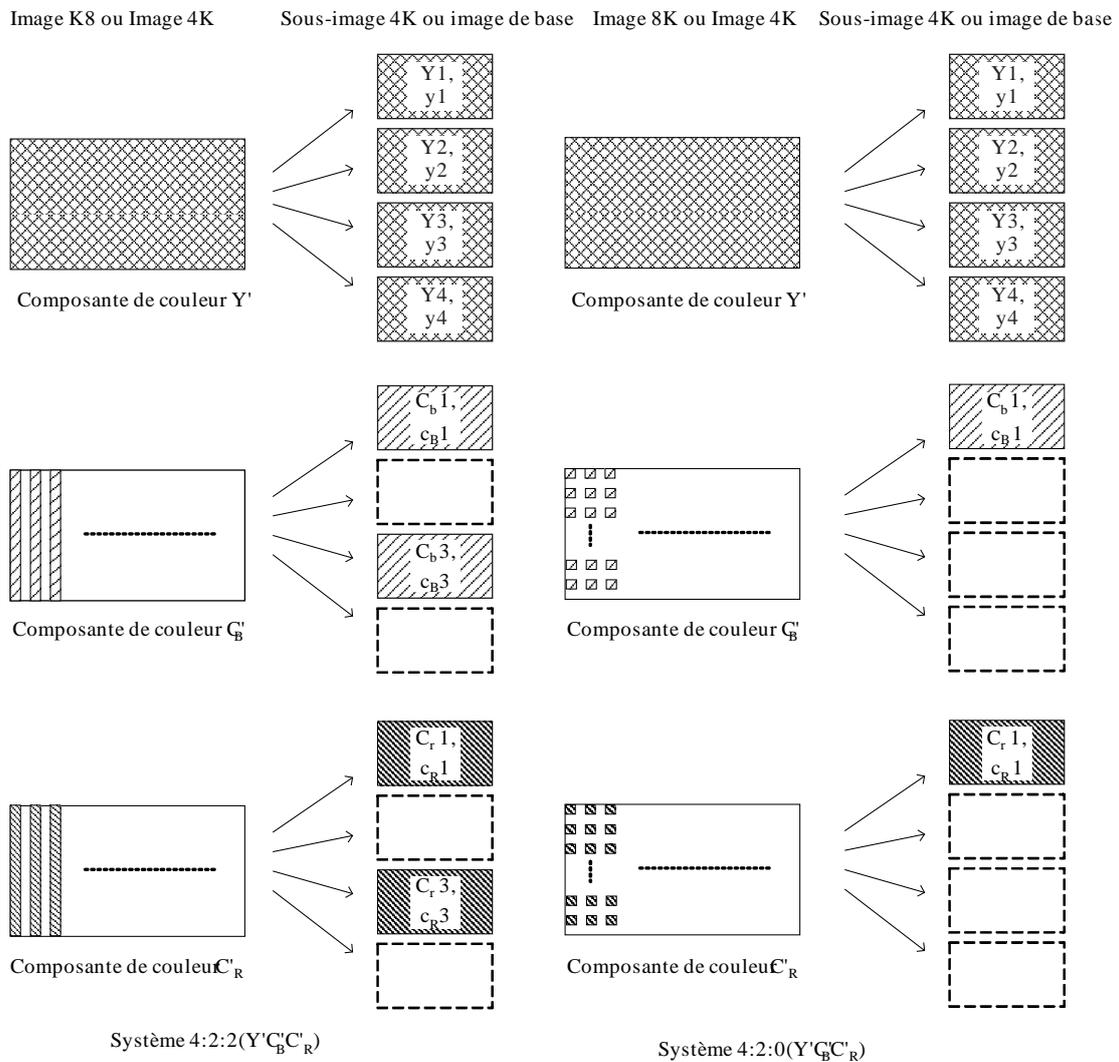
La Figure 2-7 illustre la division d'une image 8K en sous-images 4K et la division d'une image 4K en images de base lorsque les structures d'échantillonnage pour les images 8K et 4K sont 4:2:2 (Y'C_BC_R) ou 4:2:0 (Y'C_BC_R).

Pour la structure d'échantillonnage 4:2:2 (Y'C_BC_R), les composantes de couleur des sous-images 4K générées à partir d'une image 8K devraient être limitées à Y1, Y2, Y3, Y4, C_B1, C_B3, C_R1 et C_R3 et les composantes de couleur des images de base générées à partir d'une image 4K devraient être limitées à y1, y2, y3, y4, c_B1, c_B3, c_R1 et c_R3.

Pour la structure d'échantillonnage 4:2:0 (Y'C_BC_R), les composantes de couleur des sous-images 4K générées à partir d'une image 8K devraient être limitées à Y1, Y2, Y3, Y4, C_B1, C_R1 et les composantes de couleur des images de base générées à partir d'une image 4K devraient être limitées à y1, y2, y3, y4, c_B1 et c_R1.

FIGURE 2-7

Division d'image pour les systèmes 4:2:2 (Y'C_BC_R) et 4:2:0 (Y'C_BC_R)



Les numéros de système correspondant aux formats d'image sont définis dans le Tableau 2-1 pour une image 8K et dans le Tableau 2-2 pour une image 4K.

TABLEAU 2-1
Formats d'image 8K

Image 8K Structure d'échantillonnage	Sous-image 4K		Fréquence d'image (Hz)	Nombre de liaisons 10G	Numéro du système
	Nombre de sous-images (N)	Éléments des composantes de couleur			
8K, 4:4:4(G'B'R')	12	G1, G2, B1, B2, R1, R2, G3, G4, B3, B4, R3, R4	120, 120/1,001	24	U2.1
			100	24	U2.2
			60, 60/1,001	12	U2.3
			50	12	U2.4
			30, 30/1,001	6	U2.5
			25	6	U2.6
			24, 24/1,001	6	U2.7
8K, 4:4:4(Y'C'B'C'R')	12	Y1, Y2, C _{B1} , C _{B2} , C _{R1} , C _{R2} , Y3, Y4, C _{B3} , C _{B4} , C _{R3} , C _{R4}	120, 120/1,001	24	U2.8
			100	24	U2.9
			60, 60/1,001	12	U2.10
			50	12	U2.11
			30, 30/1,001	6	U2.12
			25	6	U2.13
			24, 24/1,001	6	U2.14
8K, 4:2:2(Y'C'B'C'R')	8	Y1, Y2, C _{B1} , C _{R1} , Y3, Y4, C _{B3} , C _{R3}	120, 120/1,001	16	U2.15
			100	16	U2.16
			60, 60/1,001	8	U2.17
			50	8	U2.18
			30, 30/1,001	4	U2.19
			25	4	U2.20
			24, 24/1,001	4	U2.21
8K, 4:2:0(Y'C'B'C'R')	6	Y1, Y2, C _{B1} , C _{R1} , Y3, Y4	120, 120/1,001	12	U2.22
			100	12	U2.23
			60, 60/1,001	6	U2.24
			50	6	U2.25
			30, 30/1,001	4	U2.26
			25	4	U2.27
			24, 24/1,001	4	U2.28

TABLEAU 2-2
Formats d'image 4K

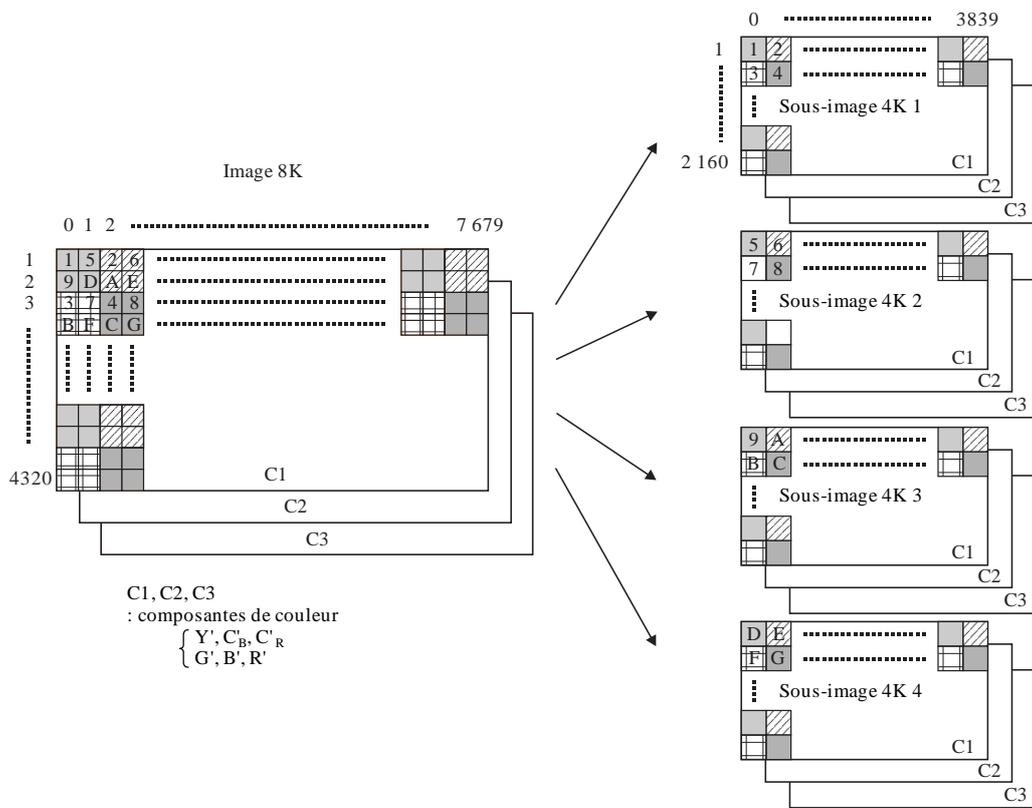
Image 4K Structure d'échantillonnage	Image de base		Fréquence d'image (Hz)	Nombre de liaisons 10G	Numéro du système
	Nombre d'images de base (M)	Éléments des composantes de couleur			
4K, 4:4:4(G'B'R')	12	g1, g2, b1, b2, r1, r2, g3, g4, b3, b4, r3, r4	120, 120/1,001	6	U1.1
			100	6	U1.2
			60, 60/1,001	3	U1.3
			50	3	U1.4
			30, 30/1,001	3	U1.5
			25	3	U1.6
			24, 24/1,001	3	U1.7
4K, 4:4:4(Y'C'B'C'R)	12	y1, y2, c _{B1} , c _{B2} , c _{R1} , c _{R2} , y3, y4, c _{B3} , c _{B4} , c _{R3} , c _{R4}	120, 120/1,001	6	U1.8
			100	6	U1.9
			60, 60/1,001	3	U1.10
			50	3	U1.11
			30, 30/1,001	3	U1.12
			25	3	U1.13
			24, 24/1,001	3	U1.14
4K, 4:2:2(Y'C'B'C'R)	8	y1, y2, c _{B1} , c _{R1} , y3, y4, c _{B3} , c _{R3}	120, 120/1,001	4	U1.15
			100	4	U1.16
			60, 60/1,001	3	U1.17
			50	3	U1.18
			30, 30/1,001	3	U1.19
			25	3	U1.20
			24, 24/1,001	3	U1.21
4K, 4:2:0(Y'C'B'C'R)	6	y1, y2, c _{B1} , c _{R1} , y3, y4	120, 120/1,001	4	U1.22
			100	4	U1.23
			60, 60/1,001	3	U1.24
			50	3	U1.25
			30, 30/1,001	3	U1.26
			25	3	U1.27
			24, 24/1,001	3	U1.28

2.2 Division d'images 8K en sous-images 4K

La division d'images 8K en sous-images 4K devrait être telle qu'illustrée dans la Fig. 2-8. Concernant le numérotage des échantillons pour les images 8K, la ligne la plus haute verticalement devrait être la ligne numéro 1 et la ligne la plus basse devrait être la ligne numéro 4 320; l'échantillon le plus à gauche horizontalement devrait être l'échantillon numéro 0 et l'échantillon le plus à droite devrait être l'échantillon numéro 7 679. Pour les sous-images 4K, le numérotage des échantillons devrait être analogue, la ligne la plus haute verticalement étant la ligne numéro 1 et la ligne la plus basse étant la

ligne numéro 2 160; l'échantillon le plus à gauche horizontalement étant l'échantillon numéro 0 et l'échantillon le plus à droite était l'échantillon numéro 3 839. Les échantillons pairs sur les lignes impaires des images 8K devraient être mappés dans la sous-image 4K 1 et les échantillons impairs sur les lignes impaires des images 8K devraient être mappés dans la sous-image 4K 2; les échantillons pairs sur les lignes paires des images 8K devraient être mappés dans la sous-image 4K 3 et les échantillons impairs sur les lignes paires des images 8K devraient être mappés dans la sous-image 4K 4.

FIGURE 2-8
Division d'images 8K en sous-images 4K



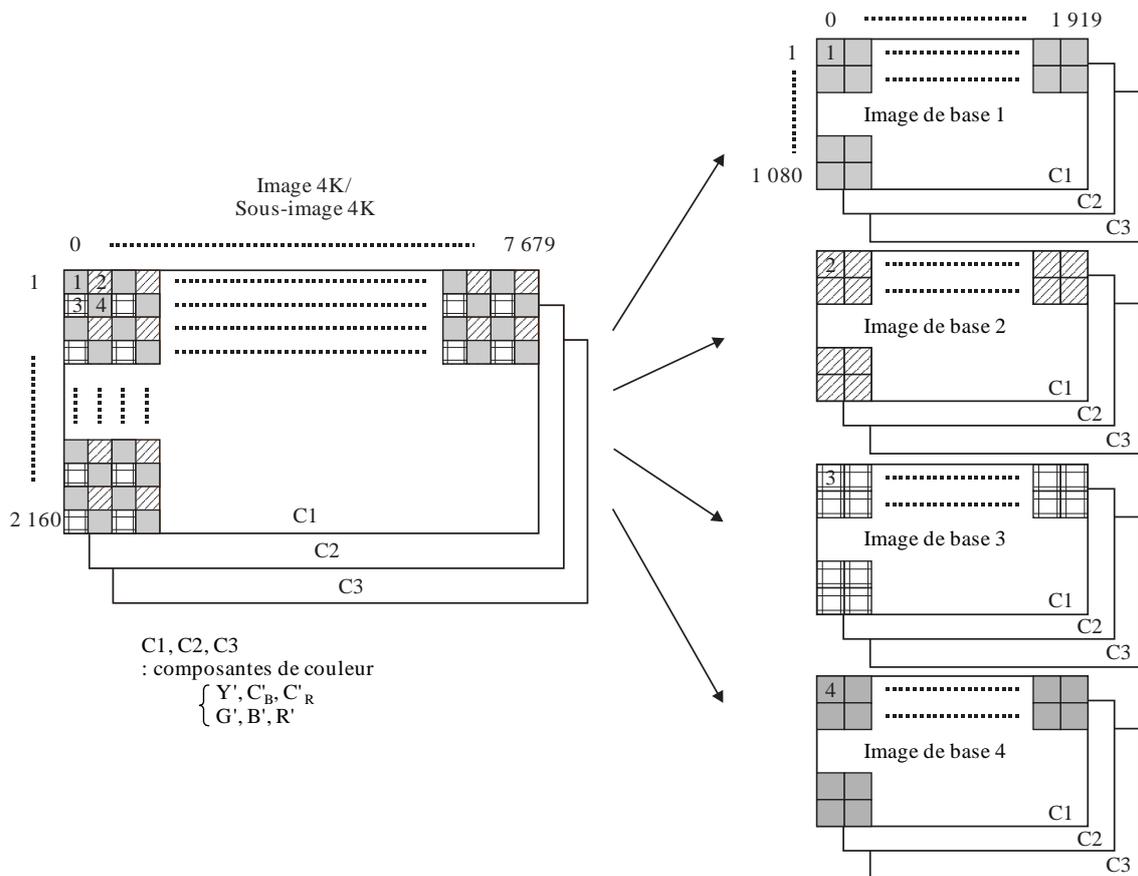
BT.2077-02-0

2.3 Division d'images 4K et de sous-images 4K en images de base

La division d'images 4K et de sous-images 4K en images de base devrait être telle qu'illustrée dans la Fig. 2-9. Le numérotage des échantillons pour les images 4K devrait être identique à celui utilisé pour les sous-images 4K, la ligne la plus haute verticalement étant la ligne numéro 1 et la ligne la plus basse étant la ligne numéro 2 160; l'échantillon le plus à gauche horizontalement étant l'échantillon numéro 0 et l'échantillon le plus à droite était l'échantillon numéro 3 839. Pour les images de base, le numérotage des échantillons devrait être analogue, la ligne la plus haute verticalement étant la ligne numéro 1 et la ligne la plus basse étant la ligne numéro 1080; l'échantillon le plus à gauche horizontalement étant l'échantillon numéro 0 et l'échantillon le plus à droite était l'échantillon numéro 1 919.

Les échantillons pairs sur les lignes impaires des images 4K et des sous-images 4K devraient être mappés dans l'image de base 1 et les échantillons impairs sur les lignes impaires des images 4K et des sous-images 4K devraient être mappés dans l'image de base 2; les échantillons pairs sur les lignes paires des images 4K et des sous-images 4K devraient être mappés dans l'image de base 3 et les échantillons impairs sur les lignes paires des images 4K et des sous-images 4K devraient être mappés dans l'image de base 4.

FIGURE 2-9
Division d'images 4K et de sous-images 4K en images de base



RT 2077.02.5

3 Train de base

3.1 Conversion d'images de base en trains de base

Lorsqu'il s'agit de convertir des images de base en trains de base, la méthode à utiliser pour convertir chaque ligne devrait être telle qu'indiquée dans la Fig. 2-10. Chaque échantillon d'une image de base est de 10 bits ou de 12 bits. Dans le cas de 10 bits, il convient de procéder à un décalage de deux bits et de mettre les deux bits de plus faible poids à «00» afin de produire un mot de 12 bits. Ainsi, pour tous les trains de base, les mots sont de 12 bits.

Comme indiqué dans la Fig. 2-10, la période d'une ligne d'un train de base devrait comprendre un code de référence temporelle EAV de quatre mots, un LN de deux mots, un code de détection d'erreur CRCC de deux mots, des données auxiliaires ou des données de suppression, un code de référence temporelle SAV de quatre mots, et des données vidéo. Les numéros d'échantillon d'un train de base devraient être tels qu'indiqués dans le Tableau 2-3.

FIGURE 2-10
Structure de ligne d'un train de base

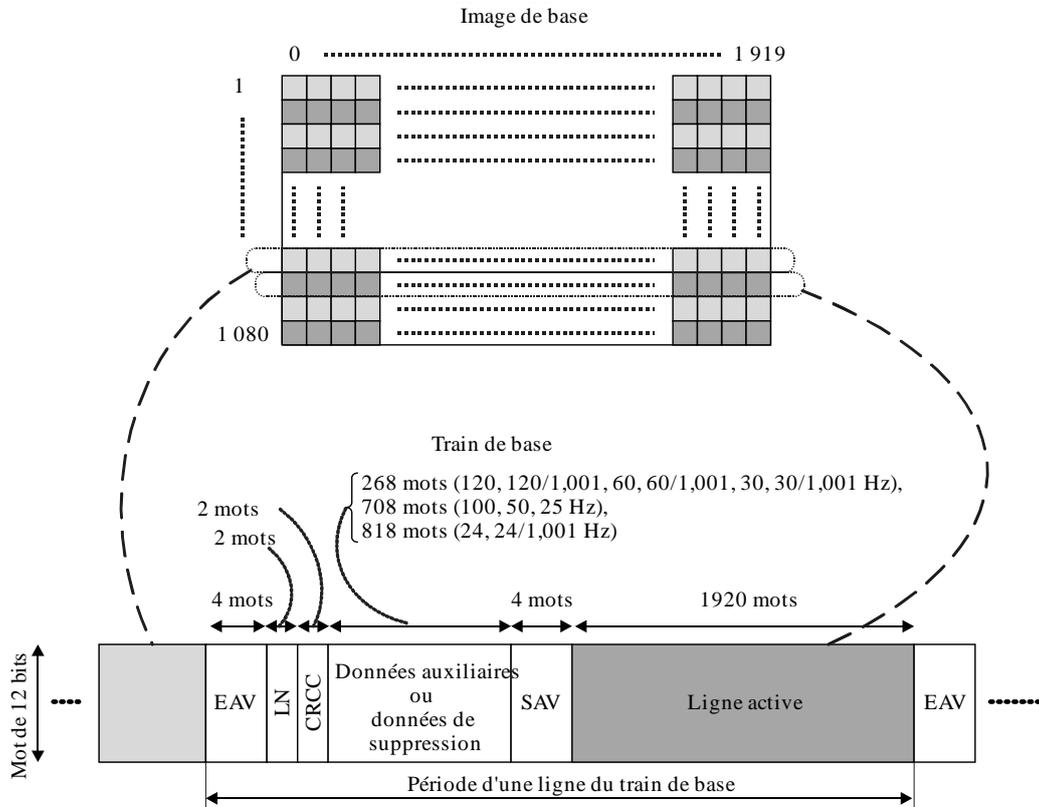
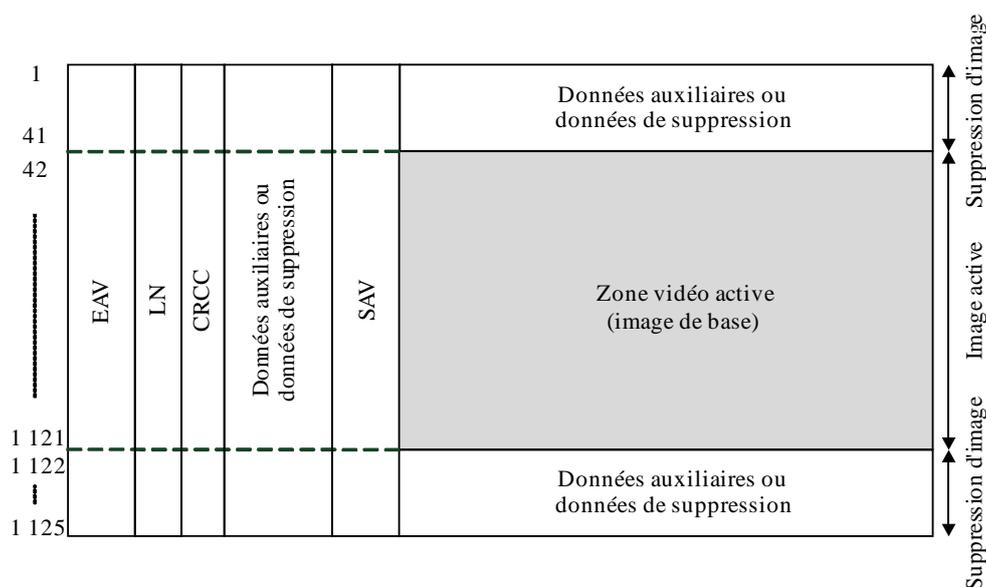


TABLEAU 2-3
Numéros d'échantillon d'un train de base

Élément	Symbole		Numéro d'échantillon		
			Fréquence d'image de 120, 120/1,001, 60, 60/1,001, 30 ou 30/1,001 Hz	Fréquence d'image de 100, 50 ou 25 Hz	Fréquence d'image de 24 ou 24/1,001 Hz
Ligne active (données vidéo)	D		0-1919		
Code de référence temporelle (EAV)	EAV		1 920, 1 921, 1 922, 1 923		
Données de numéro de ligne	LN	LN0	1 924		
		LN1	1 925		
Codes de contrôle de redondance cyclique	CRCC	CRCC0	1 926		
		CRCC1	1 927		
Données auxiliaires ou données de suppression	ANC		1 928-2 195	1 928-2 635	1 928-2 745
Code de référence temporelle (SAV)	SAV		2 196, 2 197, 2 198, 2 199	2 636, 2 637, 2 638, 2 639	2 746, 2 747, 2 748, 2 749

La structure d'image d'un train de base devrait être telle qu'indiquée dans la Fig. 2-11 et la numérotation des lignes d'un train de base devrait être telle qu'indiquée dans le Tableau 2-4. Un train de base devrait comprendre 1 080 lignes d'image active et 45 lignes d'intervalles de suppression d'image. Les échantillons compris entre la première ligne d'une image de base et la 1 080^{ème} ligne devraient occuper les lignes 42 à 1 121 du train de base. Les intervalles de suppression d'image devraient occuper les lignes 1 à 41 et les lignes 1 122 à 1 125. La structure de ligne pour la suppression d'image devrait être identique à celle utilisée pour l'image active indiquée dans la Fig. 2-10, une région de 1 920 mots de la ligne active étant attribuée aux données auxiliaires ou aux données de suppression.

FIGURE 2-11
Structure d'image d'un train de base



BT.2077-02-11

TABLEAU 2-4
Numéros de ligne d'un train de base

Élément	Numéro de ligne
Suppression d'image	1-41, 1 122-1 125
Image active	42-1 121

3.2 Codes de référence temporelle (SAV et EAV)

Les deux codes de référence temporelle sont le code SAV, qui devrait être placé immédiatement avant les données vidéo (ligne active), et le code EAV, qui devrait être placé immédiatement après les données vidéo. L'attribution des bits des codes SAV et EAV devrait être telle qu'indiquée dans le Tableau 2-5 et l'attribution des bits de protection devrait être telle qu'indiquée dans le Tableau 2-6.

Dans les Tableaux 2-5 et 2-6, F est un bit d'identification pour le mode progressif/entrelacé (première/seconde trame). Dans la Partie 2 de la présente Recommandation, les images devraient être en mode progressif, de sorte que la valeur de F devrait être mise à 0. V est un bit d'identification pour la suppression d'image et les données vidéo actives. La valeur de V devrait être 1 pour la suppression d'image de la ligne 1 à la ligne 41 et de la ligne 1 122 à la ligne 1 125; la valeur devrait être 0 pour les données vidéo actives de la ligne 42 à la ligne 1 121. H est un bit d'identification qui a la valeur 0 pour le code SAV et la valeur 1 pour le code EAV. P0 à P3 sont des bits de parité, qui sont utilisés pour la correction d'un bit erroné et la détection de deux bits erronés côté réception. L'attribution de ces bits devrait être telle qu'indiquée dans le Tableau 2-6.

TABLEAU 2-5

Attribution des bits des codes de référence temporelle

Mot	Valeur	Numéro de bit											
		b11 (MSB)	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0 (LSB)
1	FFFh	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	000h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	000h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	XYZ	1	F	V	H	P ₃	P ₂	P ₁	P ₀	0	0	0	0

TABLEAU 2-6

Bits de protection des codes de référence temporelle

Numéro de bit	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4
Fonction	F	V	H	P ₃	P ₂	P ₁	P ₀
Séquence binaire 0	0	0	0	0	0	0	0
Séquence binaire 1	0	0	1	1	1	0	1
Séquence binaire 2	0	1	0	1	0	1	1
Séquence binaire 3	0	1	1	0	1	1	0

3.3 Données de numéro de ligne

Pour la numérotation des lignes du train de base, il convient d'utiliser les numéros de ligne du train de base spécifiés dans la Fig. 2-11 et dans le Tableau 2-4 et non les numéros de ligne de l'image 8K ou 4K. Les données de numéro de ligne devraient être représentées en format binaire au moyen des 11 bits de L0 (LSB) à L10 (MSB). L'attribution des bits pour les données de numéro de ligne LN0 et LN1 devrait être telle qu'indiquée dans le Tableau 2-7. Les bits réservés du Tableau 2-7 devraient être mis à «0».

TABLEAU 2-7

Attribution des bits du numéro de ligne

Numéro de bit	LN0	LN1
b11 (MSB)	PAS b10	PAS b10
b10	L6	Réservé
b9	L5	Réservé
b8	L4	Réservé
b7	L3	L10 (MSB)
b6	L2	L9
b5	L1	L8

TABLEAU 2-7 (*fin*)

Numéro de bit	LN0	LN1
b4	L0 (LSB)	L7
b3	Réservé	Réservé
b2	Réservé	Réservé
b1	Réservé	Réservé
b0 (LSB)	Réservé	Réservé

3.4 Données de code de détection d'erreur

Les données de code de détection d'erreur du train de base devraient être représentées au moyen des 18 bits de CRCC0 à CRCC17 et sont définies comme suit.

- (1) Code de détection d'erreur: CRCC (code de contrôle de redondance cyclique)
- (2) Formule du polynôme générateur: $C(X) = X^{18} + X^5 + X^4 + 1$. La valeur initiale est mise à 0.
- (3) Plage de génération du code de détection d'erreur:
 - Début: le premier mot après le SAV de la ligne précédente
 - Fin: le dernier mot des données de numéro de ligne
- (4) Séquence de génération du code de détection d'erreur:
 - Devrait commencer avec le LSB du premier mot de la plage de génération du code de détection d'erreur et finir avec le MSB du dernier mot de cette plage.
- (5) Attribution des bits:
 - Le Tableau 2-8 spécifie l'attribution des bits. CRCC0 est le MSB du code de détection d'erreur.
 - Les bits réservés du Tableau 2-8 devraient être mis à «0».

TABLEAU 2-8

Attribution des bits du code CRCC

Numéro de bit	CRC0	CRC1
b11 (MSB)	PAS b10	PAS b10
b10	CRCC8	CRCC17
b9	CRCC7	CRCC16
b8	CRCC6	CRCC15
b7	CRCC5	CRCC14
b6	CRCC4	CRCC13
b5	CRCC3	CRCC12
b4	CRCC2	CRCC11
b3	CRCC1	CRCC10
b2	CRCC0	CRCC9
b1	Réservé	Réservé
b0 (LSB)	Réservé	Réservé

3.5 Données auxiliaires

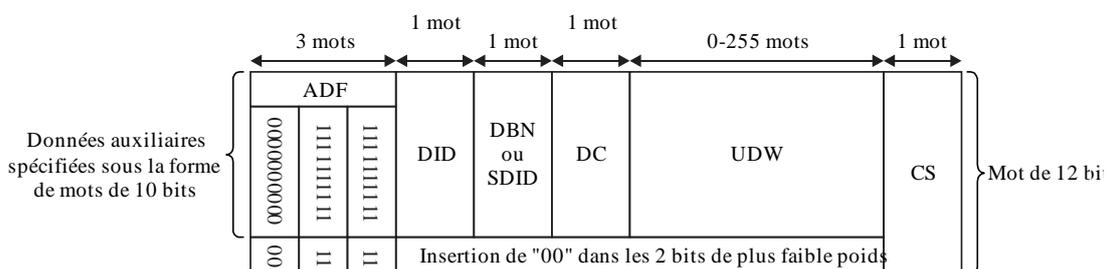
Les données auxiliaires devraient être mappées dans la zone de suppression des trains de base 1 et 2. Le format des données devrait être conforme à la Recommandation UIT-R BT.1364.

Étant donné qu'un paquet de données auxiliaires est spécifié sous forme de mots de 10 bits, il convient d'appliquer la conversion indiquée dans la Fig. 2-12. Dans la Fig. 2-12, ADF représente un drapeau de données auxiliaires, DID un mot d'identifiant de données, DBN un mot de numéro de bloc de données, SDID un deuxième mot d'identifiant de données, DC un mot de nombre de données, UDW des mots de données d'utilisateur et CS un mot de somme de contrôle.

Concernant les trois mots du drapeau ADF, il convient d'insérer «00» dans les deux bits de plus faible poids du premier mot et «11» dans les deux bits de plus faible poids des deux autres mots pour passer à des mots de 12 bits. À partir du mot DID et jusqu'au dernier mot UDW, il convient d'insérer «00» dans les deux bits de plus faible poids pour passer à un format de mots de 12 bits. Concernant le mot CS, les bits b0 (LSB) à b10 devraient correspondre aux 11 bits de plus faible poids de la somme des 11 bits de plus faible poids des mots allant du mot DID au dernier mot UDW, et le bit b11 (MSB) devrait correspondre à l'inverse de b10.

FIGURE 2-12

Conversion d'un paquet de données auxiliaires pour passer de mots de 10 bits à des mots de 12 bits



3.6 Audio

Chaque image de base a le format d'une image de $1\,920 \times 1\,080$ pixels correspondant à chaque composante de couleur obtenue par sous-échantillonnage d'une image 4K ou d'une sous-image 4K et devrait intégrer un signal audio conformément à la Recommandation UIT-R BT.1365. Les trains de données Y et C_B/C_R de la Recommandation UIT-R BT.1365 correspondent respectivement aux trains de base 1 et 2 de la Partie 2 de la présente Recommandation.

Les paquets de commande audio devraient être multiplexés dans l'espace de données auxiliaires horizontal de la ligne 9 du train de base 1 et les paquets de données audio devraient être placés dans l'espace de données auxiliaires horizontal du train de base 2.

La Recommandation UIT-R BT.1365 décrit la génération et l'insertion des paquets de données auxiliaires audio, comprenant les paquets de commande audio et les paquets de données audio, pour un maximum de quatre groupes audio, à savoir les groupes 1 à 4, ce qui permet de prendre en charge jusqu'à 16 canaux audio pour un échantillonnage à 48 kHz, ou jusqu'à 8 canaux audio pour un échantillonnage à 96 kHz. Quatre groupes audio étendus supplémentaires, à savoir les groupes 5, 6, 7 et 8, permettant de prendre en charge jusqu'à 32 canaux à 48 kHz ou jusqu'à 16 canaux à 96 kHz, peuvent être insérés au moyen des techniques décrites dans la Recommandation UIT-R BT.1365 avec des valeurs DID différentes pour les paquets de données audio et les paquets de commande audio.

Les valeurs DID pour les paquets de données audio étendus devraient être 1A7_h pour le groupe audio 5, 2A6_h pour le groupe audio 6, 2A5_h pour le groupe audio 7 et 1A4_h pour le groupe audio 8.

Les valeurs DID pour les paquets de commande audio étendus devraient être 2A3_h pour le groupe audio 5, 1A2_h pour le groupe audio 6, 1A1_h pour le groupe audio 7 et 2A0_h pour le groupe audio 8.

Les données de phase d'horloge audio définies dans la Recommandation UIT-R BT.1365 devraient être calculées avec une fréquence d'horloge de 74,25 (/1,001) MHz pour les signaux avec des fréquences d'image de 30 Hz, 30/1,001 Hz, 25 Hz, 24 Hz et 24/1,001 Hz.

Les données de phase d'horloge audio définies dans la Recommandation UIT-R BT.1365 devraient être calculées avec une fréquence d'horloge de 148,5 (/1,001) MHz pour 50 Hz, 60/1,001 Hz et 60 Hz.

Les données de phase d'horloge audio définies dans la Recommandation UIT-R BT.1365 devraient être calculées avec une fréquence d'horloge de 297 (/1,001) MHz pour 100 Hz, 120/1,001 Hz et 120 Hz.

3.7 Identifiant des données utiles

L'attribution des bits des mots UDW du paquet d'identifiant des données utiles devrait être telle qu'indiquée dans le Tableau 2-9. Il convient de multiplexer un paquet d'identifiant des données utiles dans chaque image du train de base. Il est recommandé de placer ce paquet immédiatement après le code CRCC du train de base dans la ligne 10.

Les valeurs de l'identifiant des données utiles devraient être les suivantes:

- pour définir le format 4K ou 8K, il convient d'utiliser les valeurs suivantes des bits b0 et b1 du mot 1:
 - (0_h): valeur réservée,
 - (1_h) pour le format 4K,
 - (2_h) pour le format 8K,
 - (3_h): valeur réservée;

- pour définir les caractéristiques de transfert, il convient d'utiliser les valeurs suivantes des bits b3 et b4 du mot 3:
 - (0_h) pour la télévision SDR (TV-SDR);
 - (1_h) pour la méthode HLG;
 - (2_h) pour la méthode PQ;
 - (3_h): valeur réservée
- la fréquence d'image devrait être réglée sur la valeur correspondant aux données utiles TVUHD;
- l'ordre d'attribution des canaux de train de base devrait correspondre à:
 - la Figure 2-13 pour 120, 120/1,001, 100 Hz comme défini au § 4.1.1,
 - la Figure 2-17 pour 60, 60/1,001, 50 Hz comme défini au § 4.1.2, et
 - la Figure 2-19 pour 30, 30/1,001, 25, 24, 24/1,001 Hz comme défini au § 4.1.3;
- la structure d'échantillonnage devrait être réglée sur la valeur correspondant aux données utiles acheminées;
- l'ordre d'attribution du numéro de canal de liaison 10G devrait correspondre:
 - aux Figures 2-21 et 2-22 pour 8K/*Fr* (*Fr* = 120, 120/1,001, 100) comme défini au § 4.2.1,
 - à la Figure 2-23 pour 8K/*Fr* (*Fr* = 60, 60/1,001, 50) comme défini au § 4.2.2,
 - à la Figure 2-24 pour 8K/*Fr* (*Fr* = 30, 30/1,001, 25, 24, 24/1,001) comme défini au § 4.2.3,
 - à la Figure 2-25 pour 4K/*Fr* (*Fr* = 120, 120/1,001, 100) comme défini au § 4.2.4,
 - à la Figure 2-26 pour 4K/*Fr* (*Fr* = 60, 60/1,001, 50) comme défini au § 4.2.5,
 - à la Figure 2-27 pour 4K/*Fr* (*Fr* = 30, 30/1,001, 25, 24, 24/1,001) comme défini au § 4.2.6;
- le drapeau de signal de luminance et de chrominance devrait être mis à (0) pour une luminance non constante $Y'C'_B C'_R$ et à (1) pour une luminance constante SDR $Y'C'_B C'_R$ ou HDR IC_{TC_P} ;
- pour définir la profondeur binaire et le codage de bande étroite/complète de la quantification des échantillons, il convient d'utiliser les valeurs suivantes des bits b0 et b1 du mot 4:
 - (0_h) pour une quantification utilisant 10 bits par échantillon avec codage de plage complète,
 - (1_h) pour une quantification utilisant 10 bits par échantillon avec codage de plage étroite,
 - (2_h) pour une quantification utilisant 12 bits par échantillon avec codage de plage étroite,
 - (3_h) pour une quantification utilisant 12 bits par échantillon avec codage de plage complète.

TABLEAU 2-9

Attribution des bits du paquet d'identifiant des données utiles

Numéro de bit	Mot 1	Mot 2	Mot 3	Mot 4
b9 (MSB)	PAS b8	PAS b8	PAS b8	PAS b8
b8	EP ⁽¹⁾	EP	EP	EP
b7	1	Mode progressif (1)	Attribution des canaux du train de base CH1 (0 _h), CH2 (1 _h), CH3 (2 _h), CH4 (3 _h), CH5 (4 _h), CH6 (5 _h), CH7 (6 _h) ou CH8 (7 _h)	Attribution des liaisons 10G CH1 (00 _h) – CH24 (17 _h)
b6	0	Mode progressif (1)		
b5	1	Caractéristiques de transfert TV-SDR (0 _h), HLG (1 _h), PQ (2 _h), non spécifiées (3 _h)	Signal de luminance et de chrominance NCL Y'C' _B C' _R (0), CL SDR Y'C' _B C' _R ou HDR IC _T CP (1)	
b4	0			
b3	0	Fréquence d'image 24/1,001 Hz (2 _h) 24 Hz (3 _h) 25 Hz (5 _h) 30/1,001 Hz (6 _h) 30 Hz (7 _h) 50 Hz (9 _h) 60/1,001 Hz (A _h) 60 Hz (B _h) 100 Hz (D _h) 120/1,001 Hz (E _h) 120 Hz (F _h) Les autres valeurs sont réservées	Identification de la structure d'échantillonnage 4:2:2 (Y'C' _B C' _R ou IC _T CP) (0 _h) 4:4:4 (Y'C' _B C' _R ou IC _T CP) (1 _h) 4:4:4 (G'B'R') (2 _h) 4:2:0 (Y'C' _B C' _R ou IC _T CP) (3 _h)	Colorimétrie à large gamme conformément à la Recommandation UIT-R BT.2020 (0) Réserve (1)
b2	1			
b1	4K/8K Réserve (0 _h) 4K (1 _h) 8K (2 _h) Réserve (3 _h)			Profondeur binaire 10 bits sur plage complète (0 _h) 10 bits sur plage étroite (1 _h) 12 bits sur plage étroite (2 _h) 12 bits sur plage complète (3 _h)
b0 (LSB)				

⁽¹⁾ – EP = parité paire pour b0 à b7.

3.8 Données de suppression

Les mots de données de suppression figurant dans les intervalles de suppression qui ne sont pas utilisés pour les codes de référence temporelle (SAV et EAV), les données de numéro de ligne, les codes de détection d'erreur ou les données auxiliaires devraient avoir les valeurs indiquées ci-après.

- 1) trains de base pour les composantes de couleur Y', G', B', R': 100_h
- 2) trains de base pour les composantes de couleur C'_B, C'_R: 800_h

4 Génération des signaux de liaison 10G

4.1 Génération de signaux de liaison 10G à partir de trains de base

4.1.1 Génération de signaux de liaison 10G à partir de trains de base à 120, 120/1,001 ou 100 Hz

La méthode à utiliser pour convertir deux trains de base à 120, 120/1,001 ou 100 Hz en un signal de liaison 10G devrait être telle qu'indiquée dans les Fig. 2-13 à 2-16.

Tout d'abord, les deux trains de base devraient être multiplexés mot par mot et convertis en un train de données multiplexées. Des données de bourrage devraient être ajoutées aux deux trains de base comme illustré dans la Fig. 2-13. Il en résulte un train de données qui comporte 5 280 mots pour chaque période d'une ligne pour une fréquence d'image de 120 Hz ou de 120/1,001 Hz, ou 6 336 mots pour chaque période d'une ligne pour une fréquence d'image de 100 Hz. Ces données de bourrage devraient être réservées et avoir la valeur 100_h.

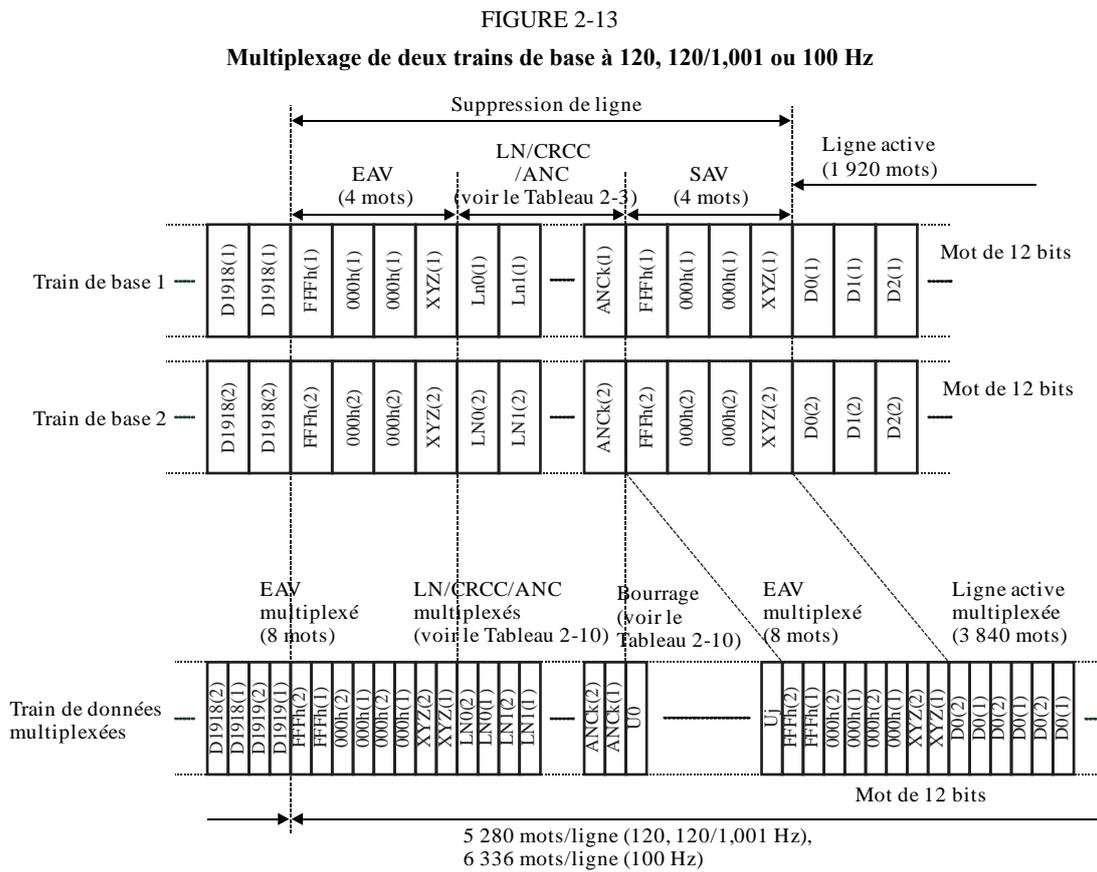


TABLEAU 2-10

Structure de ligne d'un train de données multiplexées à 120, 120/1,001 ou 100 Hz

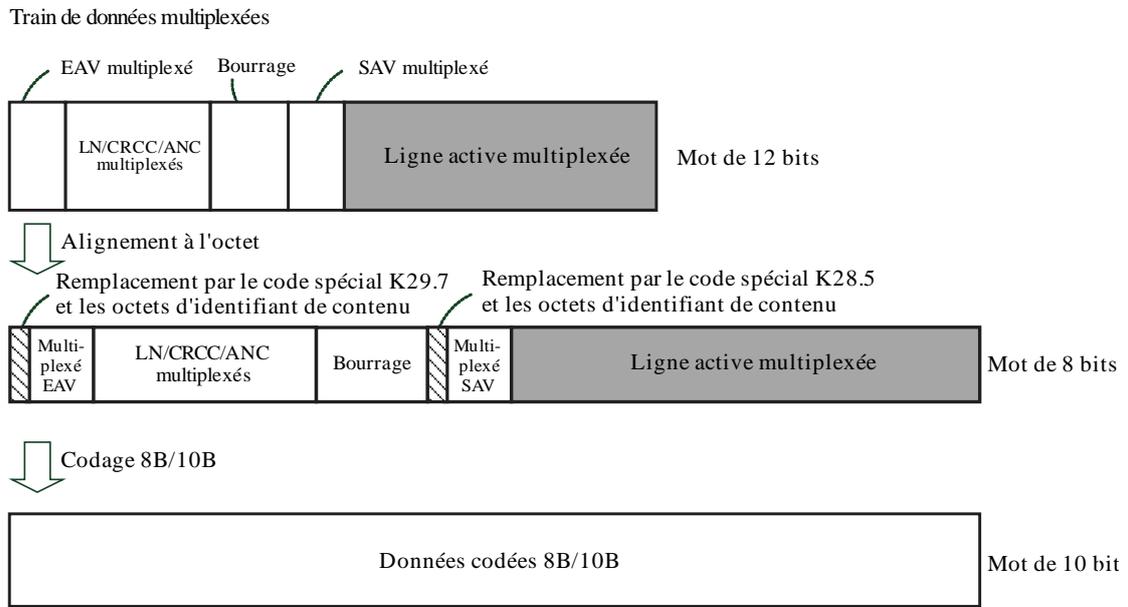
Élément	Nombre de mots de données	
	Fréquence d'image de 120 ou 120/1,001 Hz	Fréquence d'image de 100 Hz
EAV multiplexé	8	
LN/CRCC/ANC multiplexés	544	1 424
Données de bourrage	880	1 056
SAV multiplexé	8	
Vidéo active multiplexée	3 840	
Nombre total de mots pour une ligne	5 280	6 336

Ensuite, le train de données multiplexées mot par mot devrait être codé 8B/10B comme spécifié dans la norme ANSI INCITS 230.

Le train de données multiplexées constitué de mots de 12 bits devrait d'abord être converti en une série d'octets comme indiqué dans la Fig. 2-14, puis codé sous la forme de données codées 8B/10B. La conversion en une série d'octets devrait commencer au début de la ligne active et être effectuée tous les deux mots (Fig. 2-15). Lors du codage 8B/10B, les quatre premiers octets des codes SAV et EAV multiplexés devraient être remplacés par un bloc de synchronisation (Fig. 2-16). Les deux premiers mots du code SAV multiplexé devraient être remplacés par des caractères spéciaux K28.5 et ceux du code EAV multiplexé devraient être remplacés par des caractères spéciaux K29.7 tels que définis dans la norme ANSI INCITS 230, et les deux mots suivants devraient être remplacés par des identifiants de contenu. L'attribution des bits d'identifiant de contenu devrait être telle qu'indiquée dans le Tableau 2-11 et l'attribution des bits de l'identifiant du système, qui fait partie de l'identifiant de contenu, devrait être telle qu'indiquée dans le Tableau 2-12. Le codage 8B/10B devrait commencer au premier caractère spécial K28.5 avec une disparité courante négative. Il devrait être effectué en fonction de la disparité courante effective pour toutes les lignes qui suivent.

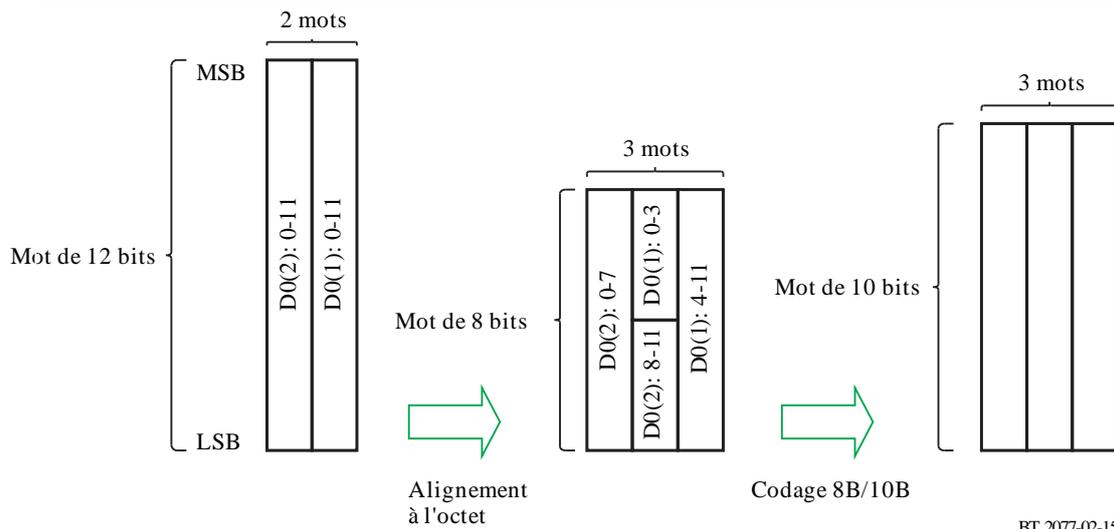
Le codage 8B/10B convertit deux mots de données de 12 bits en trois mots de 10 bits. Le train de données multiplexées mot par mot comporte 7 920 mots pour chaque période d'une ligne (mot de 10 bits) pour les fréquences d'image de 120 Hz et de 120/1,001 Hz et 9 504 mots (mot de 10 bits) pour chaque période d'une ligne pour la fréquence d'image de 100 Hz.

FIGURE 2-14
Codage 8B/10B du train de données multiplexées



BT.2077-02-14

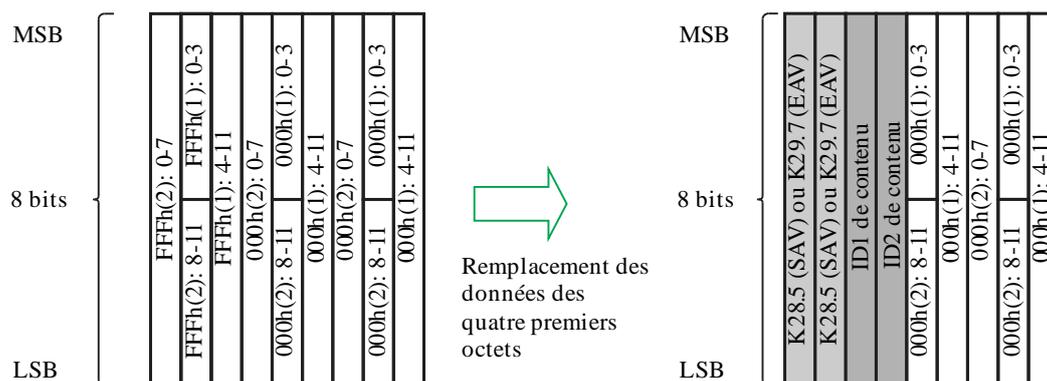
FIGURE 2-15
Alignement des données et codage 8B/10B d'un bloc de données de 2 mots



BT.2077-02-15

FIGURE 2-16

Remplacement de données SAV et EAV multiplexées par un bloc de synchronisation (120, 120/1,001 ou 100 Hz)



BT.2077-02-16

TABLEAU 2-11

Attribution des bits d'identifiant de contenu

Bit	ID1 de contenu	ID2 de contenu
b7 (MSB)	Réservé (0 _h)	Réservé (0 _h)
b6		
b5		
b4	Identifiant du système	Attribution des liaisons 10G Ch1 (00 _h) à Ch24 (17 _h)
b3		
b2		
b1		
b0 (LSB)		

TABLEAU 2-12

Attribution des bits de l'identifiant du système

Identifiant du système (b5 à b0)	Numéro du système	Identifiant du système (b5 à b0)	Numéro du système	Identifiant du système (b5 à b0)	Numéro du système	Identifiant du système (b5 à b0)	Numéro du système
000000	U1.1	001111	U1.16	100000	U2.1	101111	U2.16
000001	U1.2	010000	U1.17	100001	U2.2	110000	U2.17
000010	U1.3	010001	U1.18	100010	U2.3	110001	U2.18
000011	U1.4	010010	U1.19	100011	U2.4	110010	U2.19
000100	U1.5	010011	U1.20	100100	U2.5	110011	U2.20
000101	U1.6	010100	U1.21	100101	U2.6	110100	U2.21
000110	U1.7	010101	U1.22	100110	U2.7	110101	U2.22
000111	U1.8	010110	U1.23	100111	U2.8	110110	U2.23
001000	U1.9	010111	U1.24	101000	U2.9	110111	U2.24
001001	U1.10	011000	U1.25	101001	U2.10	111000	U2.25

TABLEAU 2-12 (*fin*)

Identifiant du système (b5 à b0)	Numéro du système	Identifiant du système (b5 à b0)	Numéro du système	Identifiant du système (b5 à b0)	Numéro du système	Identifiant du système (b5 à b0)	Numéro du système
001010	U1.11	011001	U1.26	101010	U2.11	111001	U2.26
001011	U1.12	011010	U1.27	101011	U2.12	111010	U2.27
001100	U1.13	011011	U1.28	101100	U2.13	111011	U2.28
001101	U1.14	011100	Réservé	101101	U2.14	111100	Réservé
001110	U1.15	~ 011111		101110	U2.15	~ 111111	

Ensuite, les données codées 8B/10B devraient être mises en série dans le train série de signal de liaison 10G en commençant par le bit LSB. Le débit des signaux de liaison 10G générés comme décrit ci-dessus pour la fréquence d'image de 120 Hz est de $7\,920$ (mots/ligne) \times 10 (bits/mot) \times $1\,125$ (lignes) \times 120 (1/seconde), soit $10,692$ Gbit/s. Pour la fréquence d'image de $120/1,001$ Hz, le débit est de $7\,920$ (mots/ligne) \times 10 (bits/mot) \times $1\,125$ (lignes) \times $120/1,001$ (1/seconde), soit $10,692/1,001$ Gbit/s. Pour la fréquence d'image de 100 Hz, le débit est de $9\,504$ (mots/ligne) \times 10 (bits/mot) \times $1\,125$ (lignes) \times 100 (1/seconde), soit $10,692$ Gbit/s.

4.1.2 Génération de signaux de liaison 10G à partir de trains de base à 60, 60/1,001 ou 50 Hz

La méthode à utiliser pour convertir quatre trains de base à 60, 60/1,001 ou 50 Hz en un signal de liaison 10G devrait être telle qu'indiquée dans les Fig. 2-17 et 2-18. Tout d'abord, les quatre trains de base devraient être multiplexés mot par mot et convertis en un train de données multiplexées. Des données de bourrage devraient être ajoutées aux quatre trains de base comme illustré dans la Fig. 2-17. Il en résulte un train de données qui comporte $10\,560$ mots pour chaque période d'une ligne pour une fréquence d'image de 60 Hz ou de $60/1,001$ Hz, ou $12\,672$ mots pour chaque période d'une ligne pour une fréquence d'image de 50 Hz. Ces données de bourrage devraient être réservées et avoir la valeur 100_h .

FIGURE 2-17

Multiplexage de quatre trains de base à 60, 60/1,001 ou 50 Hz

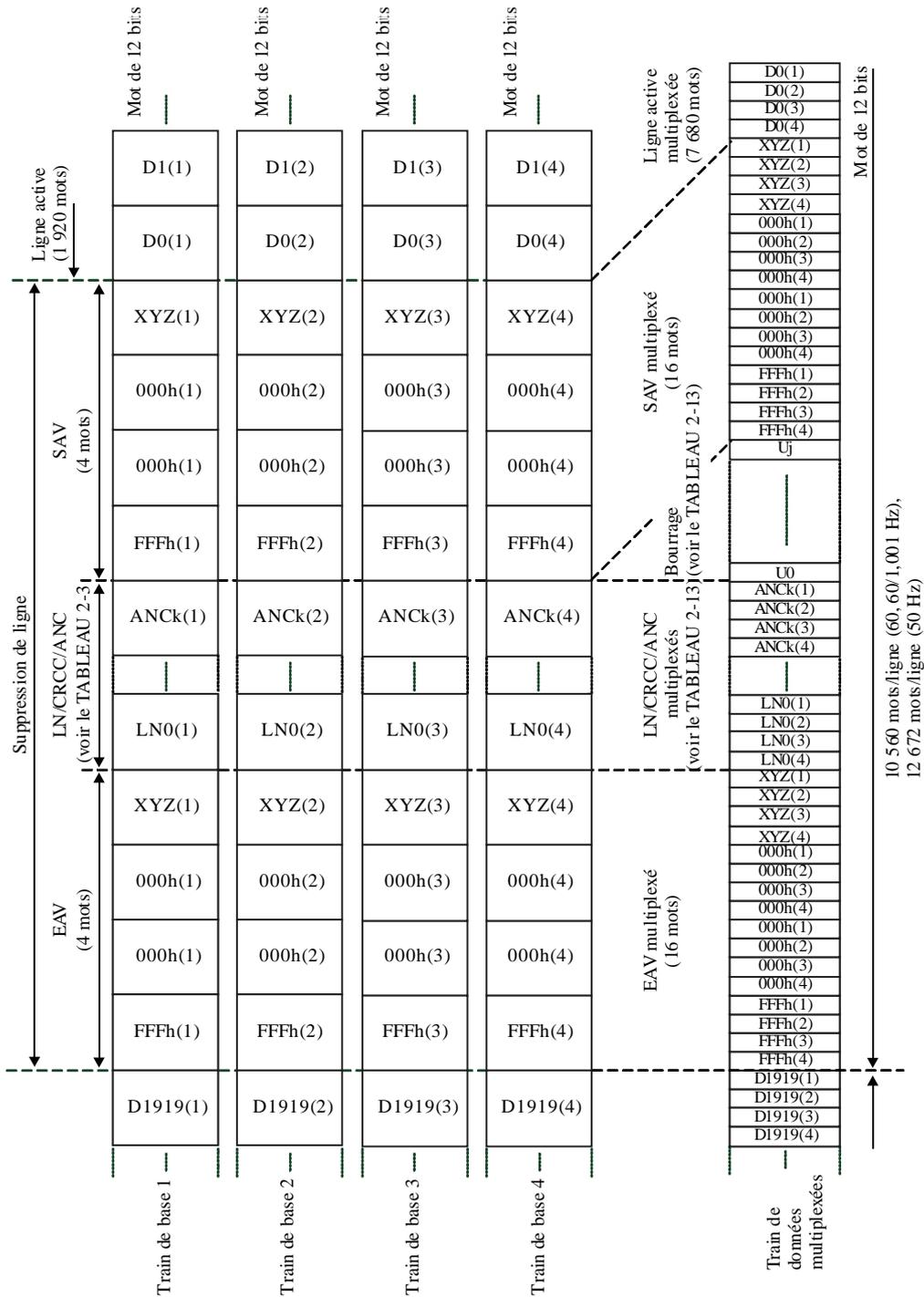


TABLEAU 2-13

Structure de ligne d'un train de données multiplexées à 60, 60/1,001 ou 50 Hz

Élément	Nombre de mots de données	
	Fréquence d'image de 60 ou 60/1,001 Hz	Fréquence d'image de 50 Hz
EAV multiplexé	16	
LN/CRCC/ANC multiplexés	1 088	2 848
Données de bourrage	1 760	2 112
SAV multiplexé	16	
Vidéo active multiplexée	7 680	
Nombre total de mots pour une ligne	10 560	12 672

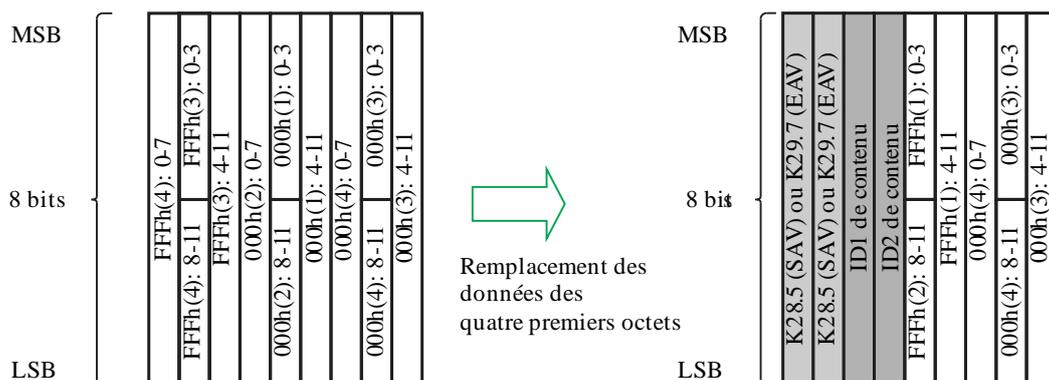
Ensuite, le train de données multiplexées mot par mot devrait être codé 8B/10B comme spécifié dans la norme ANSI INCITS 230.

Le train de données multiplexées constitué de mots de 12 bits devrait d'abord être converti en une série d'octets, puis codé sous la forme de données codées 8B/10B. La conversion en une série d'octets devrait commencer au début des données actives D0(4) et être effectuée tous les deux mots, la manière indiquée dans la Fig. 2-15. Lors du codage 8B/10B, les quatre premiers octets des codes SAV et EAV multiplexés devraient être convertis en un bloc de synchronisation comme indiqué dans la Fig. 2-18. Les deux premiers mots du code SAV multiplexé devraient être remplacés par des caractères spéciaux K28.5 et ceux du code EAV multiplexé devraient être remplacés par des caractères spéciaux K29.7 tels que définis dans la norme ANSI INCITS 230, et les deux mots suivants devraient être remplacés par des identifiants de contenu. L'attribution des bits d'identifiant de contenu devrait être telle qu'indiquée dans les Tableaux 2-11 et 2-12. Le codage 8B/10B devrait commencer au premier caractère spécial K28.5 avec une disparité courante négative. Il devrait être effectué en fonction de la disparité courante effective pour toutes les lignes qui suivent.

Le codage 8B/10B convertit deux mots de données de 12 bits en trois mots de 10 bits. Le train de données multiplexées mot par mot comporte 15 840 mots (mot de 10 bits) pour chaque période d'une ligne pour les fréquences d'image de 60 Hz et de 60/1,001 Hz et 19 008 mots (mot de 10 bits) pour chaque période d'une ligne pour la fréquence d'image de 50 Hz.

FIGURE 2-18

Remplacement de données SAV et EAV multiplexées par un bloc de synchronisation (60, 60/1,001 ou 50 Hz)



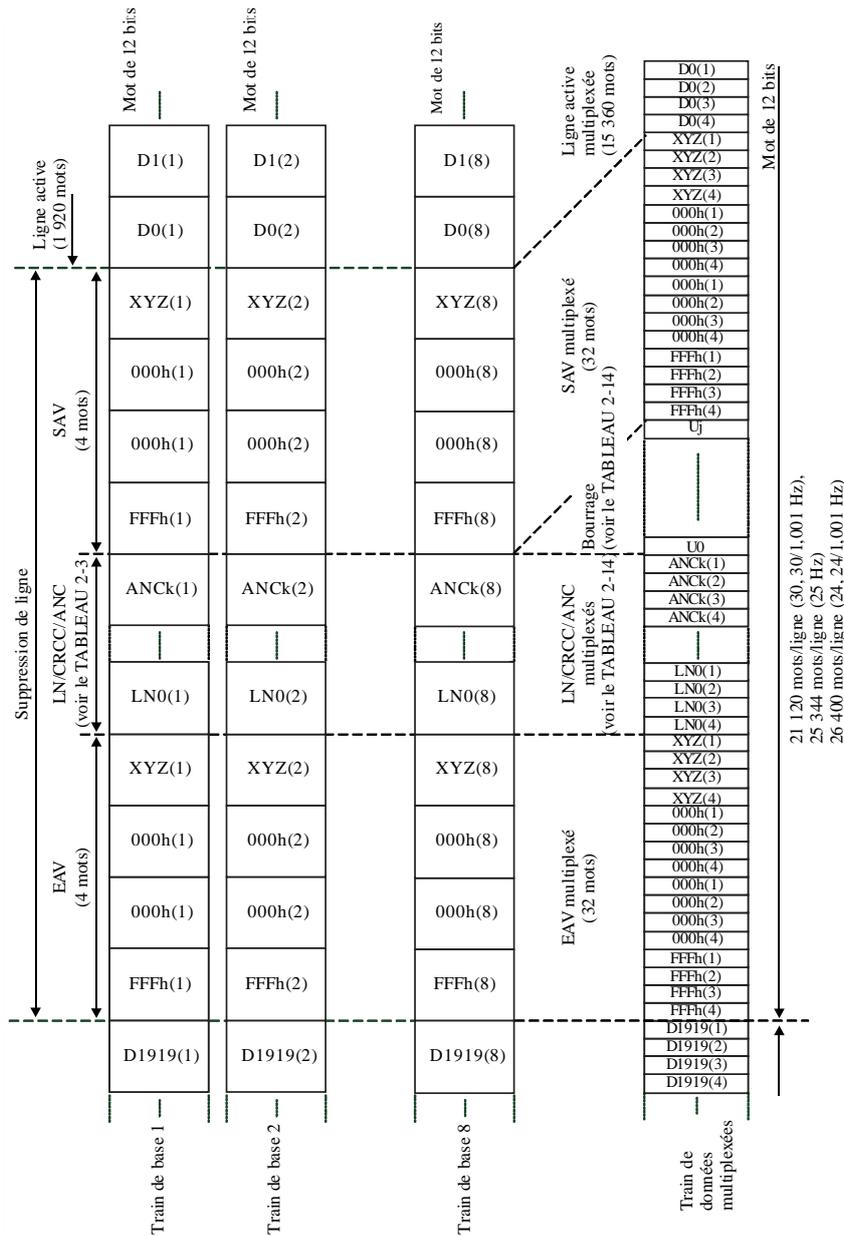
Ensuite, les données codées 8B/10B devraient être mises en série dans le train série de signal de liaison 10G en commençant par le bit LSB. Le débit des signaux de liaison 10G générés comme décrit ci-dessus pour la fréquence d'image de 60 Hz est de $15\,840$ (mots/ligne) \times 10 (bits/mot) \times $1\,125$ (lignes) \times 60 (1/seconde), soit $10,692$ Gbit/s. Pour la fréquence d'image de $60/1,001$ Hz, le débit est de $15\,840$ (mots/ligne) \times 10 (bits/mot) \times $1\,125$ (lignes) \times $60/1,001$ (1/seconde), soit $10,692/1,001$ Gbit/s. Pour la fréquence d'image de 50 Hz, le débit est de $19\,008$ (mots/ligne) \times 10 (bits/mot) \times $1\,125$ (lignes) \times 50 (1/seconde), soit $10,692$ Gbit/s.

4.1.3 Génération de signaux de liaison 10G à partir de trains de base à 30, 30/1,001, 25, 24 ou 24/1,001 Hz

La méthode à utiliser pour convertir huit trains de base à 30, 30/1,001, 25, 24 ou 24/1,001 Hz en un signal de liaison 10G devrait être telle qu'indiquée dans les Fig. 2-19 et 2-20. Tout d'abord, les huit trains de base devraient être multiplexés mot par mot et convertis en un train de données multiplexées. Des données de bourrage devraient être ajoutées aux huit trains de base comme illustré dans la Fig. 2-19. Il en résulte un train de données qui comporte $21\,120$ mots pour une fréquence d'image de 30 Hz ou de $30/1,001$ Hz, $25\,344$ mots pour une fréquence d'image de 25 Hz, et $26\,400$ mots pour une fréquence d'image de 24 Hz ou de $24/1,001$ Hz. Ces données de bourrage devraient être réservées et avoir la valeur 100_h .

FIGURE 2-19

Multiplexage de huit trains de base à 30, 30/1,001, 24 ou 24/1,001 Hz



BT.2077-02-19

TABLEAU 2-14

Structure de ligne d'un train de données multiplexées à 30, 30/1,001, 25, 24 ou 24/1,001 Hz

Élément	Nombre de mots de données		
	Fréquence d'image de 30 ou 30/1,001 Hz	Fréquence d'image de 25 Hz	Fréquence d'image de 24 ou 24/1,001 Hz
EAV multiplexé	32		
LN/CRCC/ANC multiplexés	2 176	5 696	6 576
Données de bourrage	3 520	4 224	4 400
SAV multiplexé	32		
Vidéo active multiplexée	15 360		
Nombre total de mots de données par ligne	21 120	25 344	26 400

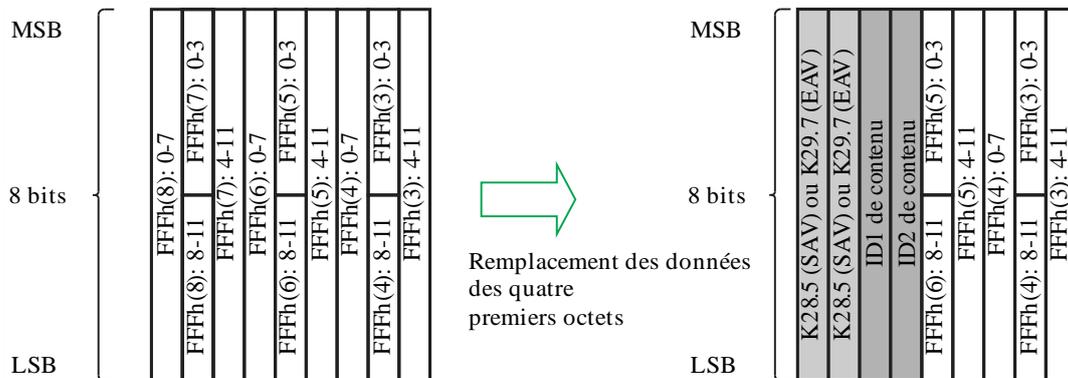
Ensuite, le train de données multiplexées mot par mot devrait être codé 8B/10B comme spécifié dans la norme ANSI INCITS 230.

Le train de données multiplexées constitué de mots de 12 bits devrait d'abord être converti en une série d'octets, puis codé sous la forme de données codées 8B/10B. La conversion en une série d'octets devrait commencer au début des données actives D0(8) et être effectuée tous les deux mots, de la manière indiquée dans la Fig. 2-15. Lors du codage 8B/10B, les quatre premiers octets des codes SAV et EAV multiplexés devraient être convertis en un bloc de synchronisation comme indiqué dans la Fig. 2-20. Les deux premiers mots du code SAV multiplexé devraient être remplacés par des caractères spéciaux K28.5 et ceux du code EAV multiplexé devraient être remplacés par des caractères spéciaux K29.7 tels que définis dans la norme ANSI INCITS 230, et les deux mots suivants devraient être remplacés par des identifiants de contenu. L'attribution des bits d'identifiant de contenu devrait être telle qu'indiquée dans les Tableaux 2-11 et 2-12. Le codage 8B/10B devrait commencer au premier caractère spécial K28.5 avec une disparité courante négative. Il devrait être effectué en fonction de la disparité courante effective pour toutes les lignes qui suivent.

Le codage 8B/10B convertit deux mots de données de 12 bits en trois mots de 10 bits. Le train de données multiplexées mot par mot comporte 31 680 mots (mot de 10 bits) par ligne pour les fréquences d'image de 30 Hz et de 30/1,001 Hz, 38 016 mots (mot de 10 bits) par ligne pour la fréquence d'image de 25 Hz, et 39 600 mots (mot de 10 bits) par ligne pour les fréquences d'image de 24 Hz et de 24/1,001 Hz.

FIGURE 2-20

Remplacement de données SAV et EAV multiplexées par un bloc de synchronisation (30, 30/1,001, 25, 24 ou 24/1.001 Hz)



BT.2077-02-20

Les données codées 8B/10B devraient être mises en série dans le train série de signal de liaison 10G en commençant par le bit LSB. Le débit des signaux de liaison 10G générés comme décrit ci-dessus pour la fréquence d'image de 30 Hz est de 31 680 (mots/ligne) × 10 (bits/mot) × 1 125 (lignes) × 30 (1/seconde), soit 10,692 Gbit/s. Pour la fréquence d'image de 30/1,001 Hz, le débit est de 31 680 (mots/ligne) × 10 (bits/mot) × 1 125 (lignes) × 30/1,001 (1/seconde), soit 10,692/1,001 Gbit/s. Pour la fréquence d'image de 25 Hz, le débit est de 38 016 (mots/ligne) × 10 (bits/mot) × 1 125 (lignes) × 25 (1/seconde), soit 10,692 Gbit/s. Pour la fréquence d'image de 24 Hz, le débit est de 39 600 (mots/ligne) × 10 (bits/mot) × 1 125 (lignes) × 24 (1/seconde), soit 10,692 Gbit/s. Pour la fréquence d'image de 24/1,001 Hz, le débit est de 39 600 (mots/ligne) × 10 (bits/mot) × 1 125 (lignes) × 24/1,001 (1/seconde), soit 10,692/1,001 Gbit/s.

4.2 Mappage d'une image 8K ou 4K dans des signaux de liaison 10G

4.2.1 8K/ Fr ($Fr = 120, 120/1,001, 100$)

Le mappage des images 8K/ Fr ($Fr = 120, 120/1,001, 100$) énumérées ci-après dans des signaux de liaison 10G devrait être tel qu'illustré dans les Fig. 2-21 et 2-22.

- U2.1, U2.2 (8K/ Fr , G'B'R', 4:4:4);
- U2.8, U2.9 (8K/ Fr , Y'C'BC'R, 4:4:4);
- U2.15, U2.16 (8K/ Fr , Y'C'BC'R, 4:2:2);
- U2.22, U2.23 (8K/ Fr , Y'C'BC'R, 4:2:0).

S_{Ip}.q (p est un entier supérieur ou égal à 1 et inférieur ou égal à 4; q est un entier supérieur ou égal à 1 et inférieur ou égal à 3) représente la sous-image 4K p pour la composante de couleur C_q générée par division d'une image 8K et devrait être mappée comme indiqué dans la Fig. 2-8. B_{Iu}.p.q (u est un entier supérieur ou égal à 1 et inférieur ou égal à 4) représente l'image de base u générée par une nouvelle division de la sous-image 4Ks/ Fr S_{Ip}.q et devrait être mappée comme indiqué dans la Fig. 2-9. BS1/ Fr et BS2/ Fr représentent respectivement le train de base 1 à Fr Hz et le train de base 2 à Fr Hz spécifiés dans la Fig. 2-13. Pour le mappage de l'image 8K/ Fr , un signal de liaison à 10 GHz devrait être généré à partir des deux trains de base à Fr Hz. Comme indiqué dans la Fig. 2-7, le nombre de sous-images 4K générées à partir de l'image 8K devrait être moins grand pour les structures 4:2:2 et 4:2:0 (tous deux Y'C'BC'R) que pour la structure 4:4:4 (G'B'R' ou Y'C'BC'R). Dans la Fig. 2-21, les sous-images 4K avec l'indication *1 devraient être générées pour les structures 4:4:4 et 4:2:2, et celles avec l'indication *2 devraient être générées uniquement pour la structure 4:4:4.

FIGURE 2-21

Mappage dans des liaisons 10G à partir d'une image 8K/*Fr* (*Fr* = 120, 120/1,001, 100) pour les structures 4:4:4(G'B'R' ou Y'C'B'C'R) et 4:2:2 (Y'C'B'C'R)

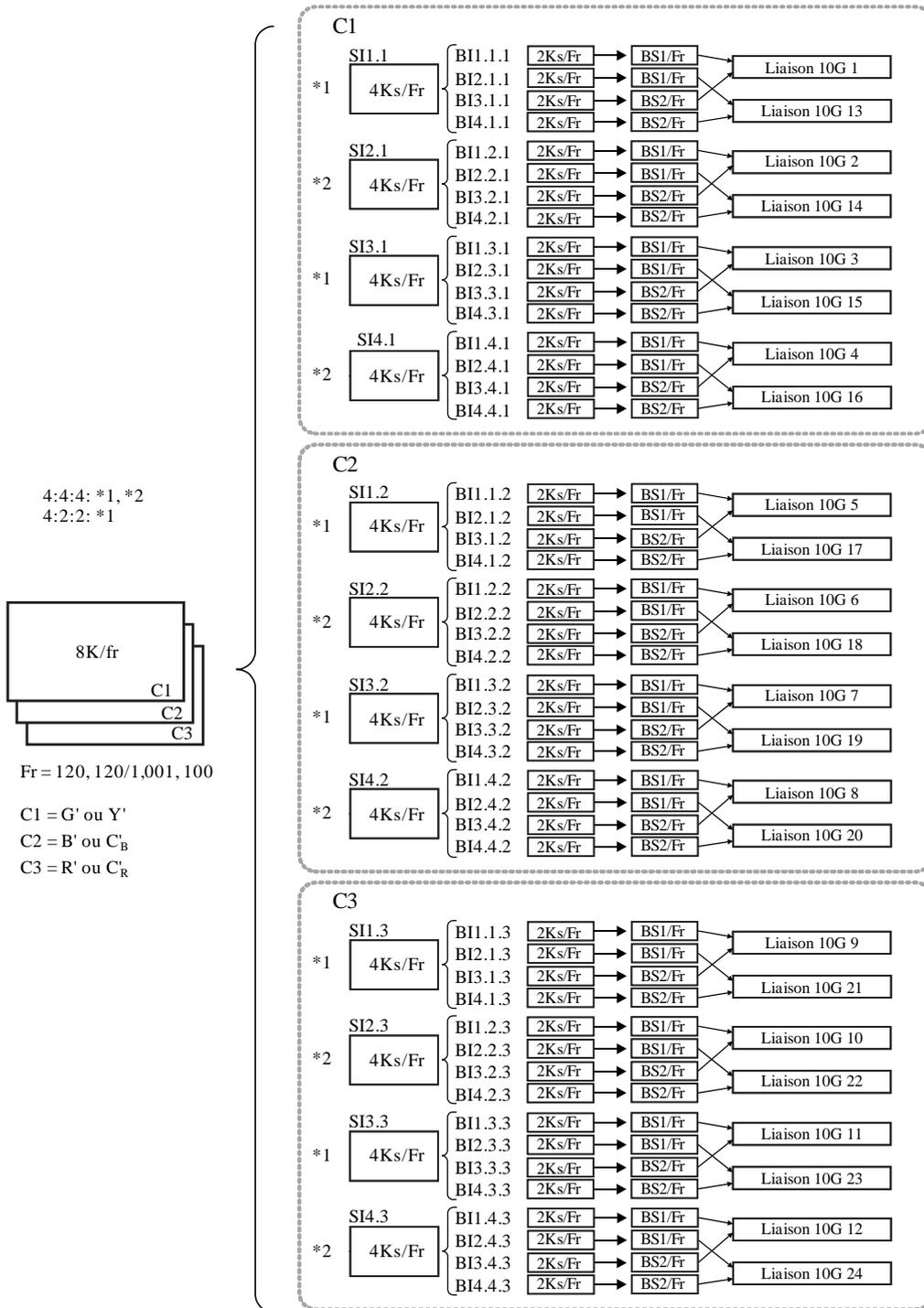
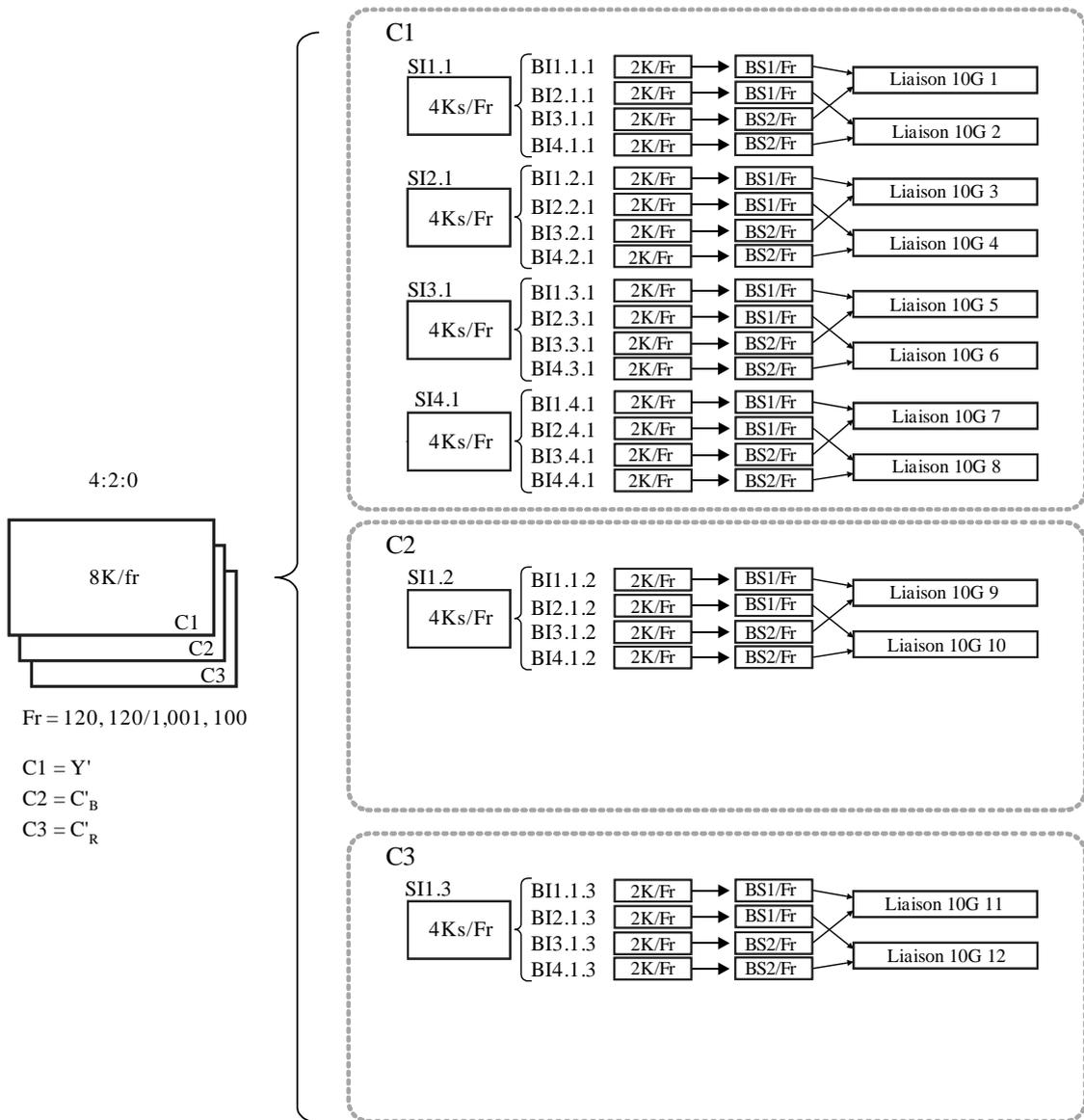


FIGURE 2-22

Mappage dans des liaisons 10G à partir d'une image 8K/*Fr* (*Fr* = 120, 120/1,001, 100) pour la structure 4:2:0 (Y'C'B'C'R)



BT.2077-02-22

4.2.2 8K/*Fr* (*Fr* = 60, 60/1,001, 50)

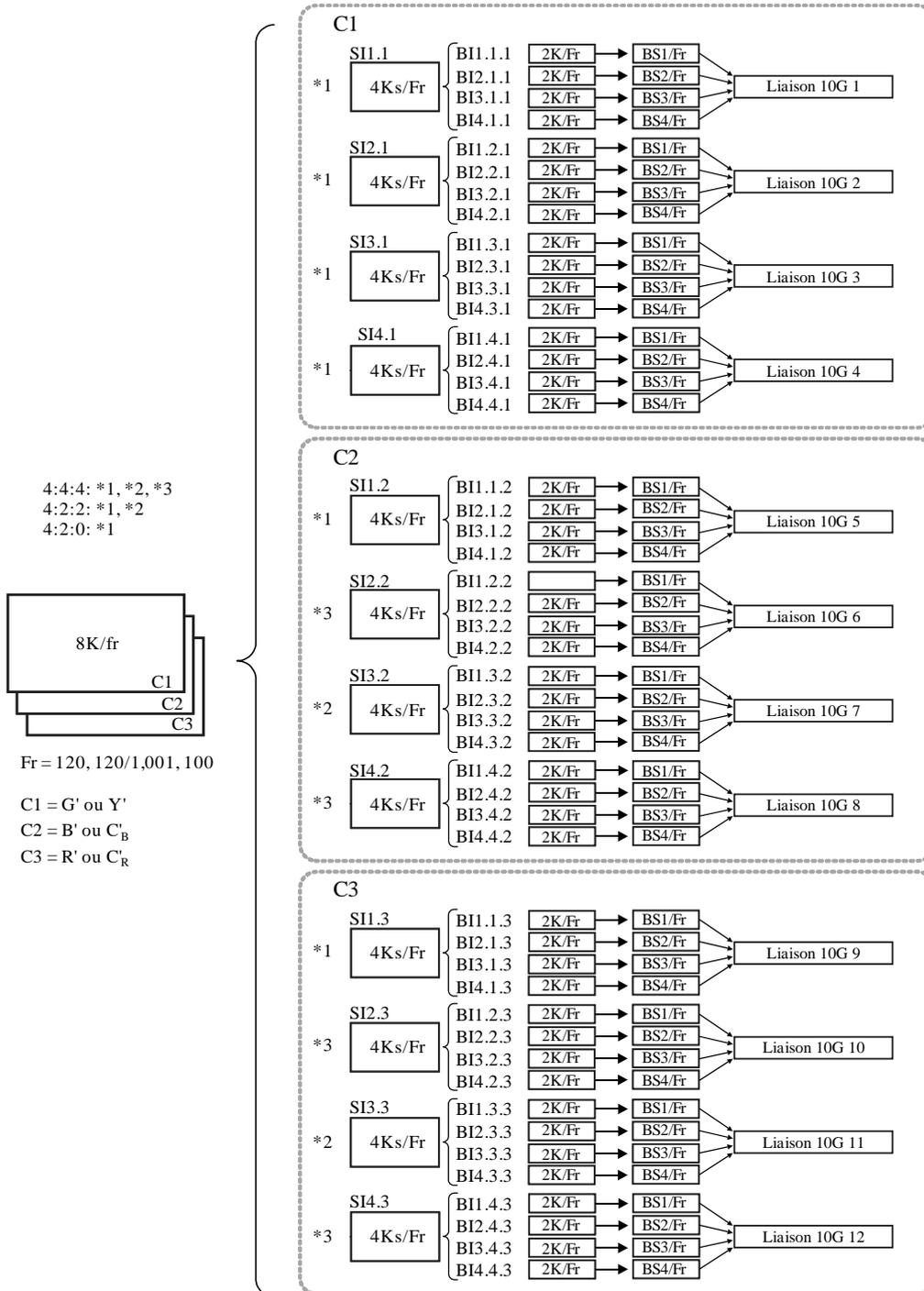
Le mappage des images 8K/*Fr* (*Fr* = 60, 60/1,001, 50) énumérées ci-après dans des signaux de liaison 10G devrait être tel qu'illustré dans la Fig. 2-23.

- U2.3, U2.4 (8K/*Fr*, G'B'R', 4:4:4);
- U2.10, U2.11 (8K/*Fr*, Y'C'B'C'R, 4:4:4);
- U2.17, U2.18 (8K/*Fr*, Y'C'B'C'R, 4:2:2);
- U2.24, U2.25 (8K/*Fr*, Y'C'B'C'R, 4:2:0).

Slp.q et Blu.p.q sont telles que définies au § 4.2.1. BS1/*Fr* à BS4/*Fr* représentent respectivement les trains de base 1 à 4 à *Fr* Hz spécifiés dans la Fig. 2-17. Pour le mappage de l'image 8K, un signal de liaison à 10 GHz devrait être généré pour chaque ensemble de quatre trains de base. Dans la Fig. 2-23, les signaux de liaison 10G avec l'indication *1 devraient être générés pour toutes les structures d'échantillonnage 8K, ceux avec l'indication *2 sont générés uniquement pour les structures 4:4:4 et 4:2:2, et ceux avec l'indication *3 devraient être générés uniquement pour la structure 4:4:4.

FIGURE 2-23

Mappage dans des liaisons 10G à partir d'une image 8K/*Fr* (*Fr* = 60, 60/1,001, 50)



4.2.3 8K/*Fr* (*Fr* = 30, 30/1,001, 25, 24, 24/1,001)

Le mappage des images 8K/*Fr* (*Fr* = 30, 30/1,001, 25, 24, 24/1,001) énumérées ci-après dans des signaux de liaison 10G devrait être tel qu'illustré dans la Fig. 2-24.

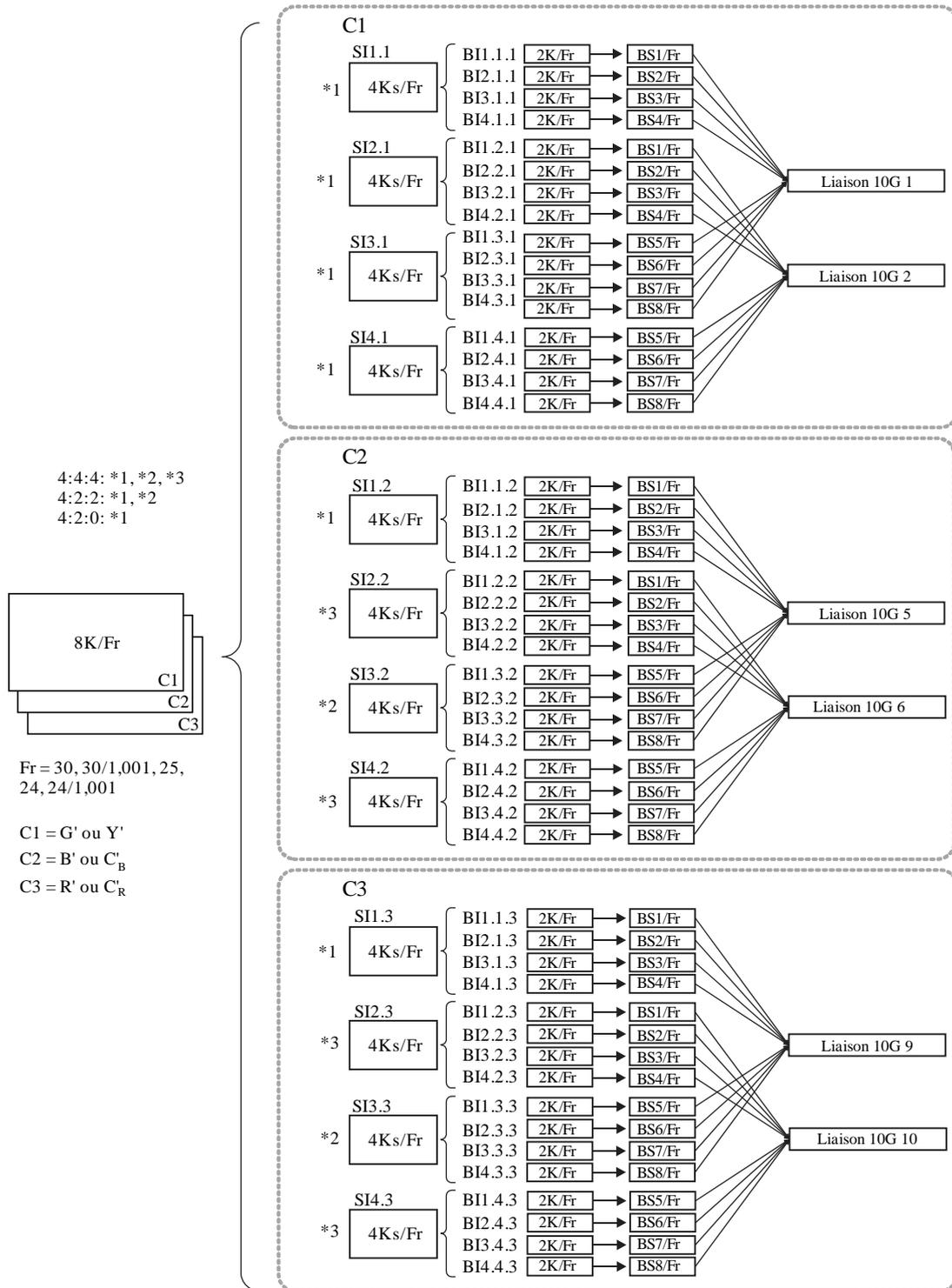
- U2.5, U2.6, U2.7 (8K/*Fr*, G'B'R', 4:4:4);
- U2.12, U2.13, U2.14 (8K/*Fr*, Y'C_BC_R', 4:4:4);
- U2.19, U2.20, U2.21 (8K/*Fr*, Y'C_BC_R', 4:2:2);
- U2.26, U2.27, U2.28 (8K/*Fr*, Y'C_BC_R', 4:2:0).

S_{Ip,q} et B_{Iu,p,q} sont telles que définies au § 4.2.1. BS1/*Fr* à BS8/*Fr* représentent respectivement les trains de base 1 à 8 à *Fr* Hz spécifiés dans la Fig. 2-19. Pour le mappage de l'image 8K/*Fr*, un signal de liaison à 10 GHz devrait être généré pour chaque ensemble de huit trains de base. Dans la Fig. 2-24, les sous-images 4K avec l'indication *1 devraient être générées pour toutes les structures d'échantillonnage 8K, celles avec l'indication *2 devraient être générées uniquement pour les structures 4:4:4 et 4:2:2, et celles avec l'indication *3 sont générées uniquement pour la structure 4:4:4.

Dans le cas 4:2:0, les sous-images 4K avec l'indication *2 ne devraient pas être générées. Par conséquent, le nombre de trains de base générés à partir des sous-images 4K des composantes de couleur C_B' et C_R' avec l'indication *1 est inférieur à huit. Dans ce cas, des trains de base devraient être générés à partir des images de base pour lesquelles les données sur 12 bits de l'échantillon complet valent 800h, et ces trains devraient être affectés à BS5/*Fr*, BS6/*Fr*, BS7/*Fr* et BS8/*Fr* pour générer le signal de liaison 10G correspondant.

FIGURE 2-24

Mappage dans des liaisons 10G à partir d'une image 8K/*Fr* (*Fr* = 30, 30/1,001, 25, 24, 24/1,001)



4.2.4 4K/*Fr* (*Fr* = 120, 120/1,001, 100)

Le mappage des images 4K/*Fr* (*Fr* = 120, 120/1,001, 100) énumérées ci-après dans des signaux de liaison 10G devrait être tel qu'illustré dans la Fig. 2-25.

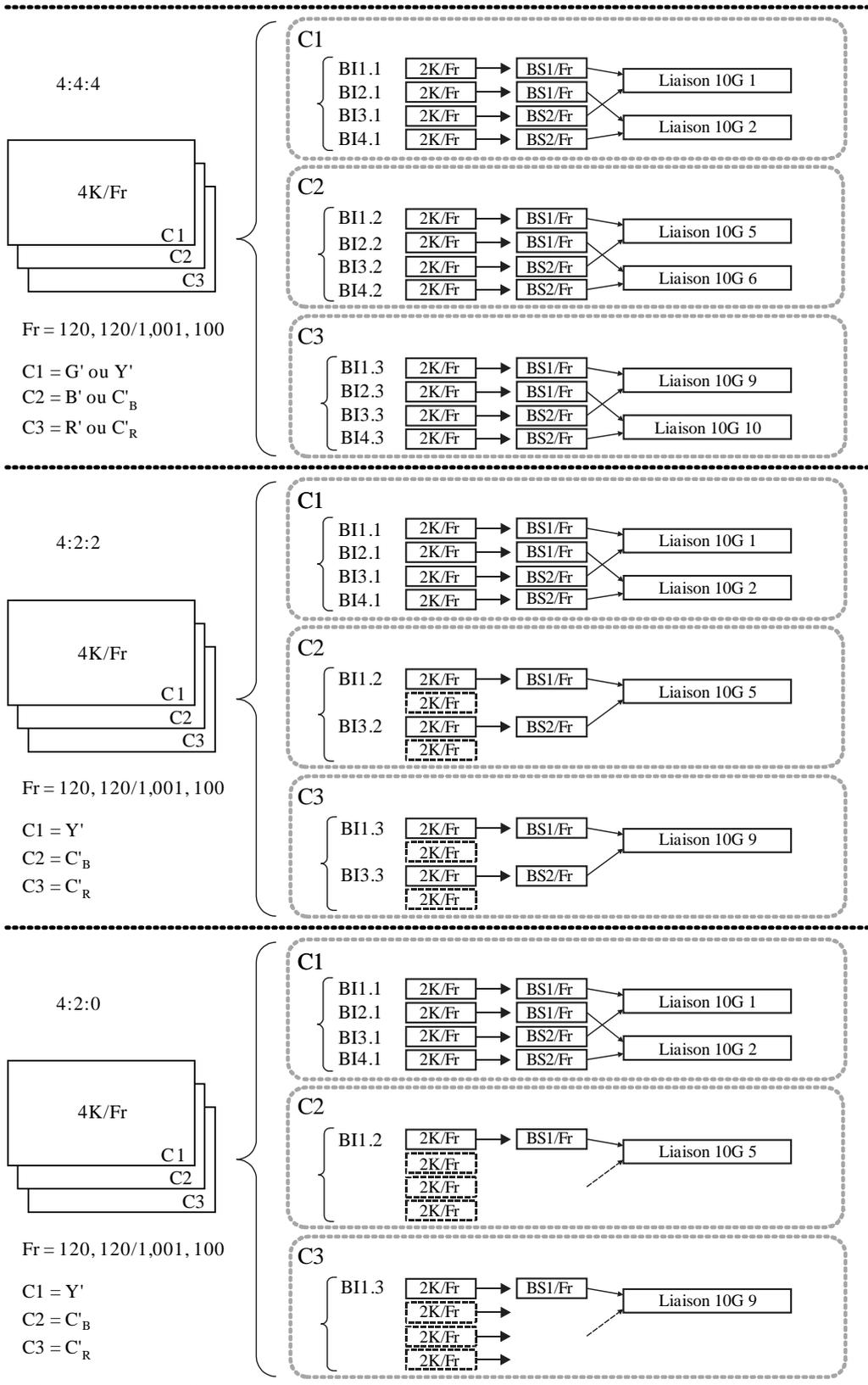
- U1.1, U1.2 (4K/*Fr*, G'B'R', 4:4:4);
- U1.8, U1.9 (4K/*Fr*, Y'C'BC'R, 4:4:4);
- U1.15, U1.16 (4K/*Fr*, Y'C'BC'R, 4:2:2);
- U1.22, U1.23 (4K/*Fr*, Y'C'BC'R, 4:2:0).

B_{Iu.q} (u est un entier supérieur ou égal à 1 et inférieur ou égal à 4; q est un entier supérieur ou égal à 1 et inférieur ou égal à 3) représente l'image de base u pour la composante de couleur C_q générée par division d'une image 4K et devrait être mappée comme indiqué dans la Fig. 2-9. BS1/*Fr* et BS2/*Fr* représentent les trains de base 1 et 2 à *Fr* Hz définis dans la Fig. 2-13. Pour le mappage de l'image 4K/*Fr*, un signal de liaison 10G devrait être généré pour chaque ensemble de deux trains de base à *Fr* Hz.

Dans le cas 4:2:0, moins de deux trains de base à *Fr* Hz devraient être générés à partir de chacune des composantes de couleur C_B et C_R des images 4K. Dans ce cas, un train de base à *Fr* Hz devrait être généré à partir des images de base pour lesquelles les données sur 12 bits de l'échantillon complet valent 800h, et ce train devrait être affecté à BS2/*Fr* pour générer le signal de liaison 10G correspondant.

FIGURE 2-25

Mappage dans des liaisons 10G à partir d'une image 4K/*Fr* (*Fr* = 120, 120/1,001, 100)



4.2.5 4K/*Fr* (*Fr* = 60, 60/1,001, 50)

Le mappage des images 4K/*Fr* (*Fr* = 60, 60/1,001, 50) énumérées ci-après dans des signaux de liaison 10G devrait être tel qu'illustré dans la Fig. 2-26.

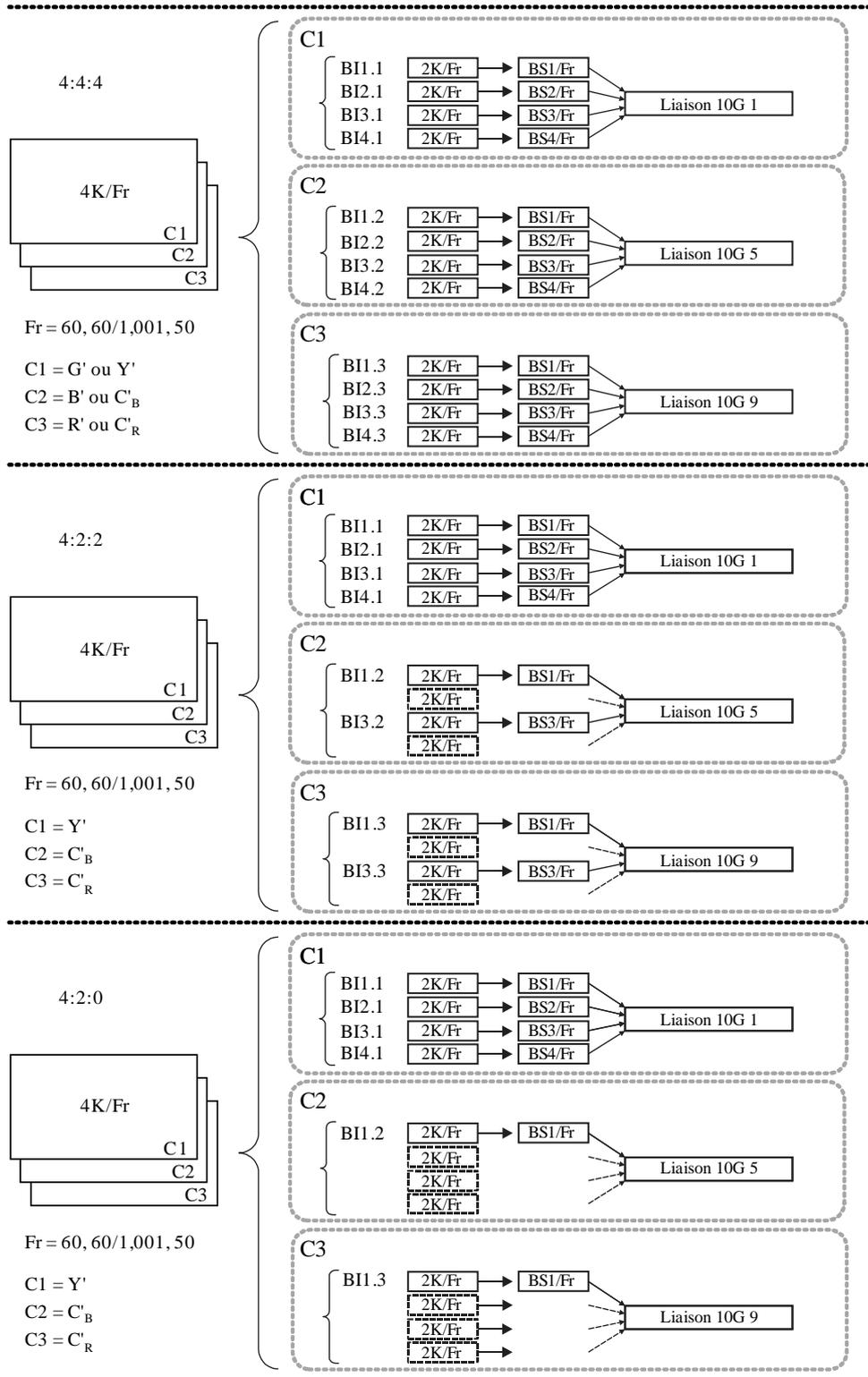
- U1.3, U1.4 (4K/*Fr*, G'B'R', 4:4:4);
- U1.10, U1.11 (4K/*Fr*, Y'C'BC'R, 4:4:4);
- U1.17, U1.18 (4K/*Fr*, Y'C'BC'R, 4:2:2);
- U1.24, U1.25 (4K/*Fr*, Y'C'BC'R, 4:2:0).

BIu.q est telle que définie au § 4.2.4. BS1/*Fr* à BS4/*Fr* représentent respectivement les trains de base 1 à 4 à *Fr* Hz spécifiés dans la Fig. 2-17. Pour le mappage d'une image 4K, un signal de liaison 10G devrait être généré pour chaque ensemble de quatre trains de base.

Dans les cas 4:2:2 et 4:2:0, moins de quatre trains de base devraient être générés à partir des composantes de couleur C_B et C_R des images 4K. Par conséquent, des trains de base devraient être générés à partir des images de base pour lesquelles les données sur 12 bits de l'échantillon complet valent 800h, et ces trains devraient être affectés à BS2/*Fr* et BS4/*Fr* dans le cas 4:2:2 et à BS2/*Fr*, BS3/*Fr* et BS4/*Fr* dans le cas 4:2:0 pour générer le signal de liaison 10G correspondant.

FIGURE 2-26

Mappage dans des liaisons 10G à partir d'une image 4K/*Fr* (*Fr* = 60, 60/1,001, 50)



4.2.6 4K/*Fr* (*Fr* = 30, 30/1,001, 25, 24, 24/1,001)

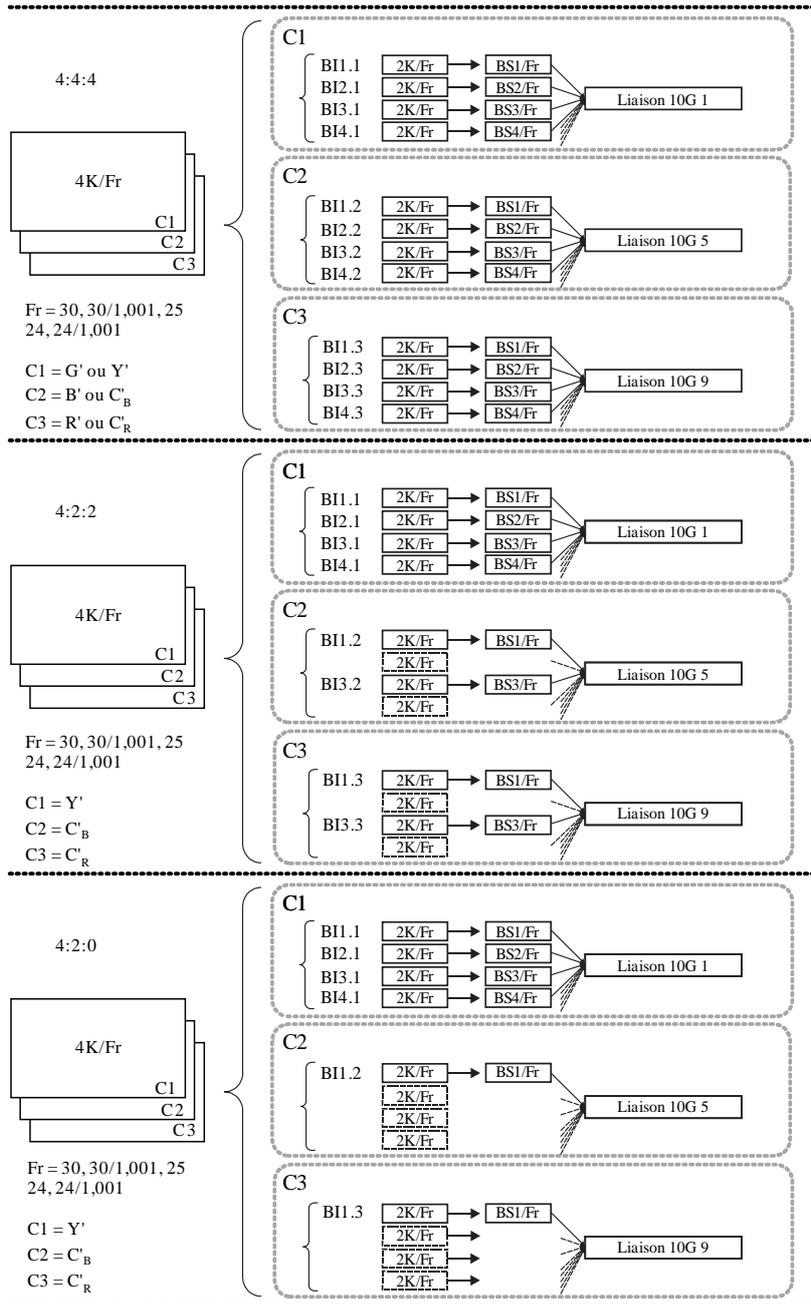
Le mappage des images 4K/*Fr* (*Fr* = 30, 30/1,001, 25, 24, 24/1,001) énumérées ci-après dans des signaux de liaison 10G devrait être tel qu'illustré dans la Fig. 2-27.

- U1.5, U1.6, U1.7 (4K/*Fr*, G'B'R', 4:4:4);
- U1.12, U1.13, U1.14 (4K/*Fr*, Y'C_BC_R, 4:4:4);
- U1.19, U1.20, U1.21 (4K/*Fr*, Y'C_BC_R, 4:2:2);
- U1.26, U1.27, U1.28 (4K/*Fr*, Y'C_BC_R, 4:2:0).

BIu.q est telle que définie au § 4.2.4. BS1/*Fr* à BS4/*Fr* représentent respectivement les trains de base 1 à 4 à *Fr* Hz spécifiés dans la Fig. 2-19. Un signal de liaison 10G devrait être généré pour chaque ensemble de huit trains de base, mais moins de huit trains de base devraient être générés à partir des composantes de couleur 4K. Par conséquent, des trains de base devraient être générés à partir des images de base pour lesquelles les données sur 12 bits de l'échantillon complet valent 100h pour les composantes de couleur Y', G', B' et R' ou 800h pour C_B et C_R et devraient être affectés aux trains de base non affectés de la Fig. 2-27 pour générer le signal de liaison 10G correspondant.

FIGURE 2-27

Mappage dans des liaisons 10G à partir d'une image 4K/Fr ($Fr = 30, 30/1,001, 25, 24, 24/1,001$)



5 Couche physique

Dans le cas d'une interconnexion à courte portée, il est possible d'utiliser la transmission par fibres multimodes décrite au § 5.1. Dans le cas d'une interconnexion à longue portée, il est possible d'utiliser la transmission par fibres monomodes utilisant le multiplexage par répartition dense en longueur d'onde (DWDM) décrite au § 5.2. Les spécifications relatives aux fibres multimodes et monomodes doivent être telles que définies dans les normes CEI 60793-2-10 et, respectivement, CEI 60793-2-50.

5.1 Spécifications relatives à la couche physique pour la transmission par fibres multimodes

5.1.1 Caractéristiques optiques de l'émetteur

Les caractéristiques optiques de l'émetteur pour chaque liaison 10 G devraient être telles qu'indiquées dans le Tableau 2-15. Dans la Fig. 2-28, les amplitudes normalisées de 0 et de 1 représentent respectivement les amplitudes du ZERO et du UN logiques. Celles-ci sont définies au moyen des moitiés inférieure et supérieure des 0,2 UI centraux de l'œil.

Un UI correspond à la période d'un cycle d'horloge d'un signal de liaison 10 G. Le diagramme de l'œil devrait être mesuré par rapport au gabarit de l'œil au moyen d'un récepteur présentant une réponse de Bessel-Thomson d'ordre quatre avec une fréquence à 3 dB de $0,75 \times 10,692 \text{ GHz} = 8 \text{ GHz}$.

TABLEAU 2-15

Caractéristiques optiques de l'émetteur

Longueur d'onde optique	840 nm à 860 nm
Valeur quadratique moyenne de la largeur spectrale (max) ⁽¹⁾	0,65 nm
Rapidité du signal	10,692 GBd \pm 10 ppm, ou 10,692/1,001 GBd \pm 10 ppm
Puissance d'injection moyenne (max) ⁽²⁾	+2,4 dBm
Puissance d'injection moyenne (min) ⁽²⁾	-7,6 dBm
Rapport d'extinction (min)	3 dB
Puissance réfléchie maximale	-12 dB
Gabarit de l'œil pour la sortie optique ⁽³⁾	Voir la Fig. 2-28
Gigue	Voir le § 5.1.3
Fonction de transfert électro-optique	«1» logique = puissance optique supérieure «0» logique = puissance optique inférieure

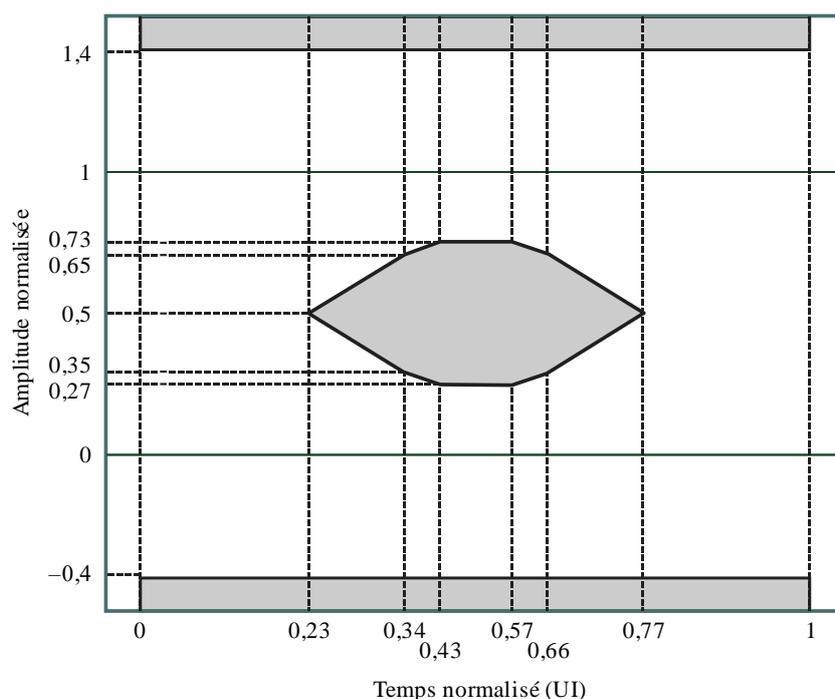
⁽¹⁾ La valeur quadratique moyenne de la largeur spectrale correspond à l'écart type du spectre.

⁽²⁾ La puissance est la puissance moyenne mesurée au moyen d'un appareil de mesure de puissances moyennes.

⁽³⁾ Mille signaux accumulés sont recommandés pour le test de conformité au gabarit de l'œil pour la sortie optique de l'émetteur.

FIGURE 2-28

Gabarit de l'œil pour la sortie optique de l'émetteur



BT.2077-02-28

5.1.2 Caractéristiques optiques du récepteur

Les caractéristiques du récepteur pour chaque liaison 10 G devraient être telles qu'indiquées dans le Tableau 2-16. Dans les limites de la plage d'entrée du récepteur, on devrait parvenir à un taux BER 10^{-12} lorsqu'on utilise les signaux de test à barres de couleur ou une séquence PRBS-31 (lorsque les éléments du système sont testés au moyen d'appareils basés sur le BER). Un BER 10^{-14} est recommandé. Une mesure pendant 5 minutes est recommandée pour vérifier que BER 10^{-12} lorsqu'on utilise un appareil de test basé sur le BER.

NOTE – Le générateur de séquence PRBS-31 est défini dans la norme IEEE 802.3ae-2002.

TABLEAU 2-16

Caractéristiques optiques du récepteur

Puissance de réception moyenne (max) ⁽¹⁾	+2,4 dBm
Puissance de réception moyenne (min) ⁽¹⁾	-9,5 dBm
Seuil d'endommagement du détecteur (min)	+3,4 dBm
Gigue	Voir le § 5.1.3
Fonction de transfert opto-électrique	Puissance optique supérieure = «1» logique Puissance optique inférieure = «0» logique

⁽¹⁾ La puissance est la puissance moyenne mesurée au moyen d'un appareil de mesure de puissances moyennes.

5.1.3 Spécifications de la gigue

Les spécifications de la gigue devraient être telles qu'indiquées dans le Tableau 2-17. La gigue est définie comme étant la variation des transitions d'un signal numérique par rapport à leurs positions idéales dans le temps, et elle est exprimée sous la forme de valeurs crête à crête en UI. Les pentes de

la gigue de rythme et de la gigue d'alignement dans la bande passante devraient être d'au moins 20 dB/décade. Les atténuations dans la bande de coupure devraient être d'au moins 20 dB. Les ondulations dans la bande passante devraient être inférieures à ± 1 dB.

TABLEAU 2-17
Spécifications de la gigue

Paramètre	Valeur	Description
F1	10 Hz	Limite de spécification basse fréquence
F2	20 kHz	Limite de bande supérieure pour A1
F3	4 MHz	Limite de bande inférieure pour A2
F4	> 1/10 de la fréquence d'horloge	Limite de spécification haute fréquence
A1	10 UI	Gigue de rythme: l'amplitude de la gigue sinusoïdale devrait être inférieure à $2 \times 10^5/f + 0,1$ UI pour $20 \text{ kHz} < f \leq 4 \text{ MHz}$
A2	0,15 UI	Gigue d'alignement: l'amplitude de la gigue sinusoïdale devrait être inférieure à 0,15 UI pour $f > 4 \text{ MHz}$
Critère d'erreur	BER = 10^{-12}	Critère pour l'apparition d'erreurs
Signal de test	PRBS-31 ou barre de couleur	Le débit de données de la séquence PRBS-31 devrait être de 10,692 Gbit/s ou de 10,692/1,001 Gbit/s

NOTE – Voir la Recommandation UIT-R BT.1363-1 pour la définition des termes relatifs à la gigue.

5.1.4 Différence temporelle

La différence temporelle entre les signaux de liaison 10G ne devrait pas dépasser 400 ns.

5.1.5 Connecteur optique

Les caractéristiques du connecteur optique devraient être telles qu'indiquées dans le Tableau 2-18. Le connecteur support de l'équipement devrait être tel qu'illustré dans la Fig. 2-29 et les dimensions du support devraient être telles qu'indiquées dans le Tableau 2-19. La configuration géométrique des 24 fibres pour le connecteur support devrait être conforme à la norme CEI 61754-7.

TABLEAU 2-18
Caractéristiques du connecteur optique

Nombre de fibres	24
Type de fibre	Fibre multimode
Affaiblissement de la connexion	Inférieur à 0,75 dB
Insertions/retraits	Plus de 5000 fois
Traction des connecteurs à l'équilibre	250 N
Autres exigences	Mécanisme de verrouillage Structure étanche à la poussière

FIGURE 2-29

Connecteur support de l'équipement

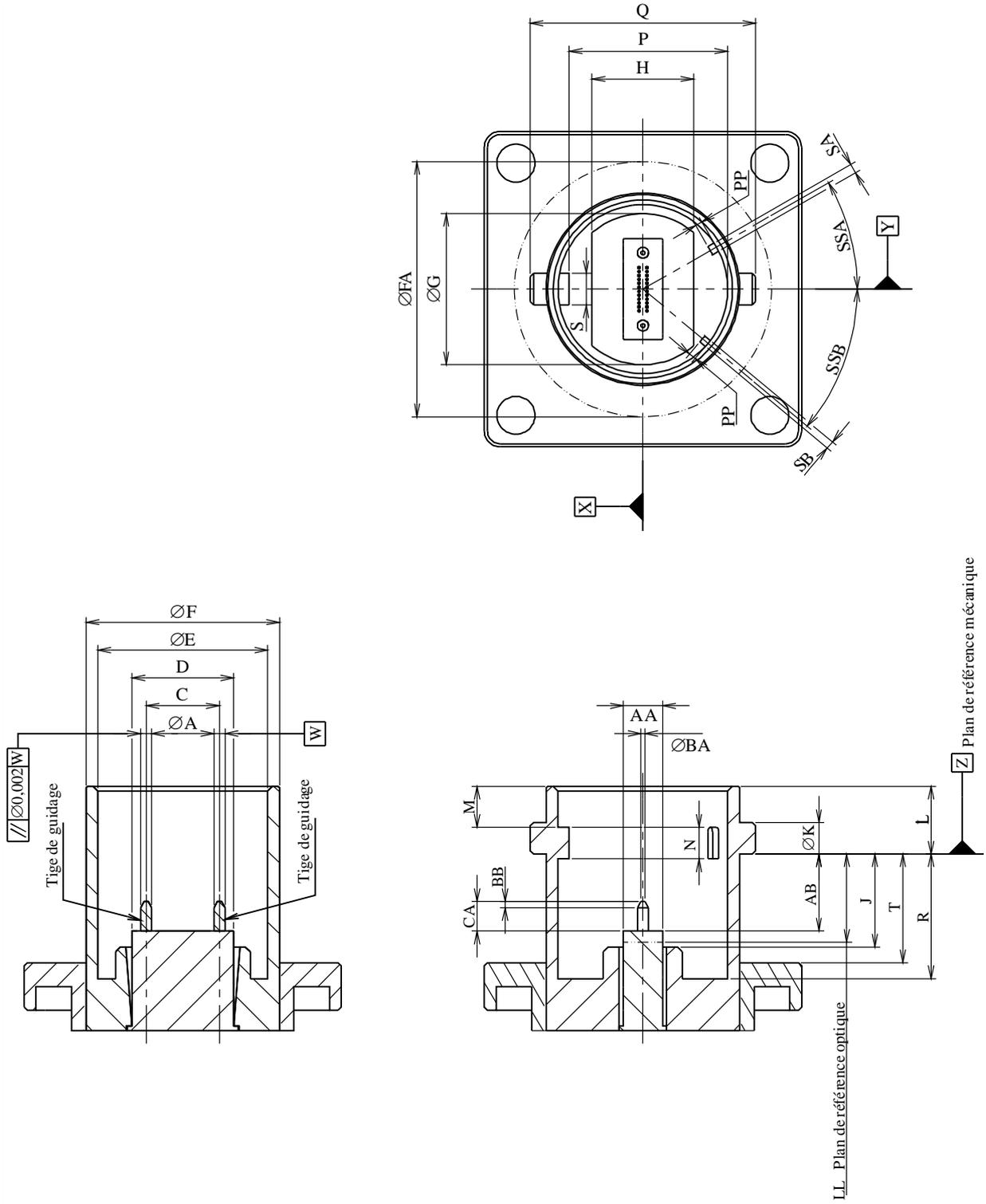


TABLEAU 2-19

Dimensions du connecteur support de l'équipement

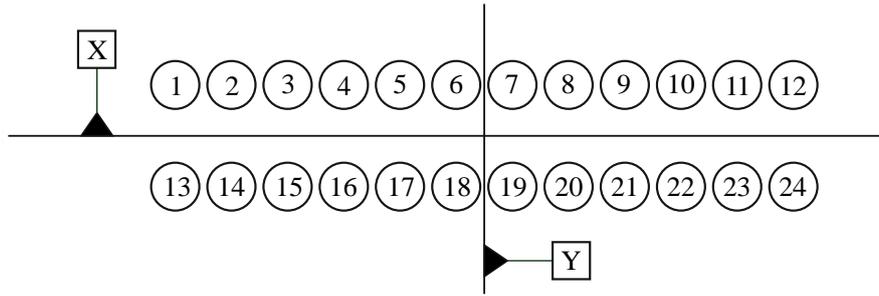
Référence	Dimensions	
	Minimum	Maximum
A	0,697 mm	0,699 mm
C	4,597 mm	4,603 mm
D	6,3 mm	6,5 mm
E	10,7 mm	10,8 mm
F	12,2 mm	12,4 mm
G	–	9,6 mm
H	–	6,4 mm
J	5,7 mm	–
K	1,8 mm	2,2 mm
L	4,3 mm	4,5 mm
M	1,7 mm	4,0 mm
N	1,0 mm	–
P	9,9 mm	10,1 mm
Q	14,2 mm	14,36 mm
R	9,7 mm	–
S	1,95 mm	2,0 mm
T	6,7 mm	–
AA	2,4 mm	2,5 mm
AB	4,7 mm	5,1 mm
BA	0 mm	0,4 mm
BB	0,2 mm	0,5 mm
CA	1,6 mm	3,3 mm
FA	16,2 mm	–
SA	–	0,6 mm
SB	–	0,5 mm
PP	–	0,45 mm
SSA	29°	31°
SSB	39°	41°

5.1.6 Attribution des signaux de liaison 10 G à un connecteur support

L'attribution des signaux de liaison 10 G à un connecteur support de sortie devrait être telle qu'illustrée dans la Fig. 2-30, et l'attribution des signaux de liaison 10 G à un connecteur support d'entrée devrait être telle qu'illustrée dans la Fig. 2-31. Chaque numéro, dans les Fig. 2-30 et 2-31, représente le numéro d'un signal de liaison 10 G. Les symboles X et Y dans les Fig. 2-30 et 2-31 correspondent respectivement aux symboles X et Y dans la Fig. 2-29.

FIGURE 2-30

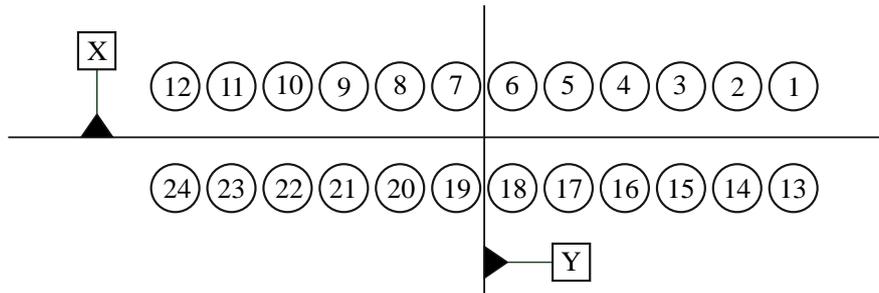
Attribution des signaux de liaison 10G à un connecteur support de sortie de l'équipement



BT.2077-02-30

FIGURE 2-31

Attribution des signaux de liaison 10G à un connecteur support d'entrée de l'équipement



BT.2077-02-31

5.2 Spécifications relatives à la couche physique pour la transmission par fibres monomodes

5.2.1 Caractéristiques optiques de l'émetteur

Les caractéristiques optiques de l'émetteur pour chaque liaison 10 G devraient être telles qu'indiquées dans le Tableau 2-20. Les fréquences centrales nominales et les longueurs d'onde centrales nominales approchées devraient être telles qu'indiquées dans le Tableau 2-21. Dans la Fig. 2-32, les amplitudes normalisées de 0 et de 1 représentent respectivement les amplitudes du ZÉRO et du UN logiques. Celles-ci sont définies au moyen des moitiés inférieure et supérieure des 0,2 UI centraux de l'œil. Un UI correspond à la période d'un cycle d'horloge d'un signal de liaison 10 G. Le diagramme de l'œil devrait être mesuré par rapport au gabarit de l'œil au moyen d'un récepteur présentant une réponse de Bessel-Thomson d'ordre quatre avec une fréquence à 3 dB de $0,75 \times 10,692 \text{ GHz} = 8 \text{ GHz}$.

TABLEAU 2-20

Caractéristiques optiques de l'émetteur

Longueur d'onde optique	Voir le Tableau 2-21
Précision de la longueur d'onde	$\pm 100 \text{ pm}$
Largeur spectrale à -20 dB (max)	1 nm
Rapidité du signal	$10,692 \text{ GBd} \pm 10 \text{ ppm}$, ou $10,692/1,001 \text{ GBd} \pm 10 \text{ ppm}$
Puissance d'injection moyenne (max) ⁽¹⁾	$+4 \text{ dBm}$

TABLEAU 2-20 (*fin*)

Puissance d'injection moyenne (min) ⁽¹⁾	-1 dBm
Rapport d'extinction (min)	8,2 dB
Puissance réfléchie maximale	-21 dB
Gabarit de l'œil pour la sortie optique ⁽²⁾	Voir la Fig. 2-32
Gigue	Voir le § 5.2.3
Fonction de transfert électro-optique	«1» logique = puissance optique supérieure «0» logique = puissance optique inférieure

⁽¹⁾ La puissance est la puissance moyenne mesurée au moyen d'un appareil de mesure de puissances moyennes.

⁽²⁾ Mille signaux accumulés sont recommandés pour le test de conformité au gabarit de l'œil pour la sortie optique de l'émetteur.

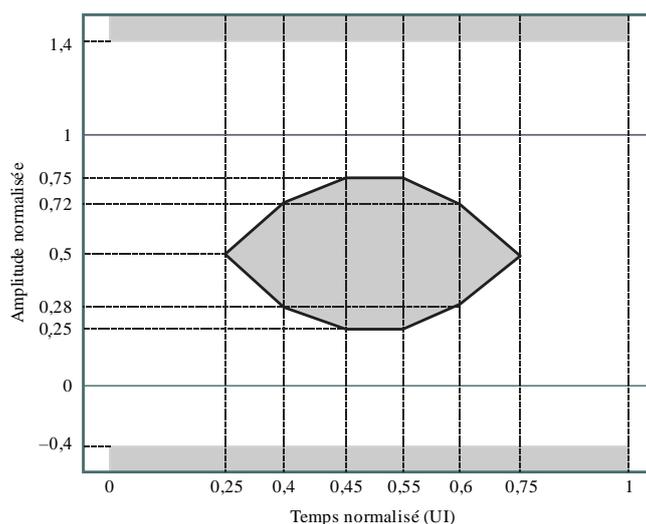
TABLEAU 2-21

Fréquences centrales nominales et longueurs d'onde centrales nominales approchées

Numéro des liaisons 10 G	Fréquences centrales nominales	Longueurs d'onde centrales nominales approchées
1	192,5 THz	1 557,36 nm
2	192,6 THz	1 556,55 nm
3	192,7 THz	1 555,75 nm
4	192,8 THz	1 554,94 nm
5	192,9 THz	1 554,13 nm
6	193,0 THz	1 553,33 nm
7	193,1 THz	1 552,52 nm
8	193,2 THz	1 551,72 nm
9	193,3 THz	1 550,92 nm
10	193,4 THz	1 550,12 nm
11	193,5 THz	1 549,32 nm
12	193,6 THz	1 548,51 nm
13	193,7 THz	1 547,72 nm
14	193,8 THz	1 546,92 nm
15	193,9 THz	1 546,12 nm
16	194,0 THz	1 545,32 nm
17	194,1 THz	1 544,53 nm
18	194,2 THz	1 543,73 nm
19	194,3 THz	1 542,94 nm
20	194,4 THz	1 542,14 nm
21	194,5 THz	1 541,35 nm
22	194,6 THz	1 540,56 nm
23	194,7 THz	1 539,77 nm
24	194,8 THz	1 538,98 nm

FIGURE 2-32

Gabarit de l'œil pour la sortie optique de l'émetteur



BT.2077-02-32

5.2.2 Caractéristiques optiques du récepteur

Les caractéristiques optiques du récepteur pour chaque liaison 10 G devraient être telles qu'indiquées dans le Tableau 2-22. Dans les limites de la plage d'entrée du récepteur, on devrait parvenir à un taux BER $< 10^{-12}$ lorsqu'on utilise les signaux de test à barres de couleur ou une séquence PRBS-31 (lorsque les éléments du système sont testés au moyen d'appareils basés sur le BER). Un BER $< 10^{-14}$ est recommandé. Une mesure pendant 5 minutes est recommandée pour vérifier que BER = 10^{-12} lorsqu'on utilise un appareil de test basé sur le BER.

NOTE – Le générateur de séquence PRBS-31 est défini dans la norme IEEE 802.3ae-2002.

TABLEAU 2-22

Caractéristiques optiques du récepteur

Puissance de réception moyenne (max) ⁽¹⁾	-1 dBm
Puissance de réception moyenne (min) ⁽¹⁾	-15,5 dBm
Seuil d'endommagement du détecteur (min)	+4 dBm
Gigue	Voir le § 5.2.3
Fonction de transfert opto-électrique	Puissance optique supérieure = «1» logique Puissance optique inférieure = «0» logique

⁽¹⁾ La puissance est la puissance moyenne mesurée au moyen d'un appareil de mesure de puissances moyennes.

5.2.3 Spécifications de la gigue

Les spécifications de la gigue devraient être telles qu'indiquées dans le § 5.1.3.

5.1.4 Différence temporelle

La différence temporelle entre les signaux de liaison 10 G devrait être telle qu'indiquée dans le § 5.1.4.

5.1.5 Connecteur optique

Un connecteur optique devrait être du type SC/PC simplex, défini dans la norme CEI 61754-4.

PARTIE 3

1 Définition de termes

Image de 4 320 lignes	Image de $7\,680 \times 4\,320$ pixels spécifiée pour le système de TVUHD
Image de 2 160 lignes	Image de $3\,840 \times 2\,160$ pixels spécifiée pour le système de TVUHD
Sous-image intermédiaire de 2 160 lignes	Image de $3\,840 \times 2\,160$ pixels obtenue par sous-échantillonnage d'une image de 4 320 lignes
Sous-image de 1 080 lignes	Image de $1\,920 \times 1\,080$ lignes obtenue par sous-échantillonnage d'une image de 2 160 lignes ou d'une sous-image intermédiaire de 2 160 lignes. Chaque sous-image de 1 080 lignes est transportée dans N trains de données, où N est égal à 1, 2, 4 ou 8 en fonction de la structure d'image et de la fréquence d'image
$4\,320/Fr$	Image de 4 320 lignes avec une fréquence d'image de Fr ($Fr = 120, 120/1,001, 100, 60, 60/1,001, 50, 30, 30/1,001, 25, 24, 24/1,001$)
$2\,160/Fr$	Image ou sous-image intermédiaire de 2 160 lignes avec une fréquence d'image de Fr ($Fr = 120, 120/1,001, 100, 60, 60/1,001, 50, 30, 30/1,001, 25, 24, 24/1,001$)
$1\,080/Fr$	Sous-image de 1 080 lignes avec une fréquence d'image de Fr ($Fr = 120, 120/1,001, 100, 60, 60/1,001, 50, 30, 30/1,001, 25, 24, 24/1,001$)
Structure d'image	Structure des échantillons vidéo de l'image source (structure d'image = 4:2:2 10 bits, 4:2:0 10 bits, 4:4:4:4 R'G'B'+A 10 bits, 4:4:4:4 Y'C'B'C'R+A 10 bits, 4:4:4 R'G'B' 12 bits, 4:4:4 Y'C'B'C'R 12 bits, 4:2:2:4 Y'C'B'C'R+A 12 bits)
Train de données	Train de données multiplexées constitué de mots de 10 bits avec une fréquence d'horloge de 148,5 MHz, ou de 148,5/1,001 MHz, comprenant un code de référence temporelle EAV (fin de la vidéo active), un numéro de ligne (LN), un code de détection d'erreur CRCC (code de contrôle de redondance cyclique), des données auxiliaires ou des données de suppression, un code de référence temporelle SAV (début de la vidéo active), et des données vidéo. Chaque sous-image de 1 080 lignes est transportée dans N trains de données, où N est égal à 1, 2, 4 ou 8 en fonction de la structure d'image et de la fréquence d'image.
Ligne active	Mots de données d'échantillon vidéo qui constituent une ligne de données vidéo d'un train de données
Image active	1 080 lignes qui comprennent toutes les lignes actives
Suppression d'image	Lignes comprises entre une image active et l'image active suivante

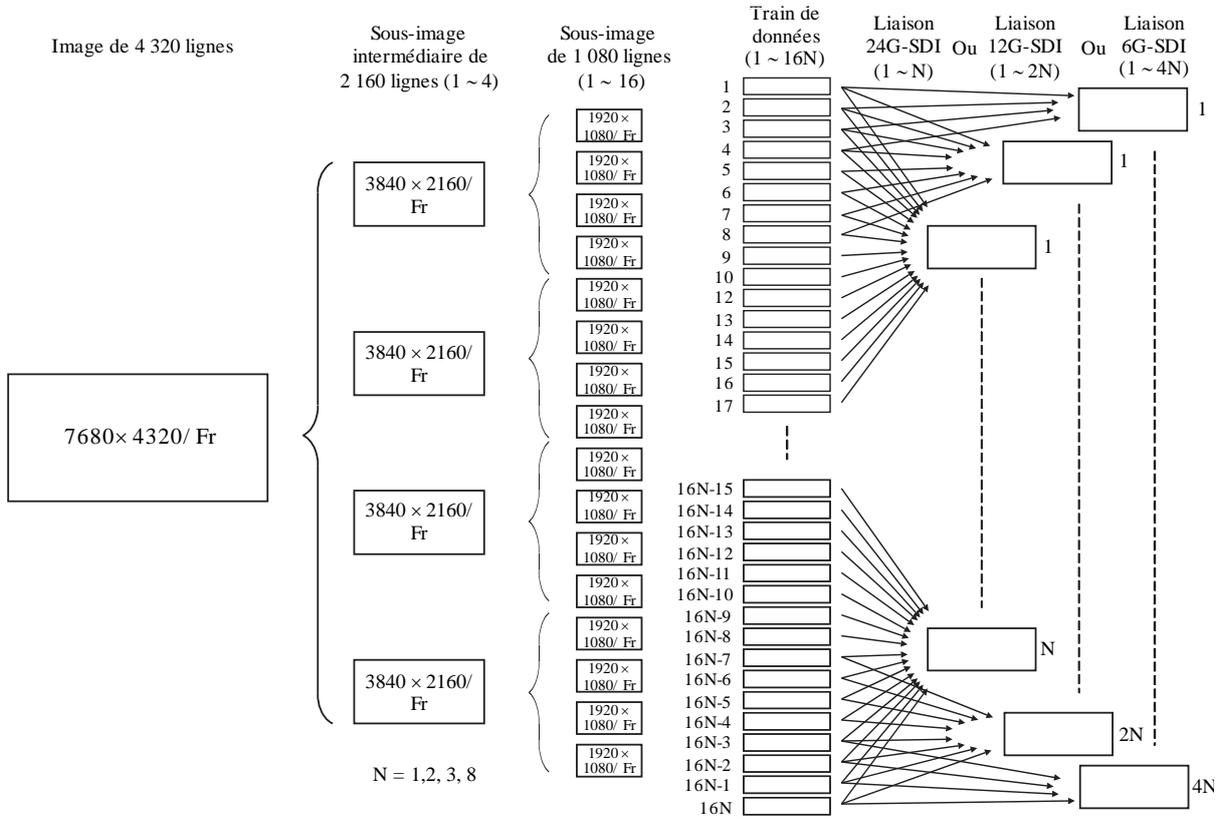
2 Aperçu du mappage de signaux de TVUHD dans des signaux 6G-SDI, 12G-SDI et 24G-SDI à plusieurs liaisons

2.1 Mappage d'images de 4 320 lignes

Le mappage d'images de 4 320 lignes dans un ou plusieurs signaux de liaison 6G, 12G ou 24G est illustré dans la Fig. 3-1.

FIGURE 3-1

Aperçu du mappage d'images de 4 320 lignes avec une fréquence d'image de 120 Hz, 120/1,001 Hz, 100 Hz, 60 Hz, 60/1,001 Hz, 50 Hz, 30 Hz, 30/1,001 Hz, 24 Hz ou 24/1,001 Hz



BT.2077-03-01

Une image source de 4 320 lignes est divisée pour produire quatre sous-images intermédiaires de 2 160 lignes, chacune d'elles étant ensuite divisée pour produire seize sous-images de 1 080 lignes.

Ces seize sous-images de 1 080 lignes sont mappées dans 16N trains de données, qui sont combinés quatre par quatre pour générer 4N signaux de liaison 6G, ou huit par huit pour générer 2N signaux de liaison 12G, ou seize par seize pour générer N signaux de liaison 24G.

Le Tableau 3-1 énumère, pour chaque format d'image source de 4 320 lignes, le nombre de trains de données requis, et le nombre de liaisons 6G, 12G ou 24G nécessaires pour les transporter.

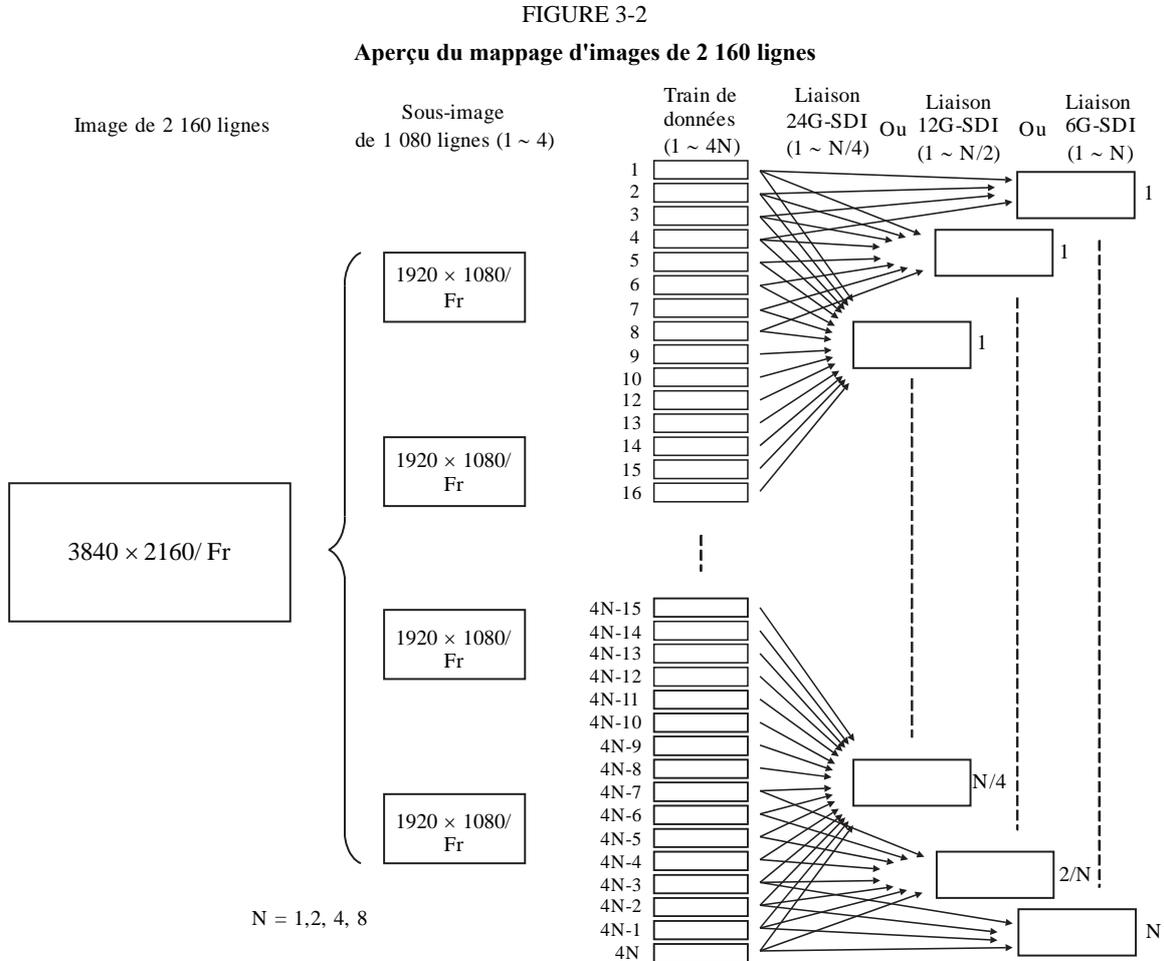
TABLEAU 3-1
Formats d'image de 4 320 lignes

Structure de l'image source de 4 320 lignes	Nombre de sous-images de 1 080 lignes	Fréquence d'image (Hz)	Structure de la sous-image de 1 080 lignes	Nombre de trains de données par sous-image de 1 080 lignes (N)	Nombre de trains de données	Nombre de liaisons 6G	Nombre de liaisons 12G	Nombre de liaisons 24G
4:2:2 Y'C _B C _R 10 bits 4:2:0 Y'C _B C _R 10 bits	16	120, 120/1,001	1	4	64	-(1)	-(1)	4
		100	1	4	64	-(1)	-(1)	4
		60, 60/1,001	1	2	32	-(1)	4	2
		50	1	2	32	-(1)	4	2
		30, 30/1,001	1	1	16	4	2	1
		25	1	1	16	4	2	1
		24, 24/1,001	1	1	16	4	2	1
4:4:4 R'G'B' (+A) 10 bits 4:4:4 Y'C _B C _R (+A) 10 bits	16	120, 120/1,001	II	8	128	-(1)	-(1)	8
		100	II	8	128	-(1)	-(1)	8
		60, 60/1,001	II	4	64	-(1)	-(1)	4
		50	II	4	64	-(1)	-(1)	4
		30, 30/1,001	2	2	32	-(1)	4	2
		25	2	2	32	-(1)	4	2
		24, 24/1,001	2	2	32	-(1)	4	2
4:4:4 R'G'B' 12 bits 4:4:4 Y'C _B C _R 12 bits	16	120, 120/1,001	III	8	128	-(1)	-(1)	8
		100	III	8	128	-(1)	-(1)	8
		60, 60/1,001	III	4	64	-(1)	8	4
		50	III	4	64	-(1)	8	4
		30, 30/1,001	3	2	32	-(1)	4	2
		25	3	2	32	-(1)	4	2
		24, 24/1,001	3	2	32	-(1)	4	2
4:2:2:4 Y'C _B C _R (+A) 12 bits	16	120, 120/1,001	IV	8	128	-(1)	-(1)	8
		100	IV	8	128	-(1)	-(1)	8
		60, 60/1,001	IV	4	64	-(1)	-(1)	4
		50	IV	4	64	-(1)	-(1)	4
		30, 30/1,001	4	2	32	-(1)	4	2
		25	4	2	32	-(1)	4	2
		24, 24/1,001	4	2	32	-(1)	4	2

(1) Les données utiles vidéo diffèrent suivant la fréquence d'image et la structure d'image. Pour ces différentes données utiles vidéo, plusieurs interfaces sont possibles. Par exemple, une image 4:2:2 10 bits à 25 Hz comporte des données utiles vidéo qui peuvent être transportées via une interface 6G à quatre liaisons, une interface 12G à deux liaisons ou une interface 24G à une liaison. En l'absence d'indication dans les colonnes relatives au nombre de liaisons requises, l'interface ne convient pas pour la structure d'image en question, et il convient de choisir une autre interface, parmi celles qui prennent en charge le format d'image retenu. Par exemple, une image 4:2:2 10 bits à 60 Hz peut être transportée via une interface 12G à quatre liaisons ou une interface 24G à deux liaisons, mais aucune interface 6G ne convient.

2.2 Mappage d'images de 2 160 lignes avec une fréquence d'image de 120 Hz, 120/1,001 Hz, 100 Hz, 60 Hz, 60/1,001 Hz, 50 Hz, 30 Hz, 30/1,001 Hz, 24 Hz ou 24/1,001 Hz

Le mappage d'images de 2 160 lignes dans un ou plusieurs signaux de liaison 6G, 12G ou 24G est illustré dans la Fig. 3-2.



BT.2077-03-02

Une image source de 2 160 lignes est divisée pour produire quatre sous-images de 1 080 lignes. Ces quatre sous-images de 1 080 lignes sont mappées dans $4N$ trains de données, qui sont combinés quatre par quatre pour générer N signaux de liaison 6G, ou huit par huit pour générer $N/2$ signaux de liaison 12G, ou seize par seize pour générer $N/4$ signaux de liaison 24G.

TABLEAU 3-2
Formats d'image de 2 160 lignes

Structure de l'image source de 2 160 lignes	Nombre de sous-images de 1 080 lignes	Fréquence d'image (Hz)	Structure de la sous-image de 1 080 lignes	Nombre de trains de données par sous-image de 1 080 lignes (N)	Nombre de trains de données	Nombre de liaisons 6G	Nombre de liaisons 12G	Nombre de liaisons 24G
4:2:2 Y'C'B'C'R 10 bits ou 4:2:0 Y'C'B'C'R 10 bits	4	120, 120/1,001	1	4	16	4	2	1
		100	1	4	16	4	2	1
		60, 60/1,001	1	2	8	2	1	1 ⁽²⁾
		50	1	2	8	2	1	1 ⁽²⁾
		30, 30/1,001	1	1	4	1	- ⁽²⁾	1 ⁽²⁾
		25	1	1	4	1	- ⁽²⁾	1 ⁽²⁾
24, 24/1,001	1	1	4	1	- ⁽²⁾	1 ⁽²⁾		
4:4:4 R'G'B' (+A) 10 bits ou 4:4:4 Y'C'B'C'R(+A) 10 bits	4	120, 120/1,001	II	8	32	- ⁽¹⁾	4	2
		100 ⁴	II	8	32	- ⁽¹⁾	4	2
		60, 60/1,001	II	4	16	4	2	1
		50	II	4	16	4	2	1
		30, 30/1,001	2	2	8	2	1	1 ⁽²⁾
		25	2	2	8	2	1	1 ⁽²⁾
24, 24/1,001	2	2	8	2	1	1 ⁽²⁾		
4:4:4 R'G'B' 12 bits ou 4:4:4 Y'C'B'C'R 12 bits	4	120, 120/1,001	III	8	32	- ⁽¹⁾	4	2
		100	III	8	32	- ⁽¹⁾	4	2
		60, 60/1,001	III	4	32	4	2	1
		50	III	4	32	4	2	1
		30, 30/1,001	3	2	32	2	1	1 ⁽²⁾
		25	3	2	32	2	1	1 ⁽²⁾
24, 24/1,001	3	2	32	2	1	1 ⁽²⁾		
4:2:2:4 Y'C'B'C'R(+A) 12 bits	4	120, 120/1,001	IV	8	32	- ⁽¹⁾	4	2
		100	IV	8	32	- ⁽¹⁾	4	2
		60, 60/1,001	IV	4	32	4	2	1
		50	IV	4	32	4	2	1
		30, 30/1,001	4	2	32	2	1	1 ⁽²⁾
		25	4	2	32	2	1	1 ⁽²⁾
24, 24/1,001	4	2	32	2	1	1 ⁽²⁾		

⁽¹⁾ Les données utiles vidéo diffèrent suivant la fréquence d'image et la structure d'image. Pour ces différentes données utiles vidéo, plusieurs interfaces sont possibles. Par exemple, une image 4:4:4 12 bits à 60 Hz comporte des données utiles vidéo qui peuvent être transportées via une interface 6G à quatre liaisons, une interface 12G à deux liaisons ou une interface 24G à une liaison. En l'absence d'indication dans les colonnes relatives au nombre de liaisons requises, l'interface ne convient pas pour la structure d'image en question, et il convient de choisir une autre interface, parmi celles qui prennent en charge le format d'image retenu. Par exemple, une image 4:4:4 12 bits à 120 Hz peut être transportée via une interface 12G à quatre liaisons ou une interface 24G à deux liaisons, mais aucune interface 6G ne convient.

⁽²⁾ Dans certains cas, la capacité maximale de l'interface dépasse la capacité nécessaire pour l'image. Par exemple, une image 4:2:2 10 bits à 50 Hz peut être transportée via une interface 12G à une liaison, mais n'a pas besoin du débit de données d'une interface 24G. Dans ce cas, le signal 12G serait transporté sur l'infrastructure 24G à 12G. De même, un signal 6G serait transporté sur l'infrastructure 12G ou 24G à 6G.

NOTE – Choix de l'interface (pour information)

Le choix entre plusieurs interfaces possibles pour un format d'image particulier se fera sur la base de l'infrastructure disponible, laquelle sera choisie en fonction de facteurs économiques et opérationnels, en particulier des autres formats d'image à transporter sur la même infrastructure et de la longueur maximale de câble comme indiqué dans le Tableau 1 de la présente Recommandation.

Une infrastructure 6G prendra en charge tous les formats d'image de 2 160 lignes à l'exception des formats d'image 4:4:4 10 bits ou 12 bits de 100 Hz à 120 Hz inclus, au moyen d'interfaces à une, deux ou quatre liaisons. La prise en charge des formats d'image de 4 320 lignes est limitée aux formats 4:2:2 ou 4:2:0 10 bits à une fréquence d'image jusqu'à 30 Hz.

Une infrastructure 12G prendra en charge tous les formats d'image de 2 160 lignes et les formats d'image de 4 320 lignes 4:2:2 ou 4:2:0 10 bits à une fréquence d'image jusqu'à 60 Hz au moyen d'interfaces à une, deux ou quatre liaisons.

Une infrastructure 24G prendra en charge tous les formats d'image de 2 160 lignes et de 4 320 lignes au moyen d'interfaces à une, deux, quatre ou huit liaisons.

Une infrastructure d'un certain type n'exclut pas toute interopérabilité avec des équipements ou commutateurs d'un autre type. Une interopérabilité simple entre des infrastructures de différents types peut être assurée au moyen de convertisseurs tels que décrits dans l'Annexe 2 à la Partie 3.

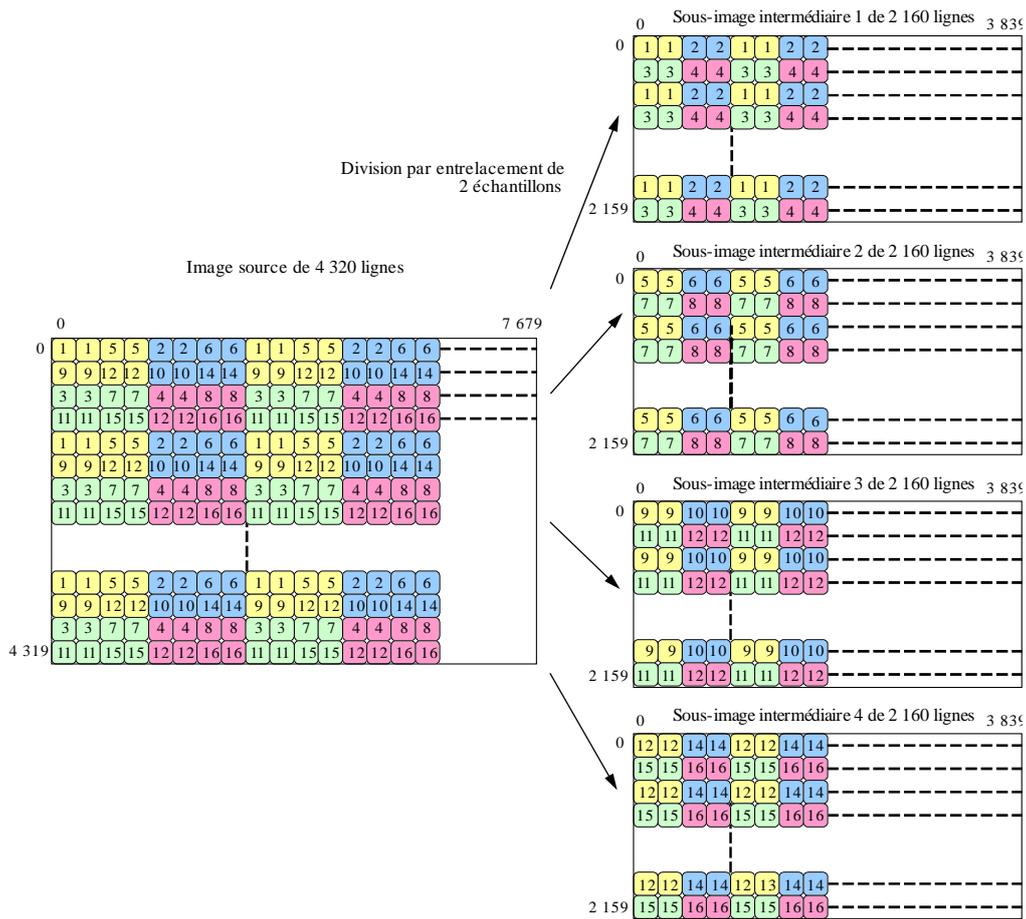
3 Division d'une image en sous-images de 1 080 lignes**3.1 Division d'une image de 4 320 lignes en 4 sous-images intermédiaires de 2 160 lignes**

La division d'une image source de 4 320 lignes en quatre sous-images intermédiaires de 2 160 lignes utilise le processus de division à entrelacement de 2 échantillons.

La Figure 3-3 illustre la division à entrelacement de 2 échantillons d'une image de 4 320 lignes en quatre images de 2 160 lignes. Les lignes paires de l'image source de 4 320 lignes devraient être divisées pour générer les sous-images intermédiaires 1 et 2 de 2 160 lignes, en prenant deux échantillons horizontaux consécutifs à la fois, et les lignes impaires devraient être divisées pour générer les sous-images intermédiaires 3 et 4 de 2 160 lignes, en prenant deux échantillons horizontaux consécutifs à la fois.

FIGURE 3-3

Division à entrelacement de 2 échantillons d'une image de 4 320 lignes en images de 2 160 lignes



BT.2077-03-03

Les sous-images intermédiaires de 2 160 lignes ont la même structure d'image que l'image source de 4 320 lignes, exception faite d'une image source 4:2:0. Dans ce cas:

- Les composantes 0 des données d'image du système 4:2:0 (échantillons pairs sur les lignes impaires des composantes C_BC_R non attribuées) devraient se voir attribuer la valeur 200_h (512₍₁₀₎) dans le cas d'un système à 10 bits et la valeur 800_h (2 048₍₁₀₎) dans le cas d'un système à 12 bits. Les sous-images intermédiaires résultantes 1 et 2 auront donc une structure d'image 4:2:2 comportant toutes les composantes C_B et C_R de l'image source, et les sous-images intermédiaires 3 et 4 auront une structure d'image 4:2:2 dans laquelle les composantes C_B et C_R auront la valeur 200_h dans le cas d'un système à 10 bits et la valeur 800_h dans le cas d'un système à 12 bits.

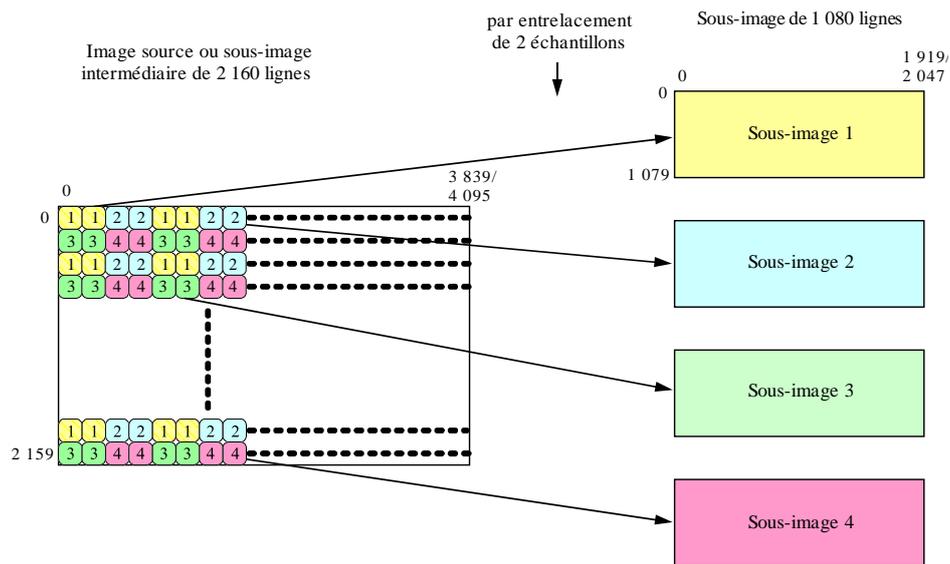
Voir l'Annexe 1 à la Partie 3 «Division d'une image en fonction de la structure d'image» pour plus de précisions.

3.2 Division d'une image ou d'une sous-image intermédiaire de 2 160 lignes en 4 sous-images de 1 080 lignes

Une image de 2 160 lignes est divisée en quatre sous-images de 1 080 lignes au moyen de la division à entrelacement de 2 échantillons.

La Figure 3-4 illustre la division à entrelacement de 2 échantillons d'une image de 2 160 lignes en quatre images de 1 080 lignes. Les lignes paires de l'image de 2 160 lignes devraient être divisées pour générer les sous-images 1 et 2 de 1 080 lignes, en prenant deux échantillons horizontaux consécutifs à la fois, et les lignes impaires devraient être divisées pour générer les sous-images 3 et 4 de 1 080 lignes, en prenant deux échantillons horizontaux consécutifs à la fois.

FIGURE 3-4
Division à entrelacement de 2 échantillons d'une image de 2 160 lignes en images de 1 080 lignes



BT.2077-03-04

Pour une image source de 4 320 lignes, la sous-image intermédiaire 1 de 2 160 lignes devrait être divisée pour générer les sous-images 1 à 4 incluses de 1 080 lignes.

De même, la sous-image intermédiaire 2 de 2 160 lignes devrait être divisée pour générer les sous-images 5 à 8 incluses de 1 080 lignes.

De même, la sous-image intermédiaire 3 de 2 160 lignes devrait être divisée pour générer les sous-images 9 à 12 incluses de 1 080 lignes.

De même, la sous-image intermédiaire 4 de 2 160 lignes devrait être divisée pour générer les sous-images 13 à 16 incluses de 1 080 lignes.

Les sous-images de 1 080 lignes ont la même structure d'image que l'image source de 4 320 lignes ou que l'image source de 2 160 lignes, exception faite d'une image source 4:2:0. Dans ce cas:

- pour les sous-images intermédiaires de 2 160 lignes provenant d'une image source 4:2:0 de 4 320 lignes, les composantes C'_B et C'_R des sous-images intermédiaires 3 et 4 de 2 160 lignes se voient attribuer la valeur 200_h ($512_{(10)}$) dans le cas d'un système à 10 bits et 800_h ($2048_{(10)}$) dans le cas d'un système à 12 bits. Les sous-images résultantes 1 à 8 incluses de 1080 lignes auront donc une structure d'image 4:2:2 comportant toutes les composantes C'_B et C'_R de l'image source, et les sous-images 9 à 16 incluses de 1 080 lignes auront une structure d'image 4:2:2 dans laquelle les composantes C'_B et C'_R auront la valeur 200_h dans le cas d'un système à 10 bits ou 800_h dans le cas d'un système à 12 bits.

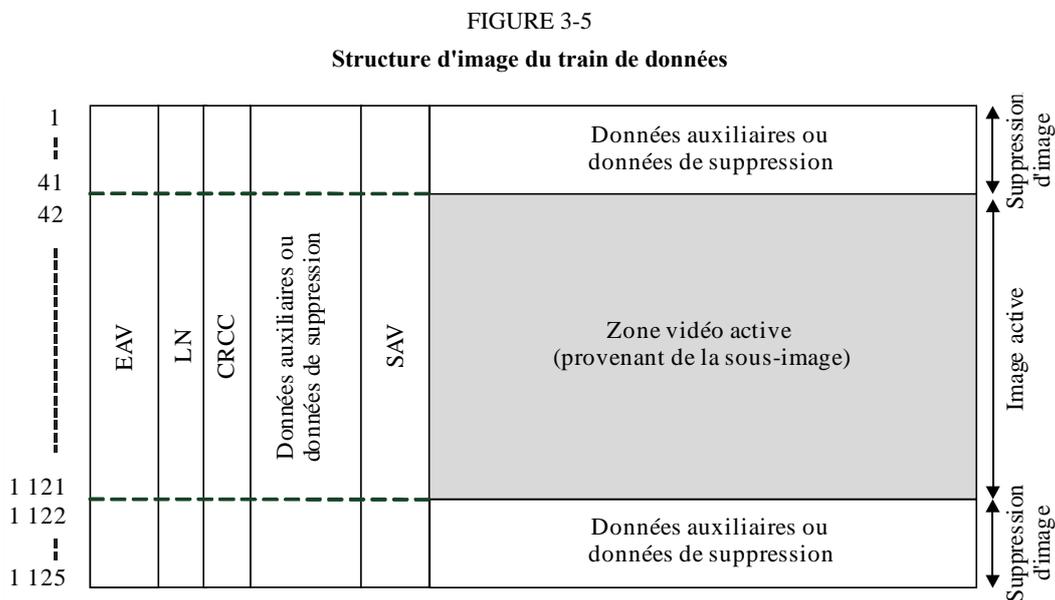
- pour une image source de 2 160 lignes, les composantes 0 des données d'image du système 4:2:0 (échantillons pairs sur les lignes impaires des composantes C_BC_R non attribuées) devraient se voir attribuer la valeur 200_h (512₍₁₀₎) dans le cas d'un système à 10 bits et la valeur 800_h (2048₍₁₀₎) dans le cas d'un système à 12 bits. Les sous-images résultantes 1 et 2 de 1 080 lignes auront donc une structure d'image 4:2:2 comportant toutes les composantes C_B et C_R de l'image source, et les sous-images 3 et 4 de 1 080 lignes auront une structure d'image 4:2:2 dans laquelle les composantes C_B et C_R auront la valeur 200_h dans le cas d'un système à 10 bits ou 800_h dans le cas d'un système à 12 bits.

Voir l'Annexe 1 à la Partie 3 (Informative) «Division d'une image en fonction de la structure d'image» pour plus de précisions.

4 Train de données

La structure d'image d'un train de données est illustrée dans la Fig. 3-5 et la numérotation des mots du train de données dans chaque ligne est indiquée dans le Tableau 3-4. Un train de données comprend 1 080 lignes d'image active et 45 lignes d'intervalles de suppression d'image.

Les 1 080 lignes de la sous-image occupent les lignes 42 à 1 121 du train de données. Les intervalles de suppression d'image occupent les lignes 1 à 41 et les lignes 1 122 à 1 125. La structure de ligne pour la suppression d'image est identique à celle indiquée dans le Tableau 3-4, la région de la ligne active étant attribuée aux données auxiliaires ou aux données de suppression.



BT.2077-03-05

TABLEAU 3-3

Numéros de ligne du train de données

Élément	Numéro de ligne
Suppression d'image	1-41, 1 122-1 125
Image active	42-1 121

TABLEAU 3-4
Numéros de mot dans les lignes du train de données

Élément	Symbole		Numéro de mot						
			Fréquence d'image de 120 ou 120/1,001 Hz	Fréquence d'image de 100 Hz	Fréquence d'image de 60 ou 60/1,001 Hz	Fréquence d'image de 50 Hz	Fréquence d'image de 30 ou 30/1,001 Hz	Fréquence d'image de 25 Hz	Fréquence d'image de 24 ou 24/1,001 Hz
Ligne active (données vidéo)	D		0-959		0-1 919		0-3 839		
Code de référence temporelle (EAV)	EAV		960-963		1 920-1 923		3 840-3 843 ⁽¹⁾ 3 840-3 847 ⁽²⁾		
Données de numéro de ligne	LN	LN0	964		1 924		3 844 ⁽¹⁾ 3 848-3 849 ⁽²⁾		
		LN1	965		1 925		3 845 ⁽¹⁾ 3 850-3 851 ⁽²⁾		
Codes de contrôle de redondance cyclique	CRCC	CRCC0	966		1 926		3 846 ⁽¹⁾ 3 852-3 853 ⁽²⁾		
		CRCC1	967		1 927		3 847 ⁽¹⁾ 3 854-3 855 ⁽²⁾		
Données auxiliaires ou données de suppression	ANC		968-1 095	968-1 315	1 928-2 195	1 928-2 635	3 848-4 395 ⁽¹⁾ 3 856-4 391 ⁽²⁾	3 848-5 275 ⁽¹⁾ 3 856-5 271 ⁽²⁾	3 848-5 495 ⁽¹⁾ 3 856-5 491 ⁽²⁾
Code de référence temporelle (SAV)	SAV		1 096-1 099	1 316-1 319	2 196-2 199	2 636-2 639	4 396-4 399 ⁽¹⁾ 4 392-4 399 ⁽²⁾	5 276-5 279 ⁽¹⁾ 5 272-5 279 ⁽²⁾	5 496-5 499 ⁽¹⁾ 5 492-5 499 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Pour toutes les structures d'image sauf la structure d'image 1.

⁽²⁾ Pour la structure d'image 1.

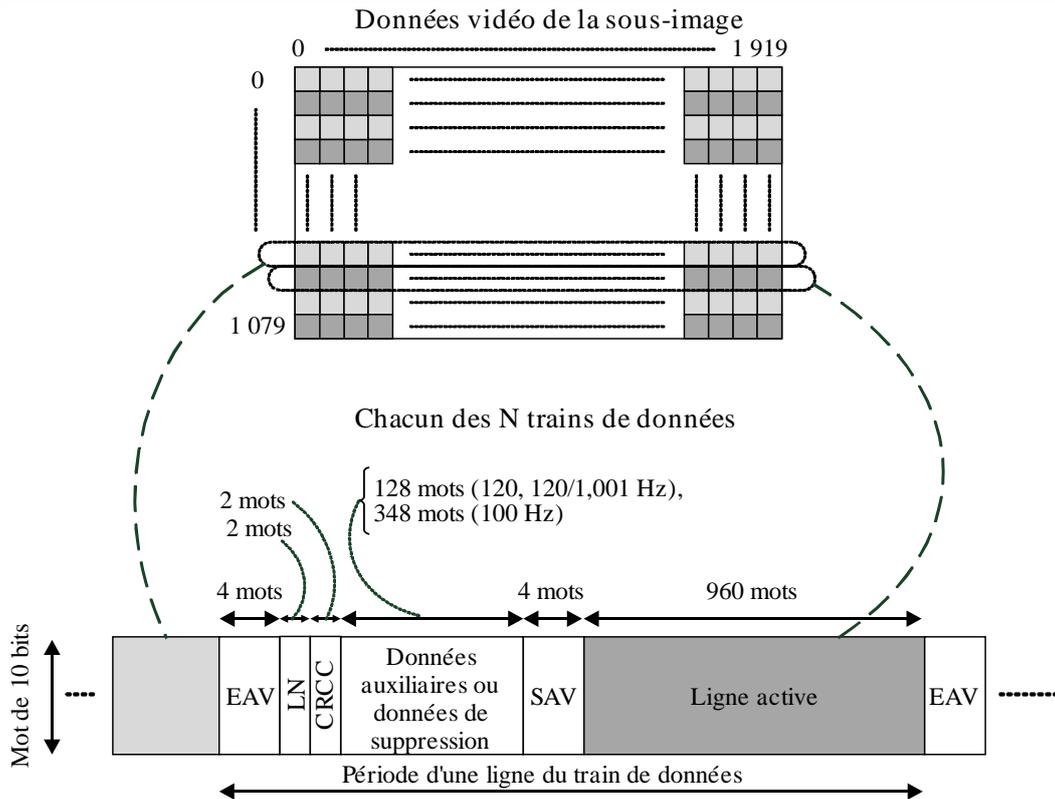
4.1 Images à 100, 120/1,001 et 120 Hz

Chaque sous-image est mappée dans N trains de données. N est égal à quatre ou huit en fonction de la structure d'image.

Chaque train de données comporte un conteneur de vidéo active ayant une taille de $960 \times 1\,080$ mots à la fréquence d'image source.

FIGURE 3-6

Structure de ligne de chaque train de données pour les fréquences d'image de 120 Hz, 120/1,001 Hz ou 100 Hz



BT.2077-03-06

4.1.1 Mappage des sous-images dans les trains de données

Structure d'image 1 – Y'C'B'C'R 4:2:2 ou 4:2:0 10 bits

Pour cette structure d'image, $N = 4$

Sous-image 1

- Le train de données 1 transporte les échantillons Y' impairs: Y'1, Y'3, Y'5, Y'7 ...
- Le train de données 2 transporte les échantillons C'R: C'R0, C'R2, C'R4...
- Le train de données 3 transporte les échantillons Y' pairs: Y'0, Y'2, Y'4, Y'6 ...
- Le train de données 4 transporte les échantillons C'B: C'B0, C'B2, C'B4...

La sous-image 2 est mappée de manière analogue dans les trains de données 5 à 8 inclus.

La sous-image 3 est mappée de manière analogue dans les trains de données 9 à 12 inclus.

La sous-image 4 est mappée de manière analogue dans les trains de données 13 à 16 inclus.

Pour les images de 4 320 lignes, il y a 16 sous-images. Dans ce cas:

Mappage de la sous-image 5

- Le train de données 17 transporte les échantillons Y' impairs: Y'1, Y'3, Y'5, Y'7...
- Le train de données 18 transporte les échantillons C'R: C'R0, C'R2, C'R4...
- Le train de données 19 transporte les échantillons Y' pairs: Y'0, Y'2, Y'4, Y'6...
- Le train de données 20 transporte les échantillons C'B: C'B0, C'B2, C'B4...

La sous-image 6 est mappée de manière analogue dans les trains de données 21 à 24 inclus.

La sous-image 7 est mappée de manière analogue dans les trains de données 25 à 28 huit inclus.

La sous-image 8 est mappée de manière analogue dans les trains de données 29 à 32 inclus.

La sous-image 9 est mappée de manière analogue dans les trains de données 33 à 36 inclus.

La sous-image 10 est mappée de manière analogue dans les trains de données 37 à 40 inclus.

La sous-image 11 est mappée de manière analogue dans les trains de données 41 à 44 inclus.

La sous-image 12 est mappée de manière analogue dans les trains de données 45 à 48 inclus.

La sous-image 13 est mappée de manière analogue dans les trains de données 49 à 52 inclus.

La sous-image 14 est mappée de manière analogue dans les trains de données 53 à 56 inclus.

La sous-image 15 est mappée de manière analogue dans les trains de données 57 à 60 inclus.

La sous-image 16 est mappée de manière analogue dans les trains de données 61 à 64 inclus.

Structure d'image II – RGB 4:4:4 ou 4:4:4:4 10 bits

Pour cette structure d'image, $N = 8$

Sous-image 1

Le train de données 1 transporte les échantillons G' impairs:	G'1, G'3, G'5...
Le train de données 2 transporte les échantillons R' pairs:	R'0, R'2, R'4...
Le train de données 3 transporte les échantillons G' pairs:	G'0, G'2, G'4...
Le train de données 4 transporte les échantillons B' pairs:	B'0, B'2, B'4...
Le train de données 5 transporte les valeurs A impaires:	A1, A3, A5...
Le train de données 6 transporte les échantillons R' impairs:	R'1, R'3, R'5...
Le train de données 7 transporte les valeurs A paires:	A0, A2, A4...
Le train de données 8 transporte les échantillons B' impairs:	B'1, B'3, B'5...

La sous-image 2 est mappée de manière analogue dans les trains de données 9 à 16 inclus.

La sous-image 3 est mappée de manière analogue dans les trains de données 17 à 24 inclus.

La sous-image 4 est mappée de manière analogue dans les trains de données 25 à 32 inclus.

Pour les images de 4 320 lignes, il y a 16 sous-images. Dans ce cas:

Mappage de la sous-image 5

Le train de données 33 transporte les échantillons G' impairs:	G'1, G'3, G'5...
Le train de données 34 transporte les échantillons R' pairs:	R'0, R'2, R'4...
Le train de données 35 transporte les échantillons G' pairs:	G'0, G'2, G'4...
Le train de données 36 transporte les échantillons B' pairs:	B'0, B'2, B'4...
Le train de données 37 transporte les valeurs A impaires:	A1, A3, A5...
Le train de données 38 transporte les échantillons R' impairs:	R'1, R'3, R'5...
Le train de données 39 transporte les valeurs A paires:	A0, A2, A4...
Le train de données 40 transporte les échantillons B' impairs:	B'1, B'3, B'5...

La sous-image 6 est mappée de manière analogue dans les trains de données 41 à 48 inclus.

La sous-image 7 est mappée de manière analogue dans les trains de données 49 à 56 inclus.

La sous-image 8 est mappée de manière analogue dans les trains de données 57 à 64 inclus.

La sous-image 9 est mappée de manière analogue dans les trains de données 65 à 72 inclus.

La sous-image 10 est mappée de manière analogue dans les trains de données 73 à 80 inclus.

La sous-image 11 est mappée de manière analogue dans les trains de données 81 à 88 inclus.

La sous-image 12 est mappée de manière analogue dans les trains de données 89 à 96 inclus.

La sous-image 13 est mappée de manière analogue dans les trains de données 97 à 104 inclus.

La sous-image 14 est mappée de manière analogue dans les trains de données 105 à 112 inclus.

La sous-image 15 est mappée de manière analogue dans les trains de données 113 à 120 inclus.

La sous-image 16 est mappée de manière analogue dans les trains de données 121 à 128 inclus.

Structure d'image III – R'G'B' 4:4:4 12 bits

Pour cette structure d'image, $N = 8$

Sous-image 1

Le train de données 1 transporte les 10 MSB des échantillons G' impairs: G'1:2-11, G'3:2-11, G'5:2-11...

Le train de données 2 transporte les 10 MSB des échantillons R' pairs: R'0:2-11, R'2:2-11, R'4:2-11...

Le train de données 3 transporte les 10 MSB des échantillons G' pairs: G'0:2-11, G'2:2-11, G'4:2-11...

Le train de données 4 transporte les 10 MSB des échantillons B' pairs: B'0:2-11, B'2:2-11, B'4:2-11...

Le train de données 5 transporte les 2 LSB des échantillons R'G'B' impairs: R'G'B'1:0-1, R'G'B'3:0-1, R'G'B'5:0-1...

Le train de données 6 transporte les 10 MSB des échantillons R' impairs: R'1:2-11, R'3:2-11, R'5:2-11...

Le train de données 7 transporte les 2 LSB des échantillons R'G'B' pairs: R'G'B'0:0-1, R'G'B'2:0-1, R'G'B'4:0-1...

Le train de données 8 transporte les 10 MSB des échantillons B' impairs: B'1:2-11, B'3:2-11, B'5:2-11...

La sous-image 2 est mappée de manière analogue dans les trains de données 9 à 16 inclus.

La sous-image 3 est mappée de manière analogue dans les trains de données 17 à 24 inclus.

La sous-image 4 est mappée de manière analogue dans les trains de données 25 à 32 inclus.

Pour les images de 4 320 lignes, il y a 16 sous-images. Dans ce cas:

Mappage de la sous-image 5

Le train de données 33 transporte les 10 MSB des échantillons G' impairs: G'1:2-11, G'3:2-11, G'5:2-11...

Le train de données 34 transporte les 10 MSB des échantillons R' pairs: R'0:2-11, R'2:2-11, R'4:2-11...

Le train de données 35 transporte les 10 MSB des échantillons G' pairs: G'0:2-11, G'2:2-11, G'4:2-11...

Le train de données 36 transporte les 10 MSB des échantillons B' pairs: B'0:2-11, B'2:2-11, B'4:2-11...

Le train de données 37 transporte les 2 LSB des échantillons R'G'B' impairs: R'G'B'1:0-1, R'G'B'3:0-1, R'G'B'5:0-1....

Le train de données 38 transporte les 10 MSB des échantillons R' impairs: R'1:2-11, R'3:2-11, R'5:2-11...

Le train de données 39 transporte les 2 LSB des échantillons R'G'B' pairs: R'G'B'0:0-1, R'G'B'2:0-1, R'G'B'4:0-1....

Le train de données 40 transporte les 10 MSB des échantillons B' impairs: B'1:2-11, B'3:2-11, B'5:2-11...

La sous-image 6 est mappée de manière analogue dans les trains de données 41 à 48 inclus.

La sous-image 7 est mappée de manière analogue dans les trains de données 49 à 56 inclus.

La sous-image 8 est mappée de manière analogue dans les trains de données 57 à 64 inclus.

La sous-image 9 est mappée de manière analogue dans les trains de données 65 à 72 inclus.

La sous-image 10 est mappée de manière analogue dans les trains de données 73 à 80 inclus.

La sous-image 11 est mappée de manière analogue dans les trains de données 81 à 88 inclus.

La sous-image 12 est mappée de manière analogue dans les trains de données 89 à 96 inclus.

La sous-image 13 est mappée de manière analogue dans les trains de données 97 à 104 inclus.

La sous-image 14 est mappée de manière analogue dans les trains de données 105 à 112 inclus.

La sous-image 15 est mappée de manière analogue dans les trains de données 113 à 120 inclus.

La sous-image 16 est mappée de manière analogue dans les trains de données 121 à 128 inclus.

Structure d'image IV – Y'C'B'C'R+A 4:2:2:4 12 bits

Pour cette structure d'image, $N = 8$

Sous-image 1

Le train de données 1 transporte les 10 MSB des échantillons Y' impairs: Y'1:2-11, Y'3:2-11, Y'5:2-11...

Le train de données 2 transporte les 10 MSB des échantillons C'R pairs: C'R0:2-11, C'R2:2-11, C'R4:2-11...

Le train de données 3 transporte les 10 MSB des échantillons Y' pairs: Y'0:2-11, Y'2:2-11, Y'4:2-11...

Le train de données 4 transporte les 10 MSB des échantillons C'B pairs: C'B0:2-11, C'B2:2-11, C'B4:2-11...

Le train de données 5 transporte les 2 LSB des échantillons Y' impairs: Y'1:0-1, Y'3:0-1, Y'5:0-1...

Le train de données 6 transporte les échantillons A impairs: A1, A3, A5...

Le train de données 7 transporte les 2 LSB des échantillons Y'C'B'C'R pairs: Y'C'B'C'R0:0-1, Y'C'B'C'R2:0-1, Y'C'B'C'R4:0-1...

Le train de données 8 transporte les valeurs A paires: A0, A2, A4...

La sous-image 2 est mappée de manière analogue dans les trains de données 9 à 16 inclus

La sous-image 3 est mappée de manière analogue dans les trains de données 17 à 24 inclus

La sous-image 4 est mappée de manière analogue dans les trains de données 25 à 32 inclus

Pour les images de 4 320 lignes, il y a 16 sous-images. Dans ce cas:

Mappage de la sous-image 5

Le train de données 33 transporte les 10 MSB des échantillons Y' impairs: $Y'1:2-11$, $Y'3:2-11$, $Y'5:2-11$

Le train de données 34 transporte les 10 MSB des échantillons C'_R pairs: $C'_R0:2-11$, $C'_R2:2-11$, $C'_R4:2-11$

Le train de données 35 transporte les 10 MSB des échantillons Y' pairs: $Y'0:2-11$, $Y'2:2-11$, $Y'4:2-11$

Le train de données 36 transporte les 10 MSB des échantillons C'_B pairs: $C'_B0:2-11$, $C'_B2:2-11$, $C'_B4:2-11$

Le train de données 37 transporte les 2 LSB des échantillons Y' impairs: $Y'1:0-1$, $Y'3:0-1$, $Y'5:0-1$

Le train de données 38 transporte les échantillons A impairs: $A1$, $A3$, $A5$

Le train de données 39 transporte les 2 LSB des échantillons $Y'C'_BC'_R$ pairs: $Y'C'_BC'_R0:0-1$, $Y'C'_BC'_R2:0-1$, $Y'C'_BC'_R4:0-1$

Le train de données 40 transporte les valeurs A paires: $A0$, $A2$, $A4$

La sous-image 6 est mappée de manière analogue dans les trains de données 41 à 48 inclus.

La sous-image 7 est mappée de manière analogue dans les trains de données 49 à 56 inclus.

La sous-image 8 est mappée de manière analogue dans les trains de données 57 à 64 inclus.

La sous-image 9 est mappée de manière analogue dans les trains de données 65 à 72 inclus.

La sous-image 10 est mappée de manière analogue dans les trains de données 73 à 80 inclus.

La sous-image 11 est mappée de manière analogue dans les trains de données 81 à 88 inclus.

La sous-image 12 est mappée de manière analogue dans les trains de données 89 à 96 inclus.

La sous-image 13 est mappée de manière analogue dans les trains de données 97 à 104 inclus.

La sous-image 14 est mappée de manière analogue dans les trains de données 105 à 112 inclus.

La sous-image 15 est mappée de manière analogue dans les trains de données 113 à 120 inclus.

La sous-image 16 est mappée de manière analogue dans les trains de données 121 à 128 inclus.

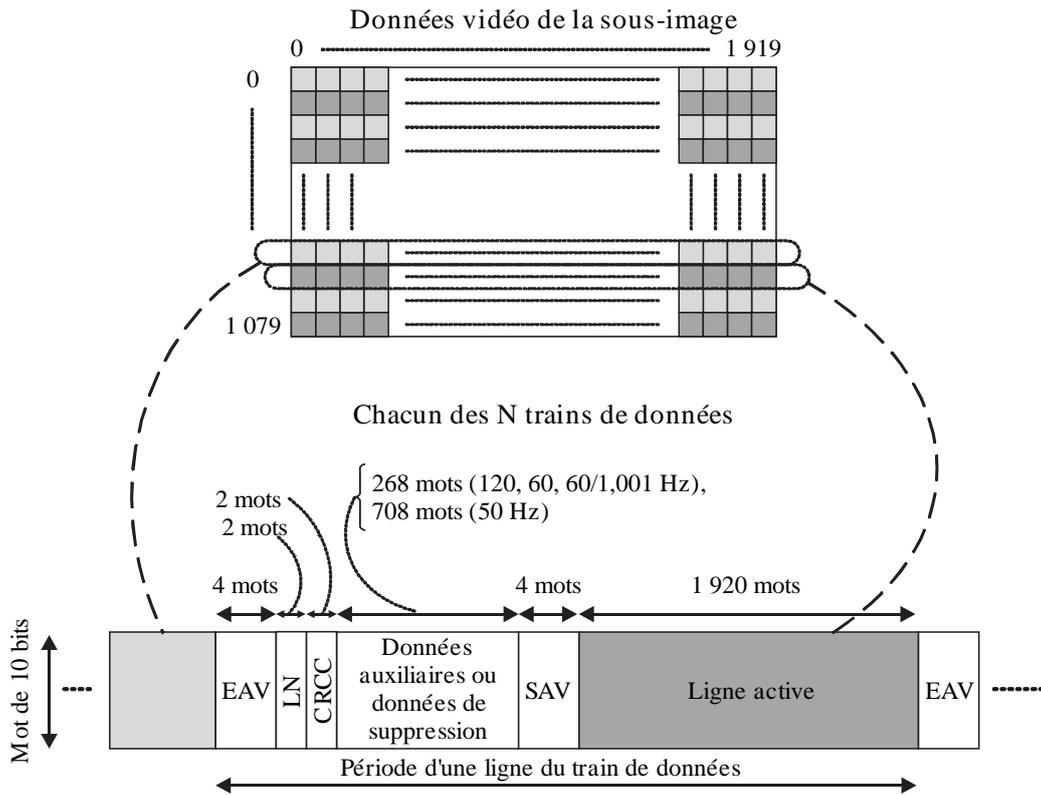
4.2 Images à 50, 60/1,001 et 60 Hz

Chaque sous-image est mappée dans N trains de données. N est égal à deux ou quatre en fonction de la structure d'image.

Chaque train de données comporte un conteneur de vidéo active ayant une taille de $1\,920 \times 1\,080$ mots à la fréquence d'image source.

FIGURE 3-7

Structure de ligne de chaque train de données pour les fréquences d'image de 60 Hz, 60/1,001 Hz et 50 Hz



RT 2077-03-07

4.2.1 Mappage des sous-images dans les trains de données

Structure d'image 1 – Y'C'B'C'R 4:2:2 ou 4:2:0 10 bits

Pour cette structure d'image, $N = 2$

Sous-image 1

Le train de données 1 transporte les échantillons Y': Y'0, Y'1, Y'2, Y'3...

Le train de données 2 transporte les échantillons C'B et C'R: C'B0, C'R0, C'B2, C'R2...

La sous-image 2 est mappée de manière analogue dans les trains de données 3 et 4.

La sous-image 3 est mappée de manière analogue dans les trains de données 5 et 6.

La sous-image 4 est mappée de manière analogue dans les trains de données 7 et 8.

Pour les images de 4 320 lignes, il y a 16 sous-images. Dans ce cas:

Mappage de la sous-image 5:

Le train de données 9 transporte les échantillons Y': Y'0, Y'1, Y'2, Y'3...

Le train de données 10 transporte les échantillons C'B et C'R: C'B0, C'R0, C'B2, C'R2...

La sous-image 6 est mappée de manière analogue dans les trains de données 11 et 12.

La sous-image 7 est mappée de manière analogue dans les trains de données 13 et 14.

La sous-image 8 est mappée de manière analogue dans les trains de données 15 et 16.

La sous-image 9 est mappée de manière analogue dans les trains de données 17 et 18.

La sous-image 10 est mappée de manière analogue dans les trains de données 19 et 20.

La sous-image 11 est mappée de manière analogue dans les trains de données 21 et 22.

La sous-image 12 est mappée de manière analogue dans les trains de données 23 et 24.

La sous-image 13 est mappée de manière analogue dans les trains de données 25 et 26.

La sous-image 14 est mappée de manière analogue dans les trains de données 27 et 28.

La sous-image 15 est mappée de manière analogue dans les trains de données 29 et 30.

La sous-image 16 est mappée de manière analogue dans les trains de données 31 et 32.

Structure d'image II – R'G'B' 4:4:4 ou 4:4:4:4 10 bits

Pour cette structure d'image, $N = 4$

Sous-image 1

Le train de données 1 transporte les échantillons G': $G'0, G'1, G'2, G'3\dots$

Le train de données 2 transporte les échantillons B' et R' pairs: $B'0, R'0, B'2, R'2\dots$

Le train de données 3 transporte les valeurs A: $A0, A1, A2, A3\dots$

Le train de données 4 transporte les échantillons B' et R' impairs: $B'1, R'1, B'3, R'3\dots$

La sous-image 2 est mappée de manière analogue dans les trains de données 5 à 8 inclus.

La sous-image 3 est mappée de manière analogue dans les trains de données 9 à 12 inclus.

La sous-image 4 est mappée de manière analogue dans les trains de données 13 à 16 inclus.

Pour les images de 4 320 lignes, il y a 16 sous-images. Dans ce cas:

Mappage de la sous-image 5:

Le train de données 17 transporte les échantillons G': $G'0, G'1, G'2, G'3\dots$

Le train de données 18 transporte les échantillons B' et R' pairs: $B'0, R'0, B'2, R'2\dots$

Le train de données 19 transporte les valeurs A: $A0, A1, A2, A3\dots$

Le train de données 20 transporte les échantillons B' et R' impairs: $B'1, R'1, B'3, R'3\dots$

La sous-image 6 est mappée de manière analogue dans les trains de données 21 à 24 inclus.

La sous-image 7 est mappée de manière analogue dans les trains de données 25 à 28 inclus.

La sous-image 8 est mappée de manière analogue dans les trains de données 29 à 32 inclus.

La sous-image 9 est mappée de manière analogue dans les trains de données 33 à 36 inclus.

La sous-image 10 est mappée de manière analogue dans les trains de données 37 à 40 inclus.

La sous-image 11 est mappée de manière analogue dans les trains de données 41 à 44 inclus.

La sous-image 12 est mappée de manière analogue dans les trains de données 45 à 48 inclus.

La sous-image 13 est mappée de manière analogue dans les trains de données 49 à 52 inclus.

La sous-image 14 est mappée de manière analogue dans les trains de données 53 à 56 inclus.

La sous-image 15 est mappée de manière analogue dans les trains de données 57 à 60 inclus.

La sous-image 16 est mappée de manière analogue dans les trains de données 61 à 64 inclus.

Pour les images 4:4:4 ($Y'C'_BC'_R$) et 4:4:4:4 ($Y'C'_BC'_R+A$)/10 bits, les données d'image sont acheminées comme indiqué ci-dessus, sauf que:

Les échantillons G' sont remplacés par les échantillons Y' .

Les échantillons B' sont remplacés par les échantillons C'_B .

Les échantillons R' sont remplacés par les échantillons C'_R .

En l'absence d'échantillons alpha, ils sont remplacés par la valeur 040_h.

Structure d'image III – R'G'B' 4:4:4 12 bits

Pour cette structure d'image, $N = 4$

Sous-image 1

Le train de données 1 transporte les 10 MSB des échantillons G' : $G'0:2-11$, $G'1:2-11$, $G'2:2-11$, $G'3:2-11$...

Le train de données 2 transporte les 10 MSB des échantillons B' et R' pairs: $B'0:2-11$, $R'0:2-11$, $B'2:2-11$, $R'2:2-11$...

Le train de données 3 transporte les 2 LSB des échantillons $R'G'B'$: $R'G'B'0:0-1$, $R'G'B'1:0-1$, $R'G'B'2:0-1$...

Le train de données 4 transporte les 10 MSB des échantillons B' et R' impairs: $B'1:2-11$, $R'1:2-11$, $B'3:2-11$, $R'3:2-11$...

La sous-image 2 est mappée de manière analogue dans les trains de données 5 à 8 inclus.

La sous-image 3 est mappée de manière analogue dans les trains de données 9 à 12 inclus.

La sous-image 4 est mappée de manière analogue dans les trains de données 13 à 16 inclus.

Pour les images de 4 320 lignes, il y a 16 sous-images. Dans ce cas:

Mappage de la sous-image 5

Le train de données 17 transporte les 10 MSB des échantillons G' : $G'0:2-11$, $G'1:2-11$, $G'2:2-11$, $G'3:2-11$...

Le train de données 18 transporte les 10 MSB des échantillons B' et R' pairs: $B'0:2-11$, $R'0:2-11$, $B'2:2-11$, $R'2:2-11$...

Le train de données 19 transporte les 2 LSB des échantillons $R'G'B'$: $R'G'B'0:0-1$, $R'G'B'1:0-1$, $R'G'B'2:0-1$...

Le train de données 20 transporte les 10 MSB des échantillons B' et R' impairs: $B'1:2-11$, $R'1:2-11$, $B'3:2-11$, $R'3:2-11$...

La sous-image 6 est mappée de manière analogue dans les trains de données 21 à 24 inclus.

La sous-image 7 est mappée de manière analogue dans les trains de données 25 à 28 inclus.

La sous-image 8 est mappée de manière analogue dans les trains de données 29 à 32 inclus.

La sous-image 9 est mappée de manière analogue dans les trains de données 33 à 36 inclus.

La sous-image 10 est mappée de manière analogue dans les trains de données 37 à 40 inclus.

La sous-image 11 est mappée de manière analogue dans les trains de données 41 à 44 inclus.

La sous-image 12 est mappée de manière analogue dans les trains de données 45 à 48 inclus.

La sous-image 13 est mappée de manière analogue dans les trains de données 49 à 52 inclus.

La sous-image 14 est mappée de manière analogue dans les trains de données 53 à 56 inclus.

La sous-image 15 est mappée de manière analogue dans les trains de données 57 à 60 inclus.

La sous-image 16 est mappée de manière analogue dans les trains de données 61 à 64 inclus.

Structure d'image IV – $Y'C'_BC'_R+A$ 4:2:2:4 12 bits

Pour cette structure d'image, $N = 4$

Sous-image 1

Les 2 LSB des échantillons C'_B et C'_R impairs devraient être mis à «00» pour cette structure d'image.

Le train de données 1 transporte les 10 MSB des échantillons Y' : $Y'0:2-11$, $Y'1:2-11$, $Y'2:2-11$, $Y'3:2-11$...

Le train de données 2 transporte les 10 MSB des échantillons C'_B et C'_R pairs: $C'_{B0:2-11}$, $C'_{R0:2-11}$, $C'_{B2:2-11}$, $C'_{R2:2-11}$

Le train de données 3 transporte les 2 LSB des échantillons $Y'C'_BC'_R$: $Y'C'_BC'_{R0:0-1}$, $Y'C'_BC'_{R1:0-1}$, $Y'C'_BC'_{R2:0-1}$, $Y'C'_BC'_{R3:0-1}$...

Le train de données 4 transporte les valeurs A: A_0, A_1, A_2, A_3 ...

La sous-image 2 est mappée de manière analogue dans les trains de données 5 à 8 inclus.

La sous-image 3 est mappée de manière analogue dans les trains de données 9 à 12 inclus.

La sous-image 4 est mappée de manière analogue dans les trains de données 13 à 16 inclus.

Pour les images de 4 320 lignes, il y a 16 sous-images. Dans ce cas:

Mappage de la sous-image 5:

Le train de données 17 transporte les 10 MSB des échantillons Y' : $Y'0:2-11$, $Y'1:2-11$, $Y'2:2-11$, $Y'3:2-11$...

Le train de données 18 transporte les 10 MSB des échantillons C'_B et C'_R pairs: $C'_{B0:2-11}$, $C'_{R0:2-11}$, $C'_{B2:2-11}$, $C'_{R2:2-11}$

Le train de données 19 transporte les 2 LSB des échantillons $Y'C'_BC'_R$: $Y'C'_BC'_{R0:0-1}$, $Y'C'_BC'_{R1:0-1}$, $Y'C'_BC'_{R2:0-1}$, $Y'C'_BC'_{R3:0-1}$...

Le train de données 20 transporte les valeurs A: A_0, A_1, A_2, A_3 ...

La sous-image 6 est mappée de manière analogue dans les trains de données 21 à 24 inclus.

La sous-image 7 est mappée de manière analogue dans les trains de données 25 à 28 inclus.

La sous-image 8 est mappée de manière analogue dans les trains de données 29 à 32 inclus.

La sous-image 9 est mappée de manière analogue dans les trains de données 33 à 36 inclus.

La sous-image 10 est mappée de manière analogue dans les trains de données 37 à 40 inclus.

La sous-image 11 est mappée de manière analogue dans les trains de données 41 à 44 inclus.

La sous-image 12 est mappée de manière analogue dans les trains de données 45 à 48 inclus.

La sous-image 13 est mappée de manière analogue dans les trains de données 49 à 52 inclus.

La sous-image 14 est mappée de manière analogue dans les trains de données 53 à 56 inclus.

La sous-image 15 est mappée de manière analogue dans les trains de données 57 à 60 inclus.

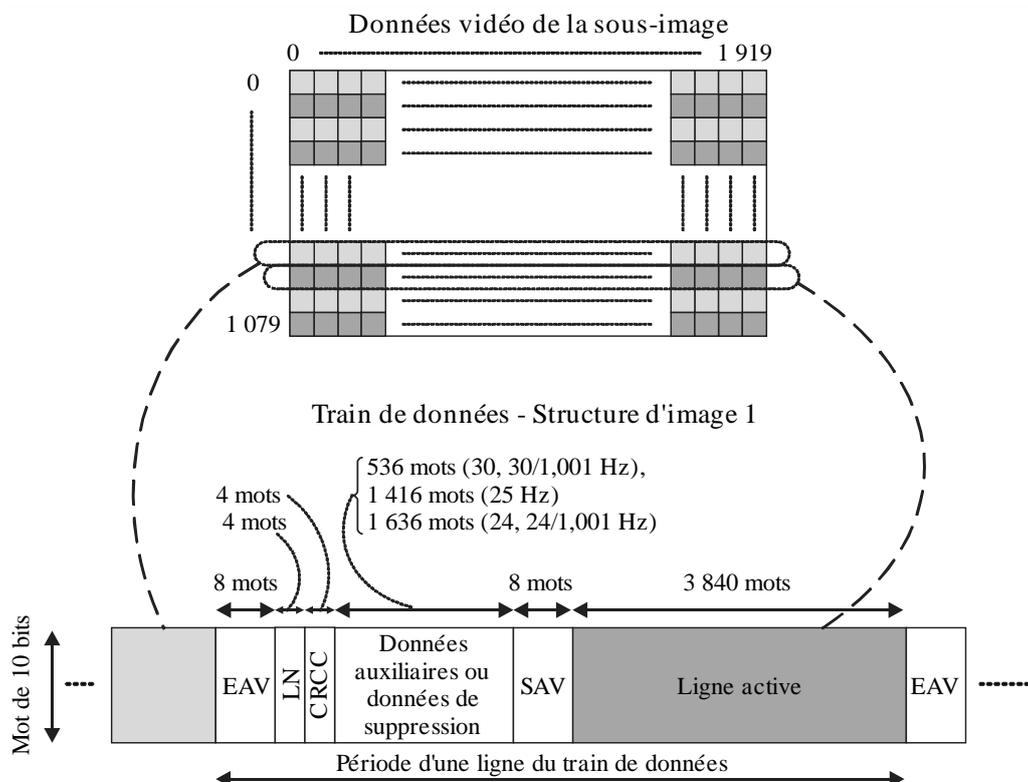
La sous-image 16 est mappée de manière analogue dans les trains de données 61 à 64 inclus.

4.3 Images à 24/1,001, 24, 25, 30/1,001 et 30 Hz

Chaque sous-image est mappée dans N trains de données. N est égal à un ou deux en fonction de la structure d'image.

Chaque train de données comporte un conteneur de vidéo active ayant une taille de $3\,840 \times 1\,080$ mots à la fréquence d'image source.

FIGURE 3-8
Structure de ligne de chaque train de données pour les fréquences d'image de 30 Hz, 30/1,001 Hz, 25 Hz, 24 Hz et 24/1,001 Hz – Structure d'image 1



BT.2077-03-08

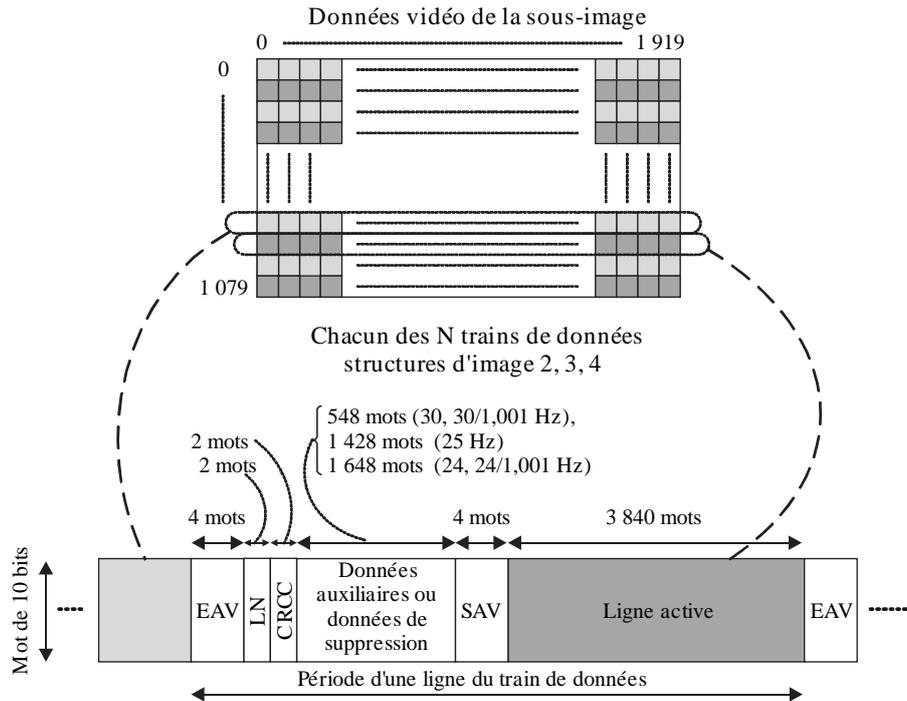
Pour les images ayant la structure d'image 1 (4:2:2 ou 4:2:0 10 bits), chaque sous-image est mappée dans un seul train de données parallèles multiplexées conformément à la Fig. 3 de la Recommandation UIT-R BT.1120-8.

Ce train de données multiplexées est un multiplex d'un canal C et d'un canal Y, chacun contenant des données EAV, SAV, LN et CRC et 1 920 mots de données vidéo.

Chaque ligne du train de données résultant contient donc des données EAV, SAV, LN et CRC d'une longueur double, et 3 840 mots de données vidéo. Voir la Fig. 3-8 ci-dessus.

FIGURE 3-9

Structure de ligne de chaque train de données pour les fréquences d'image de 30 Hz, 30/1,001 Hz, 25 Hz, 24 Hz et 24/1,001 Hz – Structures d'image 2, 3 et 4



RT 2077-03-09

Pour les structures d'image 2, 3 et 4, chaque train de données contient une seule instance de données EAV, SAV, LN et CRC par ligne, conjointement avec les données vidéo telles que définies au § 4.3.1 ci-dessous. Comme chaque partie du train de données relative à la ligne vidéo active est constituée d'un multiplex de deux composantes, chaque ligne contient 3 840 mots de données vidéo. Voir la Fig. 3-9 ci-dessus.

4.3.1 Mappage des sous-images dans les trains de données

Structure d'image 1 – Y'C'B'C'R 4:2:2 ou 4:2:0 10 bits

Pour cette structure d'image, $N = 1$

Sous-image 1

Le train de données 1 transporte tous les échantillons: $C'B_0, Y'_0, C'R_0, Y'_1, C'B_2, Y'_2, C'R_2, Y'_3...$

La sous-image 2 est mappée de manière analogue dans le train de données 2.

La sous-image 3 est mappée de manière analogue dans le train de données 3.

La sous-image 4 est mappée de manière analogue dans le train de données 4.

Pour les images de 4 320 lignes, il y a 16 sous-images. Dans ce cas:

Mappage de la sous-image 5:

Le train de données 5 transporte tous les échantillons: $C'B_0, Y'_0, C'R_0, Y'_1, C'B_2, Y'_2, C'R_2, Y'_3...$

La sous-image 6 est mappée de manière analogue dans le train de données 6.

La sous-image 7 est mappée de manière analogue dans le train de données 7.

La sous-image 8 est mappée de manière analogue dans le train de données 8.

La sous-image 9 est mappée de manière analogue dans le train de données 9.

La sous-image 10 est mappée de manière analogue dans le train de données 10.

La sous-image 11 est mappée de manière analogue dans le train de données 11.

La sous-image 12 est mappée de manière analogue dans le train de données 12.

La sous-image 13 est mappée de manière analogue dans le train de données 13.

La sous-image 14 est mappée de manière analogue dans le train de données 14.

La sous-image 15 est mappée de manière analogue dans le train de données 15.

La sous-image 16 est mappée de manière analogue dans le train de données 16.

Structure d'image 2 – R'G'B' 4:4:4 ou 4:4:4:4 10 bits

Pour cette structure d'image, $N = 2$

Sous-image 1

Le train de données 1 transporte les échantillons G' et R': $G'0, R'0, G'1, R'1, G'2, R'2...$

Le train de données 2 transporte les valeurs A et les échantillons B': $A0, B'0, A1, B'1, A2, B'2...$

La sous-image 2 est mappée de manière analogue dans les trains de données 3 et 4.

La sous-image 3 est mappée de manière analogue dans les trains de données 5 et 6.

La sous-image 4 est mappée de manière analogue dans les trains de données 7 et 8.

Pour les images de 4 320 lignes, il y a 16 sous-images. Dans ce cas:

Mappage de la sous-image 5:

Le train de données 9 transporte les échantillons G' et R': $G'0, R'0, G'1, R'1, G'2, R'2...$

Le train de données 10 transporte les valeurs A et les échantillons B': $A0, B'0, A1, B'1, A2, B'2...$

La sous-image 6 est mappée de manière analogue dans les trains de données 11 et 12.

La sous-image 7 est mappée de manière analogue dans les trains de données 13 et 14.

La sous-image 8 est mappée de manière analogue dans les trains de données 15 et 16.

La sous-image 9 est mappée de manière analogue dans les trains de données 17 et 18.

La sous-image 10 est mappée de manière analogue dans les trains de données 19 et 20.

La sous-image 11 est mappée de manière analogue dans les trains de données 21 et 22.

La sous-image 12 est mappée de manière analogue dans les trains de données 23 et 24.

La sous-image 13 est mappée de manière analogue dans les trains de données 25 et 26.

La sous-image 14 est mappée de manière analogue dans les trains de données 27 et 28.

La sous-image 15 est mappée de manière analogue dans les trains de données 29 et 30.

La sous-image 16 est mappée de manière analogue dans les trains de données 31 et 32.

Pour les images 4:4:4 ($Y'C'_B C'_R$) et 4:4:4:4 ($Y'C'_B C'_R + A$)/10 bits, les données d'image sont acheminées comme indiqué ci-dessus, sauf que:

Les échantillons G' sont remplacés par les échantillons Y'.

Les échantillons B' sont remplacés par les échantillons C'_B .

Les échantillons R' sont remplacés par les échantillons C'_R .

En l'absence d'échantillons alpha, ils sont remplacés par la valeur 040_h .

Structure d'image 3 – R'G'B' 4:4:4 12 bits

Pour cette structure d'image, $N = 2$

Dans chaque mot, le bit b_9 est le complément de b_8 . Les listes et le tableau ci-dessous décrivent les bits $b_8 - b_0$.

Sous-image 1

Le train de données 1 transporte six bits des échantillons R'G'B':

R'G'B'0:11-9, R'G'B'0:5-3, R'G'B'1:11-9, R'G'B'1:5-3...

Le train de données 2 transporte les six bits restants des échantillons R'G'B':

R'G'B'0:8-6, R'G'B'0:2-0, R'G'B'1:8-6, R'G'B'1:2-0...

TABLEAU 3-5

Mappage de la structure binaire R'G'B' (i):x-y dans des mots de données à l'interface virtuelle

Numéro de bit										
Train de données	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
Train de données 1, premier mot de l'échantillon (i)	— B8	R' (i):11-9			G' (i):11-9			B' (i):11-9		
Train de données 1, deuxième mot de l'échantillon (i)	— B8	R' (i):5-3			G' (i):5-3			B' (i):5-3		
Train de données 2, premier mot de l'échantillon (i)	— B8	R' (i):8-6			G' (i):8-6			B' (i):8-6		
Train de données 2, deuxième mot de l'échantillon (i)	— B8	R' (i):2-0			G' (i):2-0			B' (i):2-0		

La sous-image 2 est mappée de manière analogue dans les trains de données 3 et 4.

La sous-image 3 est mappée de manière analogue dans les trains de données 5 et 6.

La sous-image 4 est mappée de manière analogue dans les trains de données 7 et 8.

Pour les images de 4 320 lignes, il y a 16 sous-images. Dans ce cas

Mappage de la sous-image 5:

Le train de données 9 transporte six bits des échantillons R'G'B':

R'G'B'0:11-9, R'G'B'0:5-3, R'G'B'1:11-9, R'G'B'1:5-3...

Le train de données 10 transporte les six bits restants des échantillons R'G'B':

R'G'B'0:8-6, R'G'B'0:2-0, R'G'B'1:8-6, R'G'B'1:2-0...

La sous-image 6 est mappée de manière analogue dans les trains de données 11 et 12.

La sous-image 7 est mappée de manière analogue dans les trains de données 13 et 14.

La sous-image 8 est mappée de manière analogue dans les trains de données 15 et 16.

La sous-image 9 est mappée de manière analogue dans les trains de données 17 et 18.
 La sous-image 10 est mappée de manière analogue dans les trains de données 19 et 20.
 La sous-image 11 est mappée de manière analogue dans les trains de données 21 et 22.
 La sous-image 12 est mappée de manière analogue dans les trains de données 23 et 24.
 La sous-image 13 est mappée de manière analogue dans les trains de données 25 et 26.
 La sous-image 14 est mappée de manière analogue dans les trains de données 27 et 28.
 La sous-image 15 est mappée de manière analogue dans les trains de données 29 et 30.
 La sous-image 16 est mappée de manière analogue dans les trains de données 31 et 32.

Structure d'image 4 – Y'C_BC_R+A 4:2:2:4 12 bits

Pour cette structure d'image, $N = 2$

Dans chaque mot, le bit b9 est le complément de b8. Les listes et le tableau ci-dessous décrivent les bits b8 – b0.

Sous-image 1

Train de données 1:

Bits b8 – b6: A0:11-9, A0:5-3, A1:11-9, A1:5-3...

Bits b5 – b0: Y'0:11-6, Y'0:5-0, Y'1:11-6, Y'1:5-0...

Train de données 2:

Bits b8 – b6: A0:8-6, A0:2-0, A1:8-6, A1:2-0...

Bits b5 – b0: C_B 0:11-6, C_B 0:5-0, C_R 0:11-6, C_R 0:5-0...

TABLEAU 3-6

Mappage de la structure binaire Y'(2i+r):x-y et A(2i+r):x-y dans des mots de données à l'interface virtuelle

Numéro de bit										
Train de données	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Train de données 1, premier mot de l'échantillon (2i)	— B:8	A (2i):11-9			Y' (2i):11-6					
Train de données 1, deuxième mot de l'échantillon (2i)	— B:8	A (2i):5-3			Y' (2i):5-0					
Train de données 1, premier mot de l'échantillon (2i+1)	— B:8	A (2i+1):11-9			Y' (2i+1):11-6					
Train de données 1, deuxième mot de l'échantillon (2i+1)	— B:8	A (2i+1):5-3			Y' (2i+1):5-0					
Train de données 2, premier mot de l'échantillon (2i)	— B:8	A (2i):8-6			C _B (2i):11-6					
Train de données 2, deuxième mot de l'échantillon (2i)	— B:8	A (2i):2-0			C _B (2i):5-0					
Train de données 2, premier mot de l'échantillon (2i+1)	— B:8	A (2i+1):8-6			C _R (2i):11-6					
Train de données 2, deuxième mot de l'échantillon (2i+1)	— B:8	A (2i+1):2-0			C _R (2i):5-0					

La sous-image 2 est mappée de manière analogue dans les trains de données 3 et 4.

La sous-image 3 est mappée de manière analogue dans les trains de données 5 et 6.

La sous-image 4 est mappée de manière analogue dans les trains de données 7 et 8.

Pour les images de 4 320 lignes, il y a 16 sous-images. Dans ce cas:

Mappage de la sous-image 5:

Train de données 9:

Bits b8 – b6: A0:11-9, A0:5-3, A1:11-9, A1:5-3...

Bits b5 – b0: Y'0:11-6, Y'0:5-0, Y'1:11-6, Y'1:5-0...

Train de données 10:

Bits b8 – b6: A0:8-6, A0:2-0, A1:8-6, A1:2-0...

Bits b5 – b0: C'_B 0:11-6, C'_B 0:5-0, C'_R 0:11-6, C'_R 0:5-0...

La sous-image 6 est mappée de manière analogue dans les trains de données 11 et 12.

La sous-image 7 est mappée de manière analogue dans les trains de données 13 et 14.

La sous-image 8 est mappée de manière analogue dans les trains de données 15 et 16.

La sous-image 9 est mappée de manière analogue dans les trains de données 17 et 18.

La sous-image 10 est mappée de manière analogue dans les trains de données 19 et 20.

La sous-image 11 est mappée de manière analogue dans les trains de données 21 et 22.

La sous-image 12 est mappée de manière analogue dans les trains de données 23 et 24.

La sous-image 13 est mappée de manière analogue dans les trains de données 25 et 26.

La sous-image 14 est mappée de manière analogue dans les trains de données 27 et 28.

La sous-image 15 est mappée de manière analogue dans les trains de données 29 et 30.

La sous-image 16 est mappée de manière analogue dans les trains de données 31 et 32.

4.5 Codes de référence temporelle (SAV et EAV)

Les deux codes de référence temporelle sont le code SAV, qui est placé immédiatement avant les données vidéo (ligne active), et le code EAV, qui est placé immédiatement après les données vidéo. L'attribution des bits des codes SAV et EAV est telle que définie dans le Tableau 5 de la Recommandation UIT-R BT.1120-8. L'attribution des bits de protection est telle que définie dans le Tableau 6 de la Recommandation UIT-R BT.1120-8.

Dans les Tableaux 5 et 6 de la Recommandation UIT-R BT.1120-8, F est un bit d'identification pour le mode progressif/entrelacé (première/seconde trame).

Dans la Partie 3 de la présente Recommandation, les images sont toutes en mode progressif, de sorte que la valeur de F est mise à 0. V est un bit d'identification pour la suppression d'image et les données vidéo actives. La valeur de V est 1 pour la suppression d'image de la ligne 1 à la ligne 41 et de la ligne 1122 à la ligne 1125; la valeur est 0 pour les données vidéo actives de la ligne 42 à la ligne 1121. H est un bit d'identification qui a la valeur 0 pour le code SAV et la valeur 1 pour le code EAV. P0 à P3 sont des bits de parité, qui sont utilisés pour la correction d'un bit erroné et la détection de deux bits erronés côté réception. L'attribution de ces bits est telle que définie dans le Tableau 6 de la Recommandation UIT-R BT.1120-8.

4.6 Données de numéro de ligne

Pour la numérotation des lignes du train de données, on utilise les numéros de ligne tels que définis au § 4.1.3 de la Recommandation UIT-R BT.1120-8. Les numéros de ligne se réfèrent à la sous-image et non à l'image source de 4 320 lignes ou de 2 160 lignes.

4.7 Données de code de détection d'erreur

Les données de code de détection d'erreur du train de données sont représentées au moyen des 18 bits de CRCC0 à CRCC17 et sont telles que définies au § 4.1.4 de la Recommandation UIT-R BT.1120-8.

4.8 Données auxiliaires

La Recommandation UIT-R BT.1364 décrit le format et le protocole à utiliser pour les paquets de données auxiliaires.

Le format des paquets de données auxiliaires à utiliser à cette interface devrait être conforme à la Recommandation UIT-R BT.1364.

Le protocole à utiliser pour l'espace de données auxiliaires à cette interface devrait être conforme à la Recommandation UIT-R BT.1364 aux exceptions près suivantes:

Pour toutes les images source autres que les images ayant la structure d'image 1 avec des fréquences d'image de 30 Hz, 30/1,001 Hz, 25 Hz, 24 Hz et 24/1,001 Hz, les recommandations relatives au canal de luminance devraient se référer aux trains de données impairs et les recommandations relatives au canal de différence de couleur devraient se référer aux trains de données pairs.

Pour toutes les images source autres que les images ayant la structure d'image 1 avec des fréquences d'image de 30 Hz, 30/1,001 Hz, 25 Hz, 24 Hz et 24/1,001 Hz, sauf indication contraire, les données auxiliaires devraient de préférence être mappées d'abord dans le train de données 1, et les éventuelles données restantes devraient ensuite être mappées dans le train de données 3, puis dans le train de données 5, etc., jusqu'à la limite du nombre de trains de données à l'interface.

Pour les images ayant la structure d'image 1 avec des fréquences d'image de 30 Hz, 30/1,001 Hz, 25 Hz, 24 Hz et 24/1,001 Hz, sauf indication contraire, les données auxiliaires devraient de préférence être mappées d'abord dans le canal de luminance du train de données 1, et les éventuelles données restantes devraient ensuite être mappées dans le canal de luminance du train de données 2, puis du train de données 3, etc., jusqu'à la limite du nombre de trains de données à l'interface.

L'espace de données requis et son emplacement pour chaque service de données sont définis dans les documents d'application correspondants. Dans certains cas, certaines applications nécessitent que les données auxiliaires soient mappées dans l'ensemble des trains de données à l'interface (par exemple l'identifiant des données utiles).

4.9 Audio

Chaque sous-image a le format d'une image de TVHD de 1 080 lignes et devrait intégrer un signal audio conformément à la Recommandation UIT-R BT.1365.

La Recommandation UIT-R BT.1365 décrit la génération et l'insertion des paquets de données auxiliaires audio, comprenant les paquets de commande audio et les paquets de données audio, pour un maximum de quatre groupes audio, à savoir les groupes 1 à 4, ce qui permet de prendre en charge jusqu'à 16 canaux audio pour un échantillonnage à 48 kHz, ou jusqu'à 8 canaux audio pour un échantillonnage à 96 kHz.

Quatre groupes audio étendus supplémentaires, à savoir les groupes 5, 6, 7 et 8, permettant de prendre en charge jusqu'à 32 canaux à 48 kHz ou jusqu'à 16 canaux à 96 kHz, peuvent être insérés au moyen

des techniques décrites dans la Recommandation UIT-R BT.1365 avec des valeurs DID différentes pour les paquets de données audio et les paquets de commande audio.

Les valeurs DID pour les paquets de données audio étendus devraient être 1A7_h pour le groupe audio 5, 2A6_h pour le groupe audio 6, 2A5_h pour le groupe audio 7 et 1A4_h pour le groupe audio 8.

Les valeurs DID pour les paquets de commande audio étendus devraient être 2A3_h pour le groupe audio 5, 1A2_h pour le groupe audio 6, 1A1_h pour le groupe audio 7 et 2A0_h pour le groupe audio 8.

Les données de phase d'horloge audio définies dans la Recommandation UIT-R BT.1365 devraient être calculées avec une fréquence d'horloge de 74,25 (/1,001) MHz pour les signaux avec des fréquences d'image de 30 Hz, 30/1,001 Hz, 25 Hz, 24 Hz et 24/1,001 Hz.

Les données de phase d'horloge audio définies dans la Recommandation UIT-R BT.1365 devraient être calculées avec une fréquence d'horloge de 148,5 (/1,001) MHz pour tous les autres signaux.

4.9.1 Transport du nombre maximal de canaux audio

Les données audio devraient de préférence être intégrées dans la paire de trains de données 1/2. Les éventuelles données audio supplémentaires qui ne tiennent pas dans la paire de trains de données 1/2 devraient être intégrées dans la paire de trains de données 3/4. De même, les éventuelles autres données audio supplémentaires devraient être intégrées dans la paire de trains de données 5/6, et ainsi de suite jusqu'à la limite du nombre de trains de données à l'interface.

Pour les images ayant la structure d'image 1 avec des fréquences d'image de 30 Hz, 30/1,001 Hz, 25 Hz, 24 Hz et 24/1,001 Hz, les données audio devraient de préférence être intégrées dans le train de données 1. Les éventuelles données audio supplémentaires qui ne tiennent pas dans le train de données 1 devraient être intégrées dans le train de données 2. De même, les éventuelles autres données audio supplémentaires devraient être intégrées dans le train de données 3, et ainsi de suite jusqu'à la limite du nombre de trains de données à l'interface.

4.9.2 Copie des données audio entre les liaisons

Une autre solution consiste à copier les données audio entre paires de trains de données, afin que chaque liaison physique 6G-SDI ou 12G-SDI transporte une copie des données audio intégrées. Dans ce cas:

Il convient d'attribuer un bloc de paires de trains de données pour les données audio d'origine.

Le bloc peut être constitué:

De la paire de trains de données 1/2 OU

Des paires de trains de données 1/2 et 3/4 OU

Des trains de données 1/2, 3/4, 5/6 et 7/8.

À l'intérieur de ce bloc, les données audio devraient de préférence être intégrées dans la paire de trains de données 1/2. Les éventuelles données audio supplémentaires qui ne tiennent pas dans la paire de trains de données 1/2 devraient être intégrées dans la paire de trains de données 3/4 si elle est présente. De même, les éventuelles autres données audio supplémentaires devraient être intégrées dans la paire de trains de données 5/6, et enfin dans la paire de trains de données 7/8.

Les données audio de ce bloc devraient être copiées dans des blocs de même taille jusqu'à la limite du nombre de trains de données à l'interface.

Par exemple:

- si on attribue les paires de trains de données 1/2 et 3/4 pour les données audio d'origine, et que l'interface contient au total seize trains de données, alors

- la paire de trains de données 5/6 transporte une copie des données audio figurant dans la paire de trains de données 1/2, et la paire de trains de données 7/8 transporte une copie des données audio figurant dans la paire de trains de données 3/4;
- la paire de trains de données 9/10 transporte une copie des données audio figurant dans la paire de trains de données 1/2, et la paire de trains de données 11/12 transporte une copie des données audio figurant dans la paire de trains de données 3/4;
- la paire de trains de données 13/14 transporte une copie des données audio figurant dans la paire de trains de données 1/2, et la paire de trains de données 15/16 transporte une copie des données audio figurant dans la paire de trains de données 3/4.

Le statut de copie des données audio pour chaque train de données devrait être signalé dans l'identifiant des données utiles. Voir le § 4.10.

NOTE – La copie des données audio réduit le nombre de canaux qui peuvent être transportés à l'interface.

4.10 Identifiant des données utiles

Chaque train de données devrait contenir un paquet d'identifiant des données utiles, qui devrait être un paquet de données auxiliaires de type 2 avec une valeur DID de 41_h, une valeur SDID de 01_h et quatre mots UDW. Il est recommandé de placer ce paquet immédiatement après les données de code de détection d'erreur dans la ligne 10.

L'attribution des bits des mots UDW du paquet d'identifiant des données utiles est illustrée dans le Tableau 3-7. Un paquet d'identifiant des données utiles doit être multiplexé dans chaque image de chaque train de données.

TABLEAU 3-7

Définition de l'identifiant des données utiles

Numéro de bit	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
b7	Voir le Tableau 3-8	Transport en mode progressif (1)	Format d'image 16:9 (1) ou inconnu (0)	Attribution de liaison 6G, 12G ou 24G Liaison 1 (0 _h) – Liaison 8 (7 _h)
b6		Image en mode progressif (1)	Échantillonnage horizontal 1920 (0) ou 2048 ⁵ (1)	
b5		Caractéristiques de transfert TV-SDR (0 _h), HLG (1 _h), PQ (2 _h), non spécifiées (3 _h)	Colorimétrie Recommandation UIT-R BT.709 ⁶ (0 _h) Réservé (1 _h)	
b4			Recommandation UIT-R BT.2020 (2 _h) Réservé (3 _h)	

⁵ Ce bit devrait être mis à «0» pour tous les formats de la Partie 3 de la présente Recommandation.

⁶ Non autorisé dans la présente Recommandation.

TABLEAU 3-7 (*fin*)

Numéro de bit	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
b3		Fréquence d'image Voir le Tableau 3-9	Identification de la structure d'échantillonnage Voir le Tableau 3-10	Réservé (0)
b2				Statut de copie des données audio: L'audio dans ce train de données comporte des canaux supplémentaires (0) L'audio dans ce train de données est copié (1)
b1				Profondeur binaire 10 bits sur plage complète (0 _h), 10 bits sur plage étroite (1 _h), 12 bits sur plage étroite (2 _h), 12 bits sur plage complète (3 _h)
b0				

TABLEAU 3-8

Attribution de l'octet 1

Format d'image	Interface de transport									
	6G une liaison	6G deux liaisons	6G quatre liaisons	12G une liaison	12G deux liaisons	12G quatre liaisons	24G une liaison	24G deux liaisons	24G quatre liaisons	24G huit liaisons
4 320 lignes			C4 _h		D0 _h	D2 _h	DF _h	E1 _h	E3 _h	F1 _h
2 160 lignes	C0 _h	C2 _h	C5 _h	CE _h	D1 _h	D3 _h	E0 _h	E2 _h	–	–

TABLEAU 3-9

Fréquence d'image

Valeur	Fréquence d'image	Valeur	Fréquence d'image	Valeur	Fréquence d'image	Valeur	Fréquence d'image
0 _h	Non définie	1 _h	96/1,001 ⁷	2 _h	24/1,001	3 _h	24
4 _h	48/1,001 ⁷	5 _h	25	6 _h	30/1,001	7 _h	30
8 _h	48 ⁷	9 _h	50	A _h	60/1,001	B _h	60
Ch	96 ⁷	D _h	100	E _h	120/1,001	F _h	120

⁷ Non autorisé dans la présente Recommandation.

TABLEAU 3-10
Structure d'échantillonnage

Valeur	Échantillonnage	Valeur	Échantillonnage	Valeur	Échantillonnage	Valeur	Échantillonnage
0 _h	4:2:2 (Y'C _B C _R)	1 _h	4:4:4 (Y'C _B C _R)	2 _h	4:4:4 (R'G'B')	3 _h	4:2:0 (Y'C _B C _R)
4 _h	4:2:2:4 (Y'C _B C _R +A)	5 _h	4:4:4:4 (Y'C _B C _R +A)	6 _h	4:4:4:4 (R'G'B'+A)	7 _h	Réservé
8 _h	4:2:2:4 (Y'C _B C _R +D)	9 _h	4:4:4:4 (Y'C _B C _R +D)	A _h	4:4:4:4 (R'G'B'+D)	B _h	Réservé
C _h	Réservé	D _h	Réservé	E _h	Réservé	F _h	Réservé

4.11 Données de suppression

Les mots de données de suppression figurant dans les intervalles de suppression qui ne sont pas utilisés pour les codes de référence temporelle (SAV et EAV), les données de numéro de ligne, les codes de détection d'erreur ou les données auxiliaires devraient avoir les valeurs indiquées ci-après.

- (1) Échantillons du train de données pour les composantes de couleur Y', R', G', B', 10 bits ou les 10 MSB pour 12 bits: 040_h
- (2) Échantillons du train de données pour les composantes de couleur C_B, C_R, 10 bits ou les 10 MSB pour 12 bits: 200_h
- (3) Échantillons du train de données pour les 2 LSB des composantes de couleur Y', R', G', B', C_B, C_R pour 12 bits: 200_h
- (4) Valeurs du train de données pour la composante A: 040_h
- (5) Échantillons du train de données pour R'G'B' 12 bits: 11-9, valeurs combinées: 200_h
- (6) Échantillons du train de données pour R'G'B' 12 bits: 8-6, valeurs combinées: 124_h
- (7) Échantillons du train de données pour R'G'B' 12 bits: 5-3, valeurs combinées: 200_h
- (8) Échantillons du train de données pour R'G'B' 12 bits: 2-0, valeurs combinées: 200_h
- (9) Échantillons du train de données pour Y'C_BC_R 12 bits: 11-9, valeurs combinées: 104_h
- (10) Échantillons du train de données pour Y'C_BC_R 12 bits: 8-6, valeurs combinées: 220_h
- (11) Échantillons du train de données pour Y'C_BC_R 12 bits: 5-3, valeurs combinées: 200_h
- (12) Échantillons du train de données pour Y'C_BC_R 12 bits: 2-0, valeurs combinées: 200_h

5 Génération des signaux de liaison 6G

5.1 Multiplex 10 bits 6G-SDI

Voir les Tableaux 3-1 et 3-2 concernant les trains de données requis pour chaque format d'image source.

Avant la mise en série:

Pour les signaux pour lesquels l'interface virtuelle nécessite quatre trains de données ou plus:

Les trains de données 1 à 4 devraient être multiplexés mot par mot dans une interface 10 bits 6G-SDI.

L'interface 10 bits devrait être constituée d'un multiplex de mots des trains de données 1 à 4, dans l'ordre suivant: train de données 4, train de données 2, train de données 3, train de données 1 ... etc.

Pour les signaux pour lesquels l'interface virtuelle nécessite huit trains de données ou plus:

Les trains de données 5 à 8 devraient être multiplexés mot par mot dans une interface 10 bits 6G-SDI.

L'interface 10 bits devrait être constituée d'un multiplex de mots des trains de données 5 à 8, dans l'ordre suivant: train de données 8, train de données 6, train de données 7, train de données 5 ... etc.

Pour les signaux pour lesquels l'interface virtuelle nécessite douze trains de données ou plus:

Les trains de données 9 à 12 devraient être multiplexés mot par mot dans une interface 10 bits 6G-SDI.

L'interface 10 bits devrait être constituée d'un multiplex de mots des trains de données 9 à 12, dans l'ordre suivant: train de données 12, train de données 10, train de données 11, train de données 9 ... etc.

Pour les signaux pour lesquels l'interface virtuelle nécessite seize trains de données:

Les trains de données 13 à 16 devraient être multiplexés mot par mot dans une interface 10 bits 6G-SDI.

L'interface 10 bits devrait être constituée d'un multiplex de mots des trains de données 13 à 16, dans l'ordre suivant: train de données 16, train de données 14, train de données 15, train de données 13 ... etc.

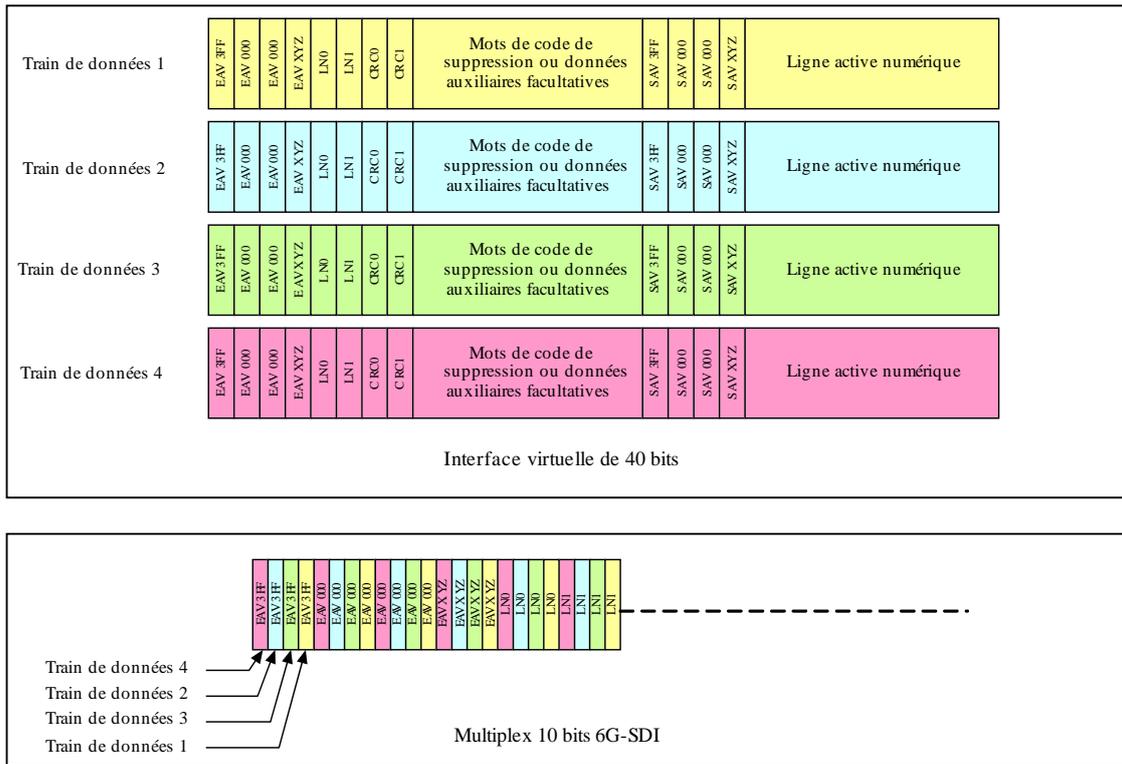
Les interfaces parallèles 10 bits ainsi produites devraient avoir une fréquence d'interface de 594 MHz ou 594/1,001 MHz.

5.1.1 Interfaces parallèles 10 bits de type 1 et de type 2

Comme indiqué dans le Tableau 3-4 et dans la Fig. 3-8, les trains de données pour les images à des fréquences d'image de 30 Hz, 30/1,001 Hz, 25 Hz, 24 Hz et 24/1,001 Hz et ayant une structure d'image 1 (4:2:2 ou 4:2:0 10 bits) ont une structure de ligne comportant des données EAV, SAV, LN et CRC d'une longueur double. Une fois ces trains de données multiplexés, on obtient une interface parallèle 10 bits de type 2. La Figure 3-11 illustre l'interface parallèle 10 bits de type 2.

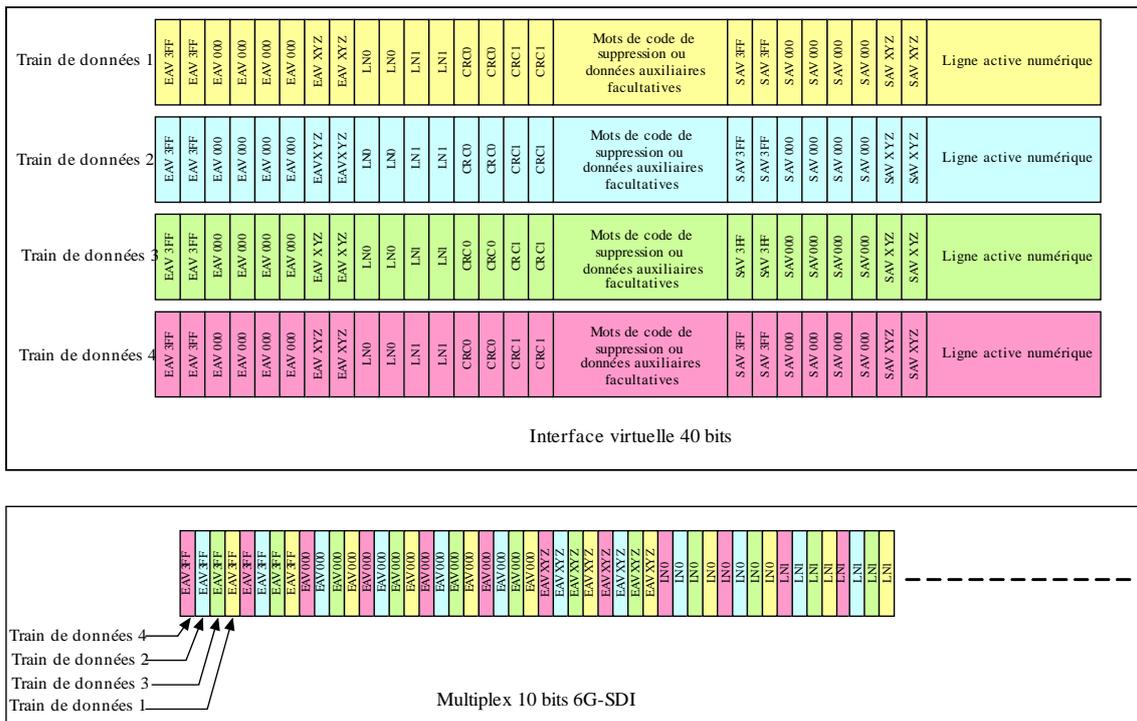
Toutes les autres images utilisent une interface parallèle 10 bits de type 1. La Figure 3-10 illustre l'interface parallèle 10 bits de type 1.

FIGURE 3-10
Multiplex 10 bits 6G-SDI – Type 1



BT.2077-03-10

FIGURE 3-11
Multiplex 10 bits 6G-SDI – Type 2



BT.2077-03-11

Chaque interface multiplexée 10 bits 6G-SDI devrait ensuite être mise sous forme série pour créer une interface série 6G-SDI.

L'interface multiplexée 10 bits 6G-SDI constituée des trains de données 1 à 4 devrait être mise sous forme série pour créer la liaison 1 série 6G-SDI.

L'interface multiplexée 10 bits 6G-SDI constituée des trains de données 5 à 8 devrait être mise sous forme série pour créer la liaison 2 série 6G-SDI.

L'interface multiplexée 10 bits 6G-SDI constituée des trains de données 9 à 12 devrait être mise sous forme série pour créer la liaison 3 série 6G-SDI.

L'interface multiplexée 10 bits 6G-SDI constituée des trains de données 13 à 16 devrait être mise sous forme série pour créer la liaison 4 série 6G-SDI.

5.2 Interface série 6G-SDI

5.2.1 Insertion de bits de synchronisation

Des séquences répétées de 3FF_h ou 000_h dans le multiplex parallèle 10 bits 6G-SDI peuvent donner lieu à l'injection d'une longue série de uns et de zéros dans le polynôme d'embrouillage.

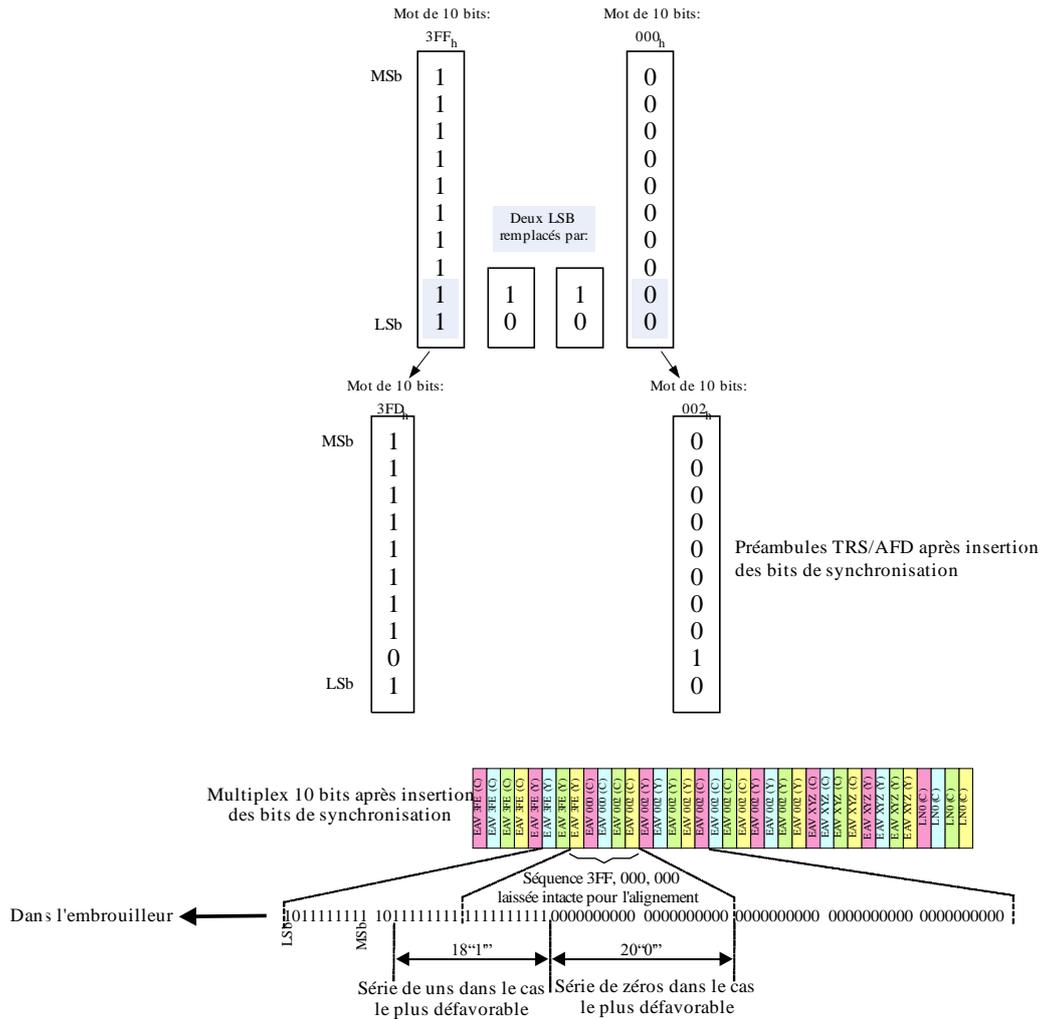
Pour éviter les longues séries de uns et de zéros, il convient de modifier le train de données du multiplex parallèle 10 bits de manière à ce que les deux bits de plus faible poids des mots de code 3FF_h ou 000_h répétés soient remplacés par les valeurs des bits de synchronisation 10b pour les mots 000_h et 01b pour les mots 3FF_h.

Pour pouvoir procéder de manière fiable à la synchronisation et à l'alignement des mots dans le récepteur, une séquence complète de préambules – 3FF_h 000_h 000_h – devrait être maintenue sans modification comme indiqué dans la Fig. 3-12.

Ce processus d'insertion de bits de synchronisation devrait être inversé dans le récepteur afin de rétablir les séquences de données 3FF_h et 000_h d'origine.

FIGURE 3-12

Processus d'insertion de bits de synchronisation



BT.2077-03-12

5.2.2 Codage de canal et mise en série

Le codage de canal et la mise en série devraient être conformes au § 4.2.2 «Mise en série» et au § 4.2.3 «Codage de canal» de la Recommandation UIT-R BT.1120-8.

5.2.3 Horloge série

La fréquence de l'horloge série devrait être égale à dix fois la fréquence de l'interface parallèle 10 bits, à savoir 5,94 GHz ou 5,94/1,001 GHz.

5.2.4 Différence de temps entre les liaisons

Lorsqu'une image est transportée sur plusieurs liaisons 6G, la différence temporelle entre les codes EAV/SAV d'une liaison 6G par rapport à une autre liaison 6G ne devrait pas dépasser 250 ns à la source.

6 Génération des signaux de liaison 12G

6.1 Multiplex 10 bits 12G-SDI

Voir les Tableaux 3-1 et 3-2 concernant les trains de données requis pour chaque format d'image source.

Avant la mise en série:

Pour les signaux pour lesquels l'interface virtuelle nécessite huit trains de données ou plus:

Les trains de données 1 à 8 devraient être multiplexés mot par mot dans une interface 10 bits 12G-SDI.

L'interface 10 bits devrait être constituée d'un multiplex de mots des trains de données 1 à 8, dans l'ordre suivant: train de données 8, train de données 4, train de données 6, train de données 2, train de données 7, train de données 3, train de données 5, train de données 1 ... etc.

Pour les signaux pour lesquels l'interface virtuelle nécessite seize trains de données ou plus:

Les trains de données 9 à 16 devraient être multiplexés mot par mot dans une interface 10 bits 12G-SDI.

L'interface 10 bits devrait être constituée d'un multiplex de mots des trains de données 9 à 16, dans l'ordre suivant: train de données 16, train de données 12, train de données 14, train de données 10, train de données 15, train de données 11, train de données 13, train de données 9 ... etc.

Pour les signaux pour lesquels l'interface virtuelle nécessite vingt-quatre trains de données ou plus:

Les trains de données 17 à 24 devraient être multiplexés mot par mot dans une interface 10 bits 12G-SDI.

L'interface 10 bits devrait être constituée d'un multiplex de mots des trains de données 17 à 24, dans l'ordre suivant: train de données 24, train de données 20, train de données 22, train de données 18, train de données 23, train de données 19, train de données 21, train de données 17 ... etc.

Pour les signaux pour lesquels l'interface virtuelle nécessite trente-deux trains de données ou plus:

Les trains de données 25 à 32 devraient être multiplexés mot par mot dans une interface 10 bits 12G-SDI.

L'interface 10 bits devrait être constituée d'un multiplex de mots des trains de données 25 à 32, dans l'ordre suivant: train de données 32, train de données 28, train de données 30, train de données 26, train de données 31, train de données 27, train de données 29, train de données 25 ... etc.

Les interfaces parallèles 10 bits ainsi produites devraient avoir une fréquence d'interface de 1 188 MHz ou 1 188/1,001 MHz.

6.1.1 Interfaces parallèles 10 bits de type 1 et de type 2

Comme indiqué dans le Tableau 3-4 et dans la Fig. 3-8, les trains de données pour les images à des fréquences d'image de 30 Hz, 30/1,001 Hz, 25 Hz, 24 Hz et 24/1,001 Hz et ayant une structure d'image 1 (4:2:2 ou 4:2:0 10 bits) ont une structure de ligne comportant des données EAV, SAV, LN et CRC d'une longueur double. Une fois ces trains de données multiplexés, on obtient une interface parallèle 10 bits de type 2. La Figure 3-14 illustre l'interface parallèle 10 bits de type 2.

Toutes les autres images utilisent une interface parallèle 10 bits de type 1. La Figure 3-13 illustre l'interface parallèle 10 bits de type 1.

FIGURE 3-13
 Multiplex 10 bits 12G-SDI – Type 1

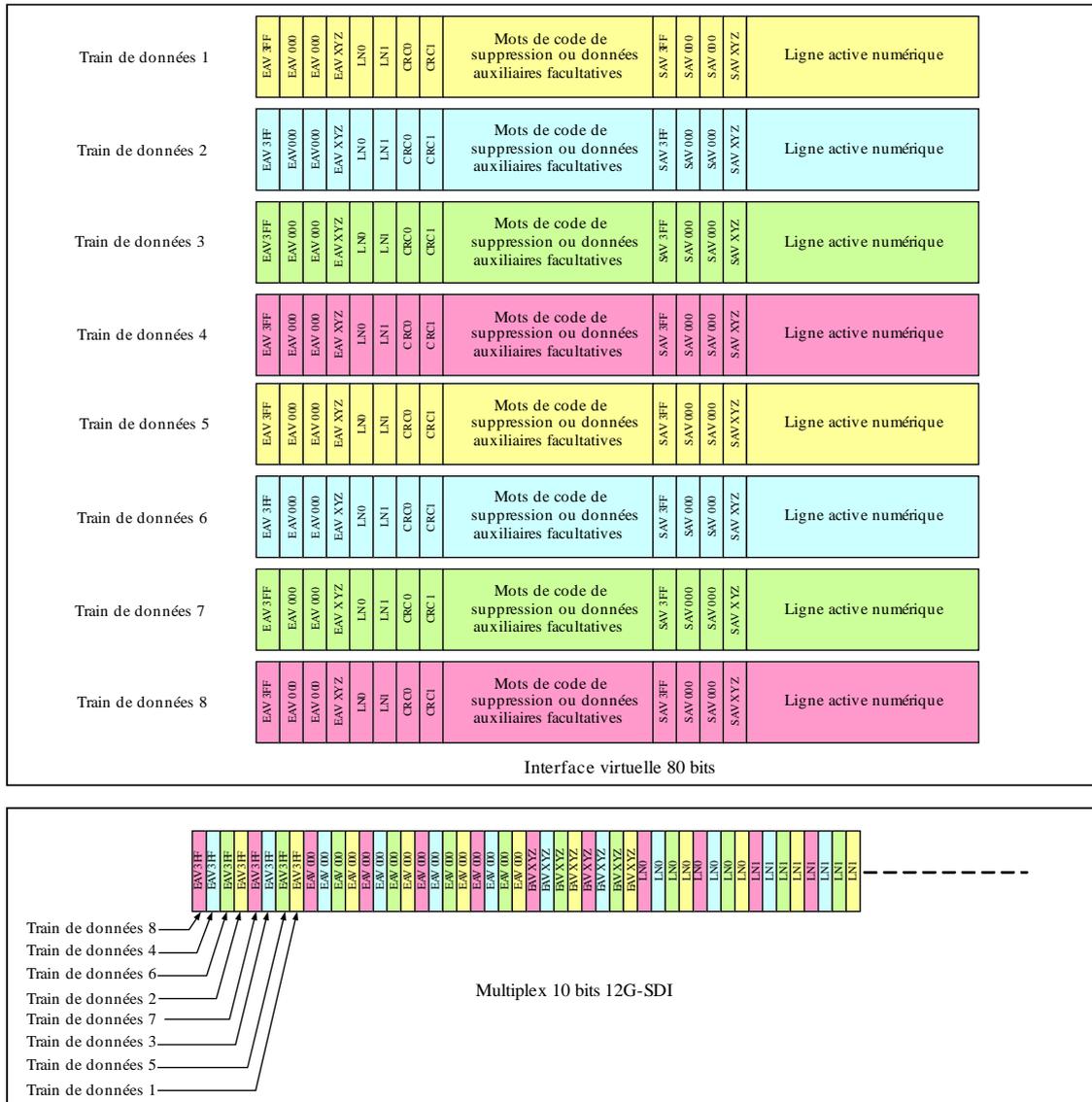
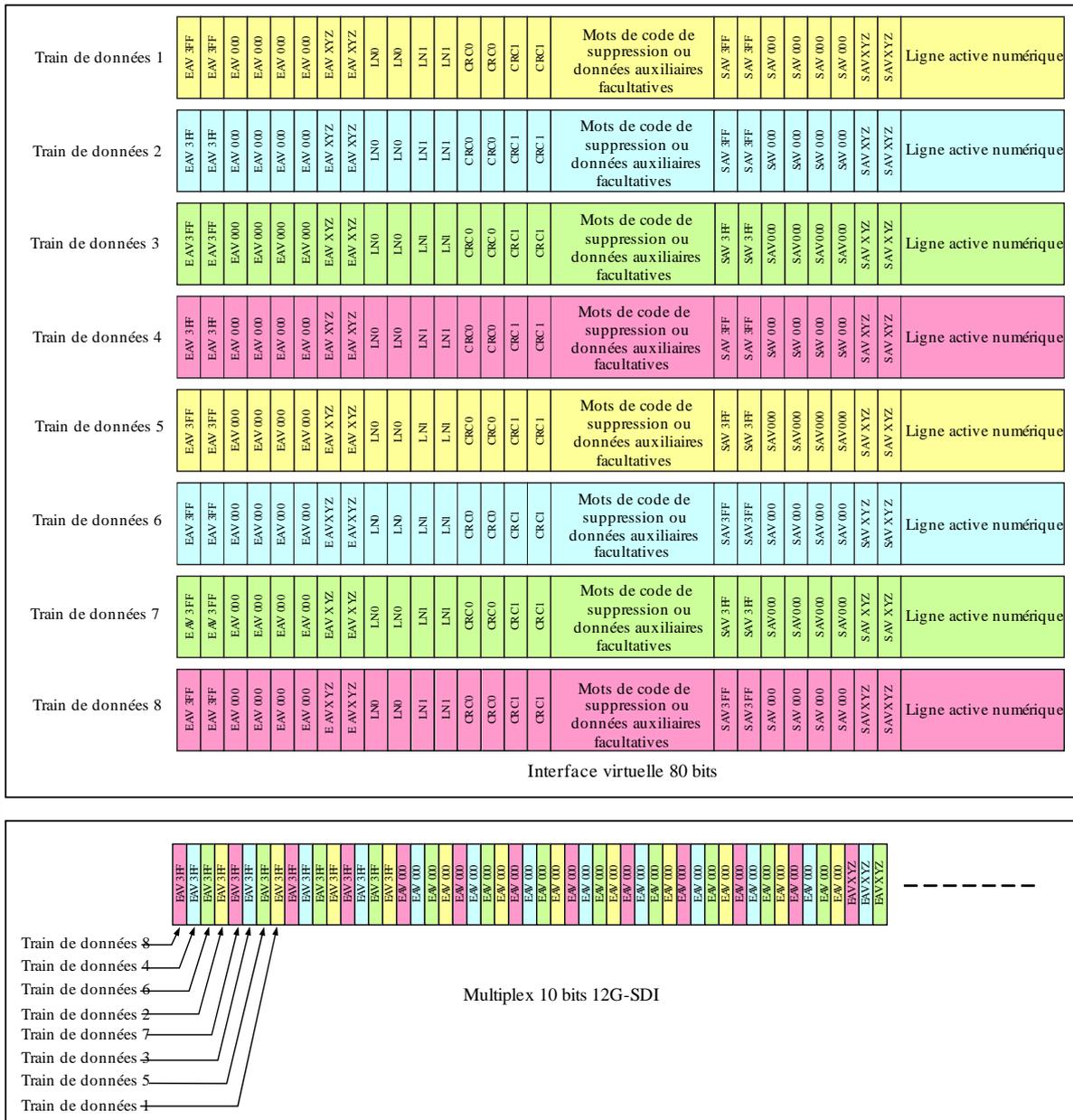


FIGURE 3-14
Multiplex 10 bits 12G-SDI – Type 2



BT.2077-03-14

Chaque interface multiplexée 10 bits 12G-SDI devrait ensuite être mise sous forme série pour créer une interface série 12G-SDI.

L'interface multiplexée 10 bits 12G-SDI constituée des trains de données 1 à 8 devrait être mise sous forme série pour créer la liaison 1 série 12G-SDI.

L'interface multiplexée 10 bits 12G-SDI constituée des trains de données 9 à 16 devrait être mise sous forme série pour créer la liaison 2 série 12G-SDI.

L'interface multiplexée 10 bits 12G-SDI constituée des trains de données 17 à 24 devrait être mise sous forme série pour créer la liaison 3 série 12G-SDI.

L'interface multiplexée 10 bits 12G-SDI constituée des trains de données 25 à 32 devrait être mise sous forme série pour créer la liaison 4 série 12G-SDI.

6.2 Interface série 12G-SDI

6.2.1 Insertion de bits de synchronisation

Des séquences répétées de 3FF_h ou 000_h dans le multiplex parallèle 10 bits 12G-SDI peuvent donner lieu à l'injection d'une longue série de zéros dans le polynôme d'embrouillage.

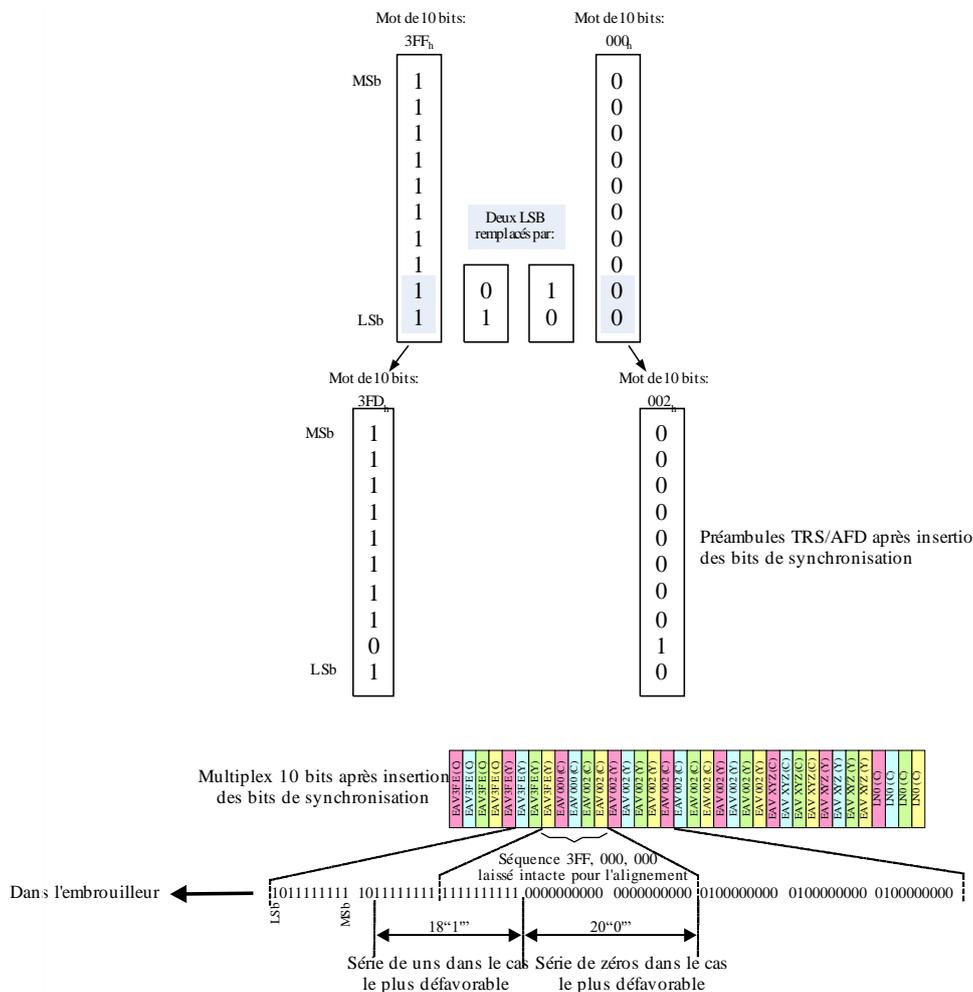
Pour éviter les longues séries de zéros et de uns, il convient de modifier le train de données du multiplex parallèle 10 bits de manière à ce que les deux bits de plus faible poids des mots de code 3FF_h ou 000_h répétés soient remplacés par les valeurs des bits de synchronisation 10b pour les mots 000_h et 01b pour les mots 3FF_h.

Pour pouvoir procéder de manière fiable à la synchronisation et à l'alignement des mots dans le récepteur, une séquence complète de préambules – 3FF_h 000_h 000_h – devrait être maintenue sans modification comme indiqué dans la Fig. 3-15.

Ce processus d'insertion de bits de synchronisation devrait être inversé dans le récepteur afin de rétablir les séquences de données 3FF_h et 000_h d'origine.

FIGURE 3-15

Processus d'insertion de bits de synchronisation



BT.2077-03-15

6.2.2 Codage de canal et mise en série

Le codage de canal et la mise en série devraient être conformes au § 4.2.2 «Mise en série» et au § 4.2.3 «Codage de canal» de la Recommandation UIT-R BT.1120-8.

6.2.3 Horloge série

La fréquence de l'horloge série devrait être égale à dix fois la fréquence de l'interface parallèle 10 bits, à savoir 11,88 GHz ou 11,88/1,001 GHz.

6.2.4 Différence de temps entre les liaisons

Lorsqu'une image est transportée sur plusieurs liaisons 12G, la différence temporelle entre les codes EAV/SAV d'une liaison 12G par rapport à une autre liaison 12G ne devrait pas dépasser 250 ns à la source.

7 Génération des signaux de liaison 24G

7.1 Multiplex 10 bits 24G-SDI

Voir les Tableaux 3-1 et 3-2 concernant les trains de données requis pour chaque format d'image source.

Avant la mise en série:

Pour les signaux pour lesquels l'interface virtuelle nécessite seize trains de données ou plus:

Les trains de données 1 à 16 devraient être multiplexés mot par mot dans une interface 10 bits 24G-SDI.

L'interface 10 bits devrait être constituée d'un multiplex de mots des trains de données 1 à 16, dans l'ordre suivant: train de données 16, train de données 8, train de données 12, train de données 4, train de données 14, train de données 6, train de données 10, train de données 2, train de données 15, train de données 7, train de données 11, train de données 3, train de données 13, train de données 5, train de données 9, train de données 1 ... etc.

Pour les signaux pour lesquels l'interface virtuelle nécessite trente-deux trains de données ou plus:

Les trains de données 17 à 32 devraient être multiplexés mot par mot dans une interface 10 bits 24G-SDI.

L'interface 10 bits devrait être constituée d'un multiplex de mots des trains de données 17 à 32, dans l'ordre suivant: train de données 32, train de données 24, train de données 28, train de données 20, train de données 30, train de données 22, train de données 26, train de données 18, train de données 31, train de données 23, train de données 27, train de données 19, train de données 29, train de données 21, train de données 25, train de données 17 ... etc.

Pour les signaux pour lesquels l'interface virtuelle nécessite quarante-huit trains de données ou plus:

Les trains de données 33 à 48 devraient être multiplexés mot par mot dans une interface 10 bits 24G-SDI.

L'interface 10 bits devrait être constituée d'un multiplex de mots des trains de données 33 à 48, dans l'ordre suivant: train de données 48, train de données 40, train de données 44, train de données 36, train de données 46, train de données 38, train de données 42, train de données 34, train de données 47, train de données 39, train de données 43, train de données 35, train de données 45, train de données 37, train de données 41, train de données 33 ... etc.

Pour les signaux pour lesquels l'interface virtuelle nécessite soixante-quatre trains de données ou plus:

Les trains de données 49 à 64 devraient être multiplexés mot par mot dans une interface 10 bits 24G-SDI.

L'interface 10 bits devrait être constituée d'un multiplex de mots des trains de données 49 à 64, dans l'ordre suivant: train de données 64, train de données 56, train de données 60, train de données 52, train de données 62, train de données 54, train de données 58, train de données 50, train de données 63, train de données 55, train de données 59, train de données 51, train de données 61, train de données 53, train de données 57, train de données 49 ... etc.

Les interfaces parallèles 10 bits ainsi produites devraient avoir une fréquence d'interface de 2 376 MHz ou 2 376/1,001 MHz.

7.1.1 Interfaces parallèles 10 bits de type 1 et de type 2

Comme indiqué dans le Tableau 3-4 et dans la Fig. 3-8, les trains de données pour les images à des fréquences d'image de 30 Hz, 30/1,001 Hz, 25 Hz, 24 Hz et 24/1,001 Hz et ayant une structure d'image 1 (4:2:2 ou 4:2:0 10 bits) ont une structure de ligne comportant des données EAV, SAV, LN et CRC d'une longueur double. Une fois ces trains de données multiplexés, on obtient une interface parallèle 10 bits de type 2. La Figure 3-17 illustre l'interface parallèle 10 bits de type 2.

Toutes les autres images utilisent une interface parallèle 10 bits de type 1. La Figure 3-16 illustre l'interface parallèle 10 bits de type 1.

FIGURE 3-16
Multiplex 10 bits 24G-SDI – Type 1

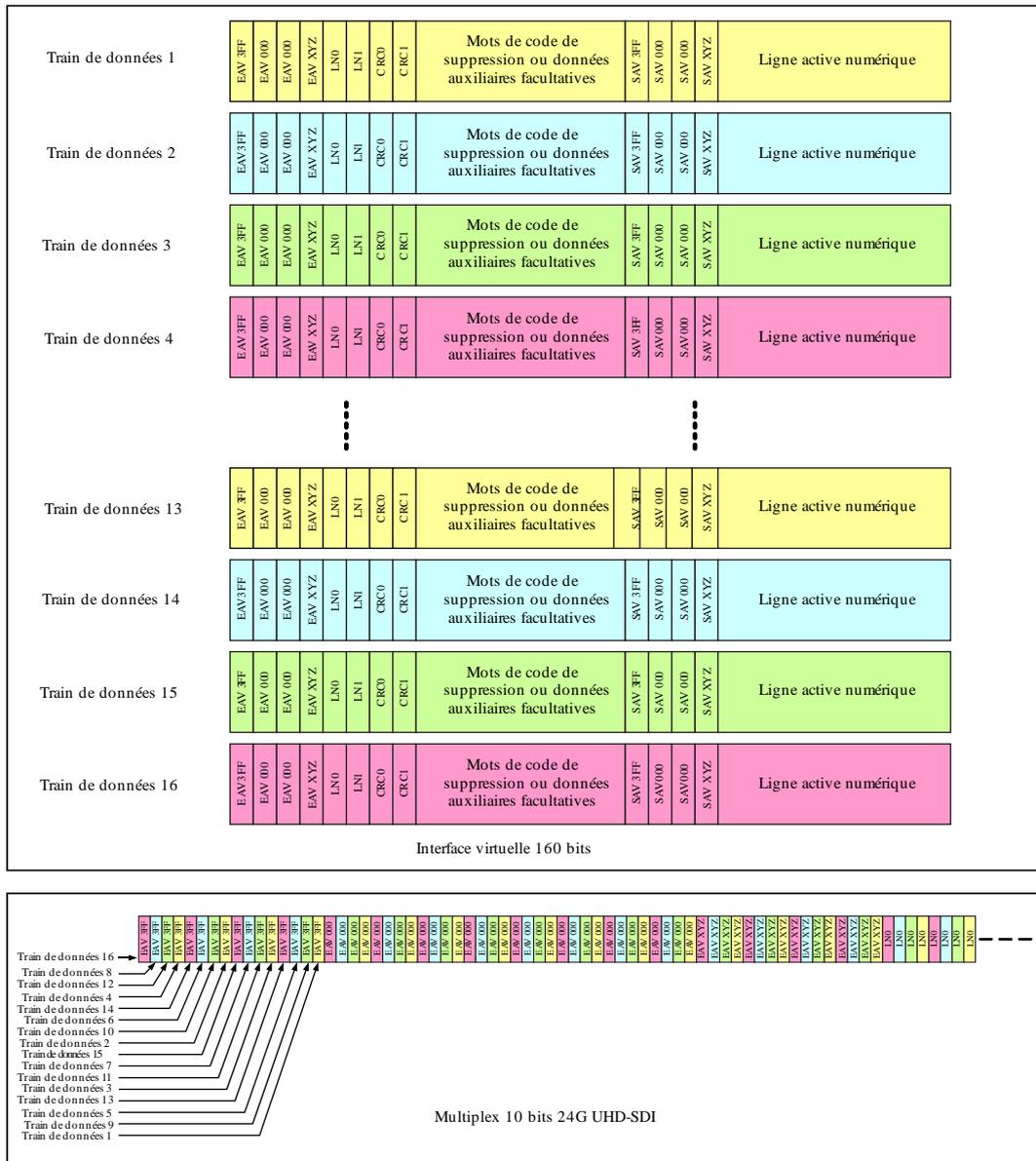
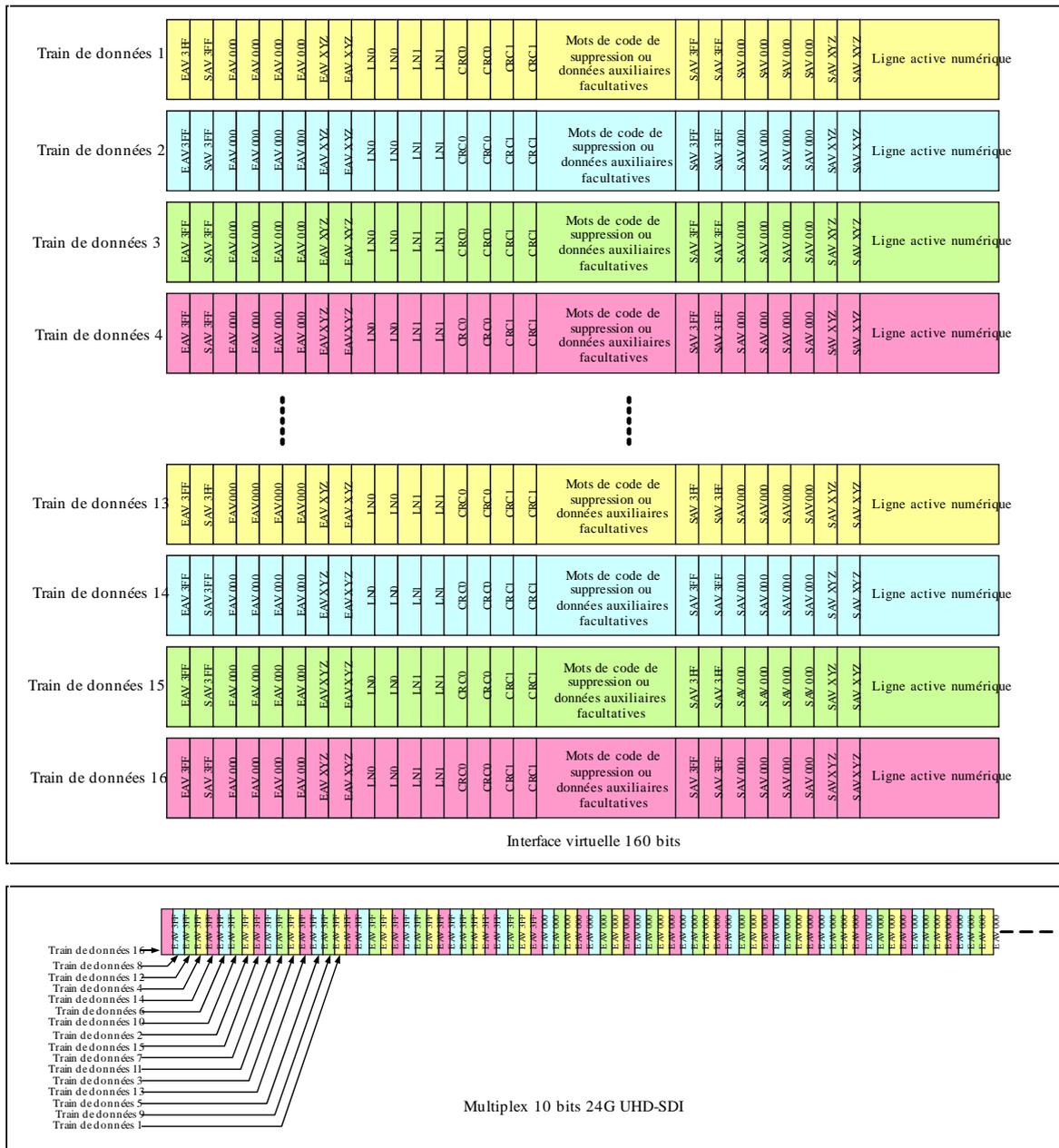


FIGURE 3-17
Multiplex 10 bits 24G-SDI – Type 2



BT.2077-03-1 7

Chaque interface multiplexée 10 bits 24G-SDI devrait ensuite être mise sous forme série pour créer une interface série 24G-SDI.

L'interface multiplexée 10 bits 24G-SDI constituée des trains de données 1 à 16 devrait être mise sous forme série pour créer la liaison 1 série 24G-SDI.

L'interface multiplexée 10 bits 24G-SDI constituée des trains de données 17 à 32 devrait être mise sous forme série pour créer la liaison 2 série 24G-SDI.

L'interface multiplexée 10 bits 24G-SDI constituée des trains de données 33 à 48 devrait être mise sous forme série pour créer la liaison 3 série 24G-SDI.

L'interface multiplexée 10 bits 24G-SDI constituée des trains de données 49 à 64 devrait être mise sous forme série pour créer la liaison 4 série 24G-SDI.

7.2 Interface série 24G-SDI

7.2.1 Insertion de bits de synchronisation

Des séquences répétées de 3FF_h ou 000_h dans le multiplex parallèle 10 bits 24G-SDI peuvent donner lieu à l'injection d'une longue série de zéros dans le polynôme d'embrouillage.

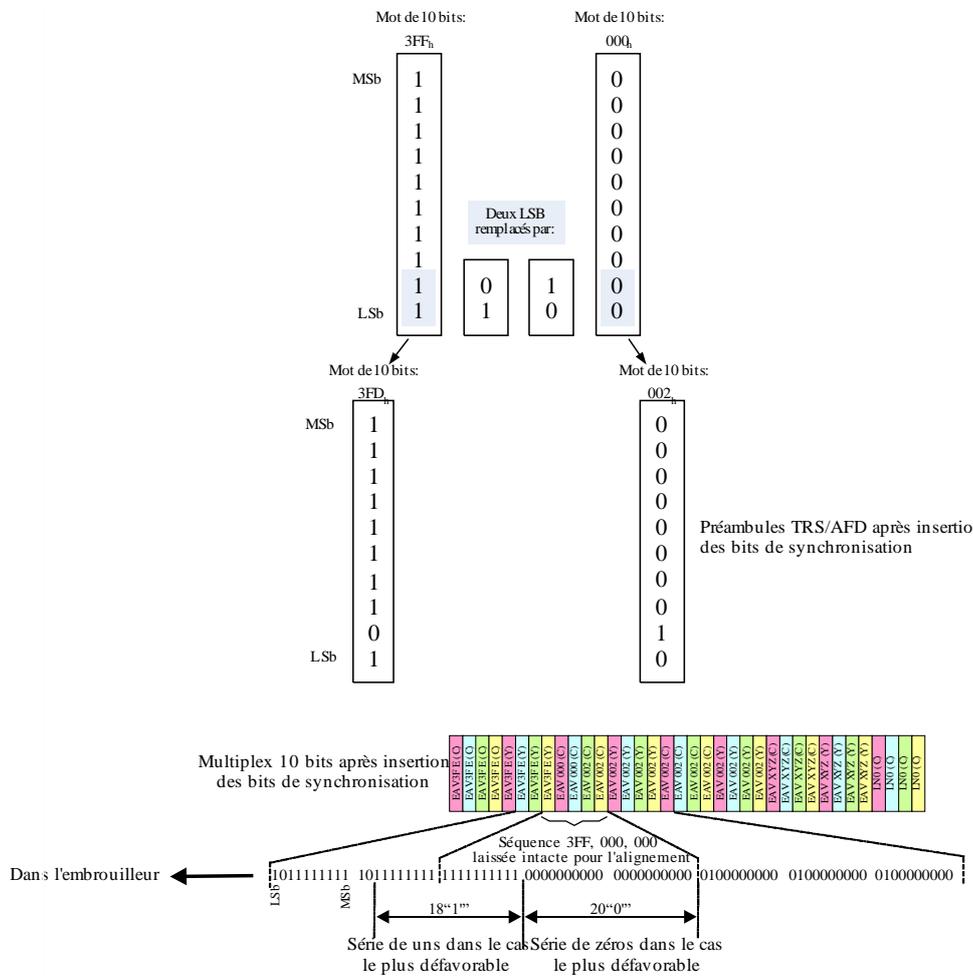
Pour éviter les longues séries de zéros et de uns, il convient de modifier le train de données du multiplex parallèle 10 bits de manière à ce que les deux bits de plus faible poids des mots de code 3FF_h ou 000_h répétés soient remplacés par les valeurs des bits de synchronisation 10b pour les mots 000_h et 01b pour les mots 3FF_h.

Pour pouvoir procéder de manière fiable à la synchronisation et à l'alignement des mots dans le récepteur, une séquence complète de préambles – 3FF_h 000_h 000_h – devrait être maintenue sans modification comme indiqué dans la Fig. 3-15.

Ce processus d'insertion de bits de synchronisation devrait être inversé dans le récepteur afin de rétablir les séquences de données 3FF_h et 000_h d'origine.

FIGURE 3-18

Processus d'insertion de bits de synchronisation



7.2.2 Codage de canal et mise en série

Le codage de canal et la mise en série devraient être conformes au § 4.2.2 «Mise en série» et au § 4.2.3 «Codage de canal» de la Recommandation UIT-R BT.1120-8.

7.2.3 Horloge série

La fréquence de l'horloge série devrait être égale à dix fois la fréquence de l'interface parallèle 10 bits, à savoir 23,76 GHz ou 23,76/1,001 GHz.

7.2.4 Différence de temps entre les liaisons

Lorsqu'une image est transportée sur plusieurs liaisons 24G, la différence temporelle entre les codes EAV/SAV d'une liaison 24G par rapport à une autre liaison 24G ne devrait pas dépasser 250 ns à la source.

8 Interface par câble coaxial

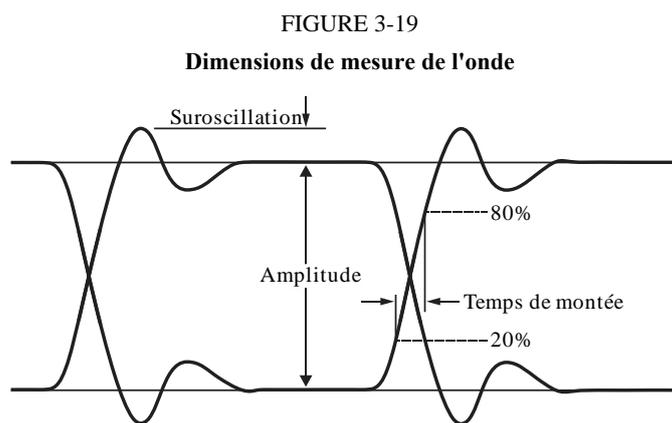
8.1 Niveaux de signal du générateur et spécifications

Ces spécifications sont définies pour la mesure de la sortie série d'une source obtenue à partir d'un signal dans le domaine parallèle.

La sortie du générateur devrait être mesurée aux bornes d'une charge résistive de 75 ohms reliée par un câble coaxial d'un mètre et des connecteurs BNC⁸ de 75 ohms respectant les exigences définies au § 8.2.

La Figure 3-19 illustre les dimensions de mesure de l'amplitude, du temps de montée et de la suroscillation.

Le générateur devrait comporter un circuit de sortie asymétrique avec une impédance source de 75 ohms et devrait respecter les caractéristiques d'affaiblissement d'adaptation définies dans le Tableau 3-12.



BT.2077-03-19

L'amplitude du signal crête à crête devrait être de $800 \text{ mV} \pm 10\%$.

Le décalage continu, défini par le point à mi-amplitude du signal, devrait avoir une valeur nominale de $0,0 \text{ V} \pm 0,5 \text{ V}$.

⁸ Par connecteur BNC, on entend un connecteur qui répond aux spécifications mécaniques de l'Annexe A de la norme CEI 61196-8 et aux spécifications électriques indiquées dans la Partie 3 de la présente Recommandation.

Pour une interface 6G, les temps de montée et de descente, déterminés entre les points d'amplitude 20% et 80% ne devraient pas être supérieurs à 80 ps et ne devraient pas différer l'un de l'autre de plus de 30 ps.

Pour une interface 12G, les temps de montée et de descente, déterminés entre les points d'amplitude 20% et 80% ne devraient pas être supérieurs à 45 ps et ne devraient pas différer l'un de l'autre de plus de 18 ps.

Pour une interface 24G, les temps de montée et de descente, déterminés entre les points d'amplitude 20% et 80% ne devraient pas être supérieurs à 28 ps et ne devraient pas différer l'un de l'autre de plus de 8 ps.

La suroscillation des fronts de montée et de descente de l'onde ne devrait pas dépasser 10% de l'amplitude.

Les excursions d'amplitude de sortie dues aux signaux avec une composante continue importante apparaissant sur une ligne horizontale (signal de stress pathologique) ne devraient pas dépasser 50 mV au-dessus ou au-dessous de la valeur moyenne de l'enveloppe du signal crête à crête.

La gigue de rythme pour les transitions du signal de données devrait avoir les valeurs indiquées dans le Tableau 3-11 pour assurer la conformité à la Partie 3 de la présente Recommandation.

1 UI correspond à $1/f_c$. Les spécifications et les méthodes de mesure de la gigue devraient 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.

TABLEAU 3-11

Spécifications de la gigue

Paramètre	Valeur			Description
	6G	12G	24G	
F1	10 Hz	10 Hz	10 Hz	Limite de bande inférieure pour la gigue de rythme (limite de spécification basse fréquence)
F3	100 kHz	100 kHz	100 kHz	Limite de bande inférieure pour la gigue d'alignement
F4	> 1/10 de la fréquence d'horloge (>594 MHz)	> 1/10 de la fréquence d'horloge (>1188 MHz)	> 1/10 de la fréquence d'horloge (>2356 MHz)	Limite de bande supérieure
A1	4 UI (673 psec)	8 UI (673 psec)	16 UI (673 psec)	Gigue de rythme exprimée en UI
A2	0,3 UI (56 psec)	0,3 UI (28 psec)	0,3 UI (14 psec)	Gigue d'alignement
Signal de test	Barre de couleur	Barre de couleur	Barre de couleur	On choisit une barre de couleur comme signal de test non stressant pour les mesures de la gigue.

8.2 Niveaux de signal du récepteur et spécifications

Le récepteur du signal de l'interface série devrait présenter une impédance de 75 ohms et devrait respecter les caractéristiques d'affaiblissement d'adaptation définies au § 8.2.1.

Les récepteurs types fonctionnent avec des affaiblissements dans le câble d'entrée allant jusqu'à 40 dB à la moitié de la fréquence d'horloge; toutefois, des récepteurs conçus pour fonctionner avec un affaiblissement du signal supérieur ou inférieur sont acceptables.

8.2.1 Affaiblissement d'adaptation pour l'interface 6G

Le circuit asymétrique du générateur et du récepteur devrait présenter un affaiblissement d'adaptation conforme au diagramme de la Fig. 3-20 et aux paramètres énumérés dans le Tableau 3-12.

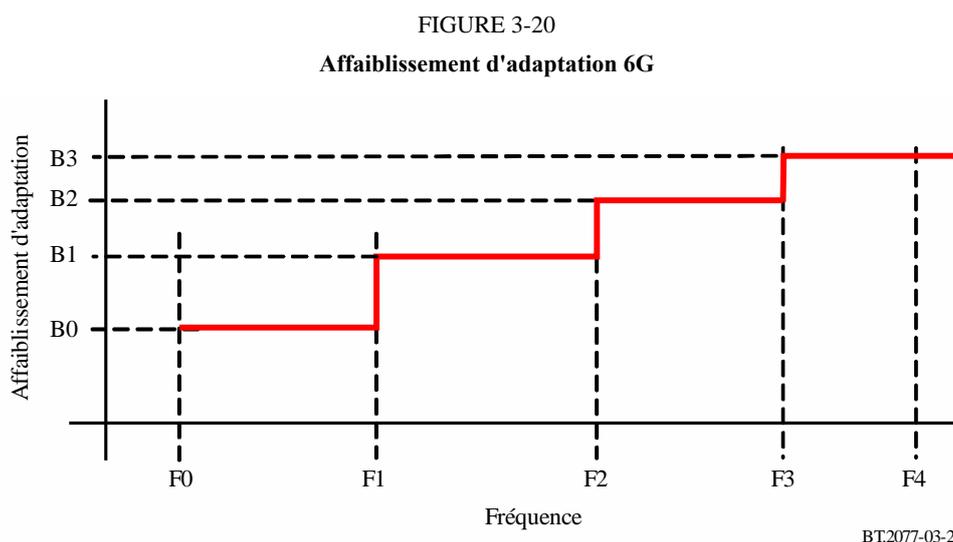


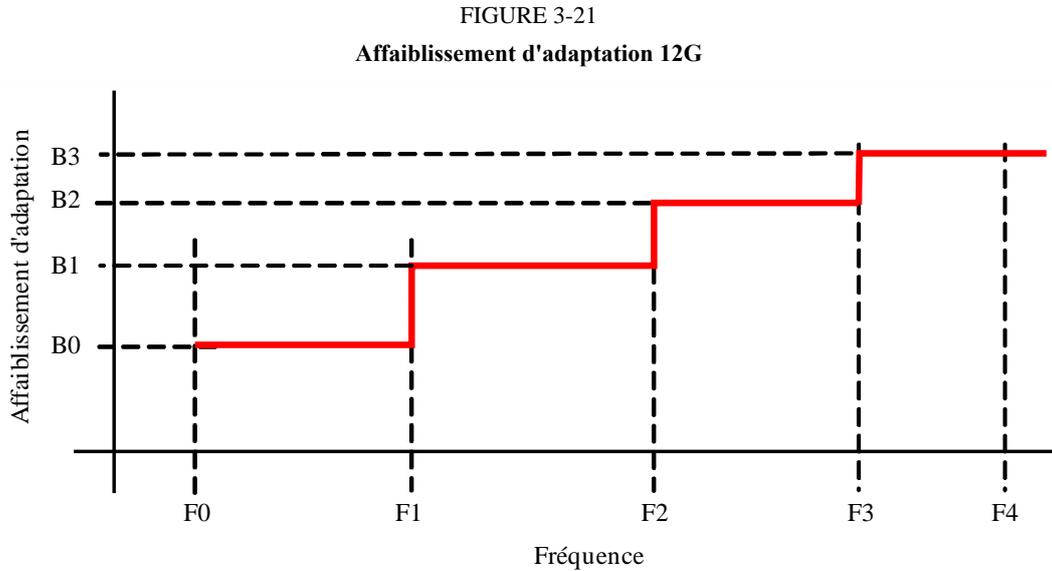
TABLEAU 3-12

Paramètres de l'affaiblissement d'adaptation 6G

Paramètre	Valeur	Description
F0	5 MHz	Limite de bande inférieure pour l'affaiblissement d'adaptation
F1	1,485 GHz	Limite de bande inférieure de transition pour l'affaiblissement d'adaptation
F2	3 GHz	Limite de bande supérieure de transition pour l'affaiblissement d'adaptation
F3	6G Hz	Limite de bande supérieure pour l'affaiblissement d'adaptation
B0	-15 dB	Affaiblissement d'adaptation de F0 à F1
B1	-10 dB	Affaiblissement d'adaptation de F1 à F2
B2	-7 dB	Affaiblissement d'adaptation de F2 à F3

8.2.2 Affaiblissement d'adaptation pour l'interface 12G

Le circuit asymétrique du générateur et du récepteur devrait présenter un affaiblissement d'adaptation conforme au diagramme de la Fig. 3-21 et aux paramètres énumérés dans le Tableau 3-13.



BT.2077-03-21

TABLEAU 3-13

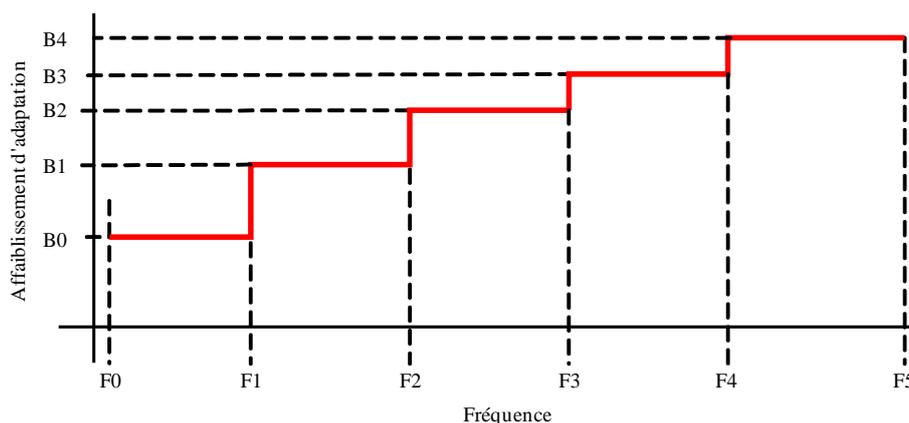
Paramètres de l'affaiblissement d'adaptation 12G

Paramètre	Valeur	Description
F0	5 MHz	Limite de bande inférieure pour l'affaiblissement d'adaptation
F1	1,485 GHz	Limite de bande inférieure de transition pour l'affaiblissement d'adaptation
F2	3 GHz	Limite de bande intermédiaire pour l'affaiblissement d'adaptation
F3	6 GHz	Limite supérieure de bande intermédiaire pour l'affaiblissement d'adaptation
F4	12 GHz	Limite de bande supérieure pour l'affaiblissement d'adaptation
B0	-15 dB	Affaiblissement d'adaptation de F0 à F1
B1	-10 dB	Affaiblissement d'adaptation de F1 à F2
B2	-7 dB	Affaiblissement d'adaptation de F2 à F3
B3	-4 dB	Affaiblissement d'adaptation de F3 à F4

8.2.3 Affaiblissement d'adaptation pour l'interface 24G

Le circuit asymétrique du générateur et du récepteur devrait présenter un affaiblissement d'adaptation conforme au diagramme de la Fig. 3-22 et aux paramètres énumérés dans le Tableau 3-14.

FIGURE 3-22
Affaiblissement d'adaptation 24G



BT.2077-03-22

TABLEAU 3-14
Paramètres de l'affaiblissement d'adaptation 24G

Paramètre	Valeur	Description
F0	5 MHz	Limite de bande inférieure pour l'affaiblissement d'adaptation
F1	1,485 GHz	Limite de bande inférieure de transition pour l'affaiblissement d'adaptation
F2	3 GHz	Limite de bande intermédiaire pour l'affaiblissement d'adaptation
F3	6 GHz	Limite supérieure de bande intermédiaire pour l'affaiblissement d'adaptation
F4	12 GHz	Limite supérieure de bande intermédiaire supérieure pour l'affaiblissement d'adaptation
F5	24 GHz	Limite de bande supérieure pour l'affaiblissement d'adaptation
B0	-15 dB	Affaiblissement d'adaptation de F0 à F1
B1	-10 dB	Affaiblissement d'adaptation de F1 à F2
B2	-7 dB	Affaiblissement d'adaptation de F2 à F3
B3	-4 dB	Affaiblissement d'adaptation de F3 à F4
B4	-2 dB	Affaiblissement d'adaptation de F4 à F5

9 Interface optique

La Recommandation UIT-R BT.1367 fournit des informations sur l'utilisation de câbles à fibres optiques monomodes et multimodes pour transporter les données série définies dans les Recommandations UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 et UIT-R BT.1120 (de 270 Mbit/s à 2,97 Gbit/s).

La présente section élargit le champ d'application de la Recommandation UIT-R BT. 1367 au transport des données série 6G, 12G et 24G définies dans la section ci-dessus relative au câble coaxial.

Groupement physique et connecteurs des unités d'émission et de réception

L'interface optique devrait être conforme aux caractéristiques des connecteurs du domaine optique des unités d'émission et de réception et aux caractéristiques de polissage définies dans la Recommandation UIT-R BT.1367.

Conformément à la Recommandation UIT-R BT.1367, les connecteurs du domaine optique des unités d'émission et de réception et les sections de leurs câbles d'entrée et de sortie de raccordement devraient de préférence être du type LC/PC.

9.1 Unité d'émission

L'unité d'émission devrait être conforme aux paramètres de liaison à faible puissance (courte distance), moyenne puissance (moyenne distance) et forte puissance (grande distance) définis dans la Recommandation UIT-R BT.1367, aux exceptions près suivantes:

- Les temps de montée et de descente – mesurés après un filtre de Bessel-Thompson du quatrième ordre avec un point à 3 dB correspondant à $0,75 \times$ débit de données – devraient être tels que spécifiés dans la section ci-dessus relative au câble coaxial concernant les exigences relatives aux temps de montée / descente pour les signaux électriques.
- La gigue intrinsèque maximale (optique) devrait être telle que spécifiée dans la section ci-dessus relative au câble coaxial.
- La largeur maximale de la raie spectrale entre points à mi-puissance pour les liaisons 6G et 12G à faible puissance à fibre monomode devrait être de 4 nm.
- La largeur maximale de la raie spectrale entre points à mi-puissance pour les liaisons 24G à fibre monomode pour tous les niveaux de puissance devrait être de 1 nm.
- La puissance optique maximale pour les liaisons 6G et 12G à moyenne puissance devrait être de +0,5 dBm.
- La puissance optique maximale pour les liaisons 24G à moyenne puissance devrait être de +3 dBm.
- La puissance optique minimale pour les liaisons 24G à moyenne puissance devrait être de -1 dBm.

9.1.1 Étiquetage de l'unité d'émission

L'étiquetage de l'unité d'émission devrait être conforme aux exigences définies dans la Recommandation UIT-R BT.1367, aux exceptions près suivantes:

- L'élément <type de signal> devrait pouvoir prendre les valeurs supplémentaires suivantes:
 - «E» pour indiquer la prise en charge des signaux 6G
 - «F» pour indiquer la prise en charge des signaux 12G
 - «G» pour indiquer la prise en charge des signaux 24G

9.2 Unité de réception

L'unité de réception devrait être conforme aux caractéristiques définies dans la Recommandation UIT-R BT.1367, aux exceptions près suivantes:

- Lorsque l'unité de réception reçoit un signal optique conforme au Tableau 2 de la Recommandation UIT-R BT.1367 (Spécifications du signal optique à l'entrée du récepteur), le signal électrique de sortie devrait être conforme à la section ci-dessus relative au câble coaxial.
- La gigue maximale devrait être telle que spécifiée dans la section ci-dessus relative au câble coaxial.
- La puissance d'entrée minimale telle que définie dans le Tableau 2 de la Recommandation UIT-R BT.1367 (Spécifications du signal optique à l'entrée du récepteur) devrait être de:
 - -14 dBm pour 6G

- -14 dBm pour 12G
 - -9 dBm pour 24G
- La puissance de surcharge minimale à l'entrée telle que définie dans le Tableau 2 de la Recommandation UIT-R BT.1367 (Spécifications du signal optique à l'entrée du récepteur) devrait être de +0,5 dBm pour les récepteurs optiques conformes à la Partie 3 de la présente Recommandation.

9.2.2 Étiquetage de l'unité de réception

L'étiquetage de l'unité de réception devrait être conforme aux exigences définies dans la Recommandation UIT-R BT.1367, aux exceptions près suivantes:

- L'élément <type de signal> devrait pouvoir prendre les valeurs supplémentaires suivantes:
- «E» pour indiquer la prise en charge des signaux 6G
 - «F» pour indiquer la prise en charge des signaux 12G
 - «G» pour indiquer la prise en charge des signaux 24G

Spécifications des circuits à fibres optiques et des connecteurs

Pour assurer la conformité à la Partie 3 de la présente Recommandation, les circuits à fibres optiques et les connecteurs déployés dans un réseau SDI optique devraient être choisis conformément aux spécifications (types de fibre et affaiblissement d'adaptation du connecteur) définies dans la Recommandation UIT-R BT.1367.

9.2.3 Choix des longueurs d'onde⁹

Pour une liaison ou plusieurs liaisons utilisant plusieurs fibres avec une seule longueur d'onde par fibre:

- longueur d'onde centrale nominale pour une fibre monomode: 1 311 nm
- longueur d'onde centrale nominale pour une fibre multimode: 850 nm.

Pour plusieurs liaisons utilisant le multiplexage CWDM:

TABLEAU 3-15

Longueurs d'onde centrales nominales recommandées

Nombre de liaisons	λ pour la liaison 1	λ pour la liaison 2	λ pour la liaison 3	λ pour la liaison 4	λ pour la liaison 5	λ pour la liaison 6	λ pour la liaison 7	λ pour la liaison 8
Deux	1 271	1 291	–	–	–	–	–	–
Quatre	1 271	1 291	1 311	1 331	–	–	–	–
Huit	1 271	1 291	1 311	1 331	1 351	1 371	1 391	1 411

NOTE – L'Appendice F de la Recommandation UIT-R BT.1367-2 décrit le type de fibre qu'il convient d'utiliser pour les applications à huit liaisons lorsque les liaisons 7 et 8 sont utilisées.

⁹ Ces liaisons sont généralement utilisées pour des connexions point à point à l'intérieur d'une installation; les utilisateurs ou les fabricants peuvent choisir d'utiliser d'autres longueurs d'onde.

Annexe 1

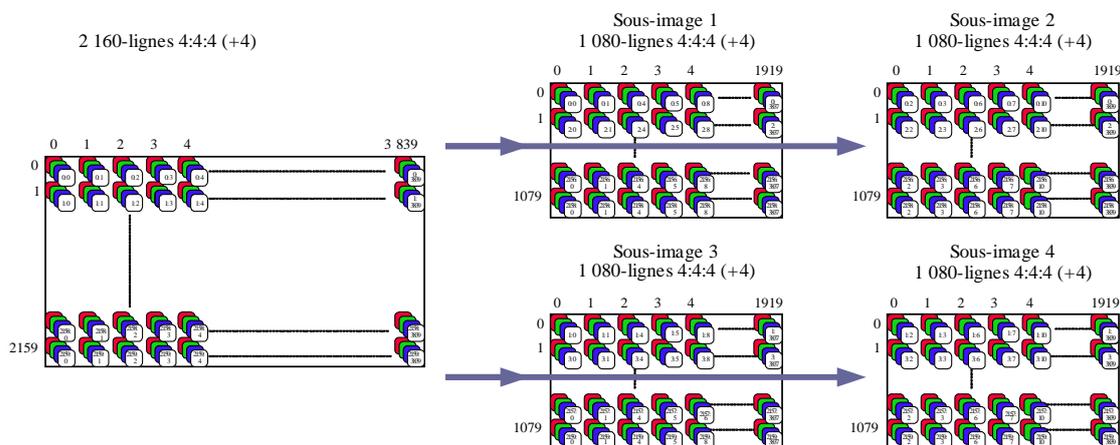
à la Partie 3 (Informative)

Division d'une image en fonction de la structure d'image

Concernant le processus de division à entrelacement de 2 échantillons utilisé dans la Partie 3 de la présente Recommandation, les sous-images obtenues à partir d'une image 4:4:4, 4:4:4+4, 4:2:2 ou 4:2:2+4 ont la même structure que l'image source.

La Figure 3-23 illustre l'exemple de la division d'une image de 2 160 lignes ayant la structure 4:4:4 ou 4:4:4+4 en quatre images de 1 080 lignes.

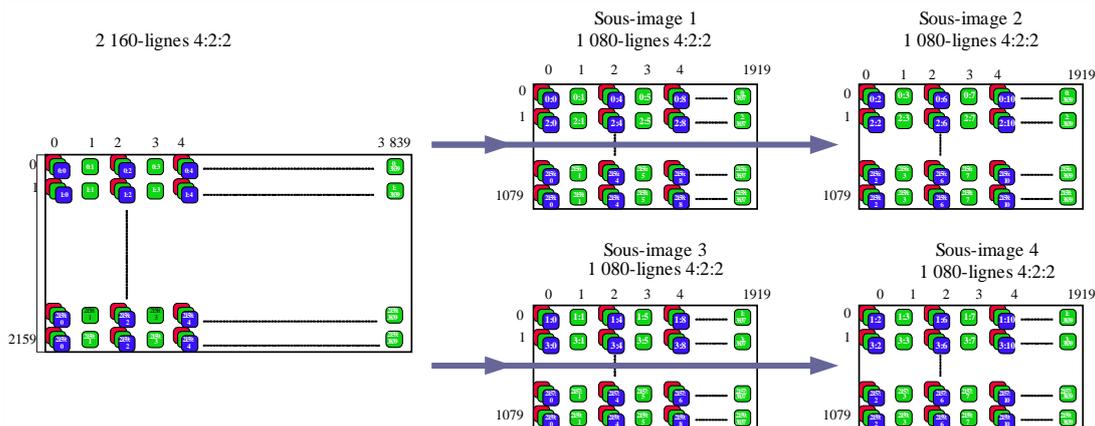
FIGURE 3-23
Division d'une image 4:4:4(+4)



BT.2077-03-1-0

La Figure 3-24 illustre l'exemple de la division d'une image de 2 160 lignes ayant la structure 4:2:2 en quatre sous-images.

FIGURE 3-24
Division d'une image 4:2:2



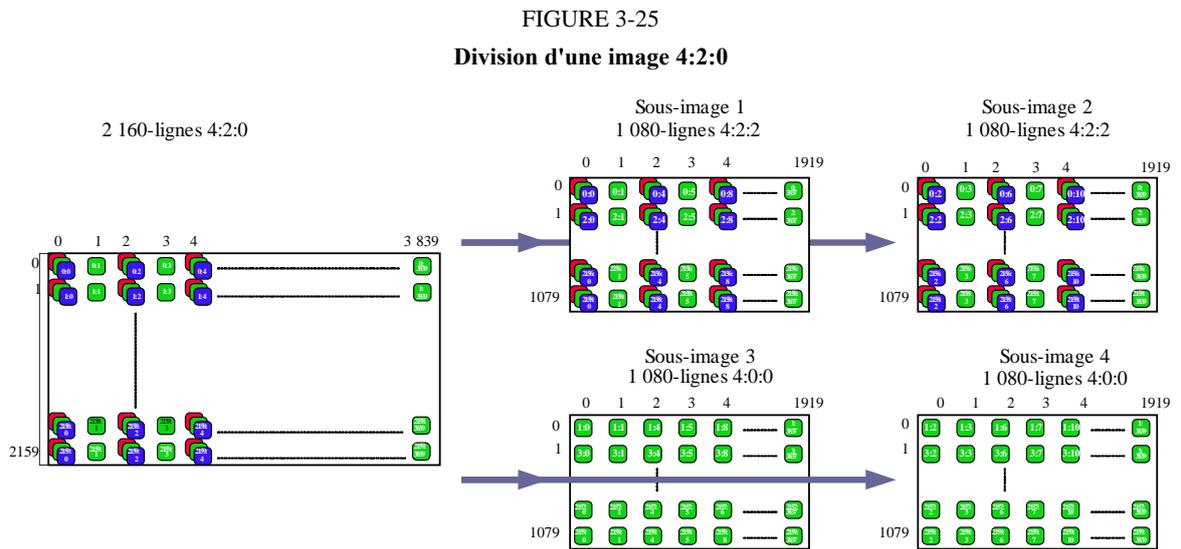
BT.2077-03-1-02

Étant donné que dans le processus de division à entrelacement de 2 échantillons, une ligne sur deux est affectée à des sous-images différentes, la division d'une image source ayant la structure 4:2:0 ne donne pas des sous-images ayant la structure 4:2:0.

Les lignes paires de l'image source contiennent des composantes Y et C, tandis que les lignes impaires contiennent uniquement des composantes Y.

Par suite de la division, on obtient des sous-images 1 et 2 ayant des composantes Y et C dans une structure 4:2:2, et des sous-images 3 et 4 ayant uniquement des composantes Y.

La Figure 3-25 illustre l'exemple de la division d'une image de 2 160 lignes ayant la structure 4:2:0 en quatre sous-images.



BT.2077-03-1-03

Les sous-images résultantes seront toutes transportées dans un multiplex 4:2:2. Les composantes C manquantes dans le multiplex se verront attribuer une valeur correspondant à la différence de couleur nulle, à savoir 200h dans le cas d'un système à 10 bits ou 800h dans le cas d'un système à 12 bits.

Dans le cas d'une image source de 4 320 lignes, la division illustrée dans la Fig. 3-1-3 a lieu une fois l'image de 4 320 lignes divisée en quatre sous-images intermédiaires de 2 160 lignes, les sous-images intermédiaires 1 et 2 de 2 160 lignes ayant des composantes C 4:2:2 et les sous-images intermédiaires 3 et 4 de 2 160 lignes ayant des composantes C dont la valeur correspond à la différence de couleur nulle. Lorsque chacune des sous-images intermédiaires de 2 160 lignes est divisée en quatre sous-images de 1 080 lignes:

- les sous-images 1 à 4 incluses de 1 080 lignes, résultant de la division de la sous-image intermédiaire 1 de 2 160 lignes, et les sous-images 5 à 8 incluses de 1 080 lignes, résultant de la division de la sous-image intermédiaire 2 de 2 160 lignes, contiennent toutes les composantes C de l'image source de 4320 lignes, dans une structure 4:2:2;
- les sous-images 9 à 12 incluses de 1 080 lignes, résultant de la division de la sous-image intermédiaire 3 de 2 160 lignes, et les sous-images 13 à 16 incluses de 1 080 lignes, résultant de la division de la sous-image intermédiaire 4 de 2 160 lignes, contiennent toutes les composantes C dont la valeur correspond à la différence de couleur nulle.

Annexe 2

à la Partie 3 (informative)

Utilisation d'un convertisseur pour passer d'une interface à une autre

Comme indiqué dans les Fig. 3-1 et 3-2, une image source est mappée dans plusieurs trains de données, lesquels sont ensuite multiplexés sur une ou plusieurs liaisons à 6 Gbit/s à raison de quatre trains de données par liaison, ou sur une ou plusieurs liaisons à 12 Gbit/s à raison de huit trains de données par liaison, ou sur une ou plusieurs liaisons à 24 Gbit/s à raison de 16 trains de données par liaison.

L'interface virtuelle pour chaque format d'image, y compris toutes les données vidéo, auxiliaires et audio, est identique exception faite des valeurs de l'identifiant PID, dont l'octet 1 est différent en fonction du type d'interface de sortie et dont l'octet 4 varie en fonction du nombre de liaisons.

Un dispositif simple acceptant en entrée, par exemple, un signal d'interface 6G à quatre liaisons et fournissant en sortie un signal d'interface 24G à une liaison est parfaitement concevable. Ce dispositif est appelé un convertisseur.

Les fonctions du convertisseur sont les suivantes:

- 1) multiplexer deux ou quatre signaux d'entrée en un signal de sortie ou démultiplexer un signal d'entrée en deux ou quatre signaux de sortie;
- 2) modifier l'octet 1 de l'identifiant PID pour indiquer le type d'interface de sortie;
- 3) modifier l'octet 4 de l'identifiant PID pour indiquer le nombre de liaisons de sortie.

Ce convertisseur pourrait être un dispositif distinct, ou pourrait être incorporé dans les modules d'entrée ou de sortie des équipements de traitement ou de commutation.

PARTIE 4

Définition de termes utilisés dans cette Partie

ANC	Paquets de données auxiliaires
TVUHD	Télévision ultra-haute définition, ayant un format d'image (structure des échantillons) de $3\,840 \times 2\,160$ ou de $7\,680 \times 4\,320$
TVUHD1	TVUHD ayant un format d'image (structure des échantillons) de $3\,840 \times 2\,160$
TVUHD2	TVUHD ayant un format d'image (structure des échantillons) de $7\,680 \times 4\,320$
CRC	Codes de contrôle de redondance cyclique définis dans la Recommandation UIT-R BT.1120
CDR	Récupération des données d'horloge
EAV	Le terme EAV employé dans la présente Recommandation désigne 4 octets d'informations temporelles situées à la fin d'une zone vidéo active
Données HANC	Données figurant dans l'intervalle de suppression de ligne numérique entre EAV/LN/CRC et SAV
K28.5	Code spécial de détection de limite de mot pour le codage 8B/10B défini dans la norme ANSI INCITS 230
LN	Données du numéro de ligne définies dans la Recommandation UIT-R BT.1120
Format de conteneur	Matrice de pixels présente à l'interface pour le transport des images (dans la présente Recommandation, le conteneur est de $1\,920 \times 1\,080$)
SAV	Informations temporelles situées au début d'une zone vidéo active définies dans la Recommandation UIT-R BT.1120
Train de base	Train parallèle de 10 bits qui a la même structure que le train de données source défini dans la Recommandation UIT-R BT.1120. Ce train de données en mode entrelacé achemine la structure d'image définie dans les données du format source définies dans la Recommandation UIT-R BT.1120
Train de base pair	Canaux CH2, CH4, CH6 et CH8 (liaison B) de trains de base
Train de base impair	Canaux CH1, CH3, CH5 et CH7 (liaison A) de trains de base
Données de bourrage	Désigne l'un des octets de données D0.0 du codage 8B/10B défini dans la norme ANSI INCITS 230
LC (Connecteur Lucent)	CEI 61754-20 (2012), Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 20: Famille de connecteurs de type LC
26,73 Gbit/s	Dans la présente Recommandation, terme générique utilisé pour 26,73 Gbit/s et 26,73/1,001 Gbit/s
106,92 Gbit/s	Dans la présente Recommandation, terme générique utilisé pour 106,92 Gbit/s et 106,92/1,001 Gbit/s

OMA	L'amplitude de modulation optique (OMA) est telle qu'elle est définie au § 52.9.5 de la norme IEEE 802.3ae-2002.
TDP	La dégradation due à la dispersion dans l'émetteur (TDP) pour 26,73 Gbit/s et 106,92 Gbit/s est telle qu'elle est définie respectivement au § 52.9.10 et au § 88.8.5 de la norme IEEE 802.3ba-2010.

Aperçu du système de base

Les données source du train de données à 26,73 Gbit/s ou à 106,92 Gbit/s sont composées d'un nombre de canaux allant jusqu'à 16 ou 64 canaux de trains de base ou d'une interface SDI équivalente conforme au train de données en mode entrelacé SDI à 1,5 Gbit/s ou à 3 Gbit/s défini dans la Recommandation UIT-R BT.1120. Le mappage des données auxiliaires et des données audio dans un train de base est conforme à la Recommandation UIT-R BT.1120. Chaque train de base impair de 10 bits est placé dans une structure de blocs de données de 8 bits, faisant ensuite l'objet d'un codage 8B/10B. Chaque train de base pair de 10 bits est embrouillé. Les différents blocs codés sont multiplexés et mis en série dans un seul train de données à 26,73 Gbit/s ou à 106,92 Gbit/s.

1 Formats des images source

1.1 Formats des images pour la catégorie 1,5 Gbit/s à une liaison

À toutes fins utiles, on trouvera dans le Tableau 4-1 les formats des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à une liaison définis dans la Rec. UIT-R [BT.2100](#) pour les images à balayage progressif.

TABLEAU 4-1

Format des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à une liaison

Numéro du système	Recommandation de référence	Format de sous-image	Structure d'échantillonnage du format du signal/profondeur des pixels	Fréquences d'image
1.1	Rec. UIT-R BT.2100	1 920 × 1 080	4:2:2 (Y'C _B C _R)/10 bits 4:2:2 (IC _T CP) ⁽¹⁾ /10 bits	24, 25 et 30 images/s

⁽¹⁾ Conformément à la Recommandation UIT-R BT.2100, l'échantillonnage IC_TCP n'est appliqué qu'aux formats d'image à balayage progressif à grande plage dynamique (HDR).

1.2 Formats des images pour la catégorie 1,5 Gbit/s à deux liaisons

À toutes fins utiles, on trouvera dans le Tableau 4-2 les formats des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à deux liaisons définis dans la Rec. UIT-R [BT.2100](#) pour les images à balayage progressif.

TABLEAU 4-2

Formats des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à deux liaisons

Numéro du système	Recommandation de référence	Format de sous-image	Structure d'échantillonnage du format du signal/profondeur des pixels	Fréquences d'image
2.1	Rec. UIT-R BT.2100	1 920 × 1 080	4:2:2 (Y'C _B C _R)/10 bits 4:2:2 (IC _{TCP}) ⁽¹⁾ /10 bits	50 et 60 images/s
				59,94 images/s
2.4	Rec. UIT-R BT.2100	1 920 × 1 080	4:4:4 (Y'C _B C _R)/10 bits, 4:4:4:4 (Y'C _B C _R +A)/10 bits, 4:4:4 (IC _{TCP}) ⁽¹⁾ /10 bits, 4:4:4:4 (IC _{TCP} +A) ⁽¹⁾ /10 bits	24, 25 et 30 images/s
2.5	Rec. UIT-R BT.2100	1 920 × 1 080	4:2:2 (Y'C _B C _R),12 bit, 4:4:4 (Y'C _B C _R)/12 bits, 4:2:2(IC _{TCP}) ⁽¹⁾ , 4:4:4(IC _{TCP}) ⁽¹⁾ /12 bits	24, 25 et 30 images/s

⁽¹⁾ Conformément à la Recommandation UIT-R BT.2100, l'échantillonnage IC_{TCP} n'est appliqué qu'aux formats d'image à balayage progressif à grande plage dynamique (HDR).

1.3 Formats des images pour la catégorie 1,5 Gbit/s à quatre liaisons

À toutes fins utiles, on trouvera dans les Tableaux 4-3 et 4-4 les formats des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à quatre liaisons définis dans la Rec. UIT-R [BT.2100](#) pour les images à balayage progressif.

TABLEAU 4-3

Format des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à quatre liaisons

Numéro du système	Recommandation de référence	Format de sous-image	Structure d'échantillonnage du format du signal/profondeur des pixels	Fréquences d'image
4.1	Rec. UIT-R BT.2100	1 920 × 1 080	4:2:2 (Y'C _B C _R)/12 bits 4:2:2 (IC _{TCP}) ⁽¹⁾ /12 bits	50 et 60 images/s
				59,94 images/s

⁽¹⁾ Conformément à la Recommandation UIT-R BT.2100, l'échantillonnage IC_{TCP} n'est appliqué qu'aux formats d'image à balayage progressif à grande plage dynamique (HDR).

FIGURE 4-1

Division du train source du système 4.1 en quatre

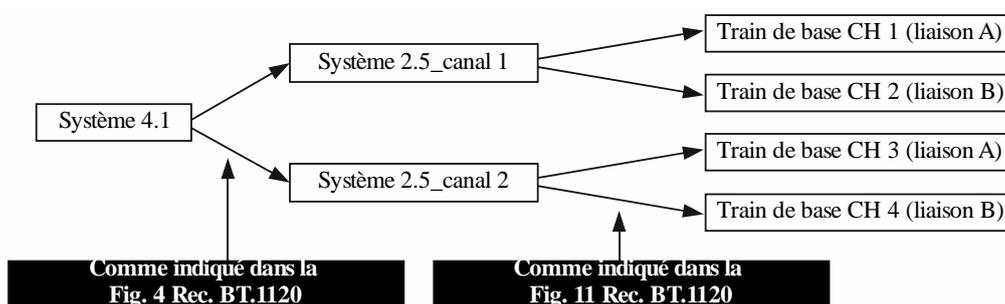


TABLEAU 4-4

Format des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à quatre liaisons

Numéro du système	Recommandation de référence	Format d'image	Structure d'échantillonnage du format du signal/profondeur des pixels	Fréquences d'image
8.1 ⁽¹⁾	Rec. UIT-R BT.2100	3 840 × 2 160	4:2:0 (IC _{TCP}) ⁽²⁾ , 4:2:2 (IC _{TCP}) ⁽²⁾ /10 bits	23,98 et 29,97 images/s

⁽¹⁾ La matrice de pixels du système 8.1 est attribuée aux quatre liaisons «A» d'un train de base à 1,5 Gbit/s à huit liaisons.

⁽²⁾ Conformément à la Recommandation UIT-R BT.2100, l'échantillonnage IC_{TCP} n'est appliqué qu'aux formats d'image à balayage progressif à grande plage dynamique (HDR).

1.4 Formats des images pour la catégorie 1,5 Gbit/s à huit liaisons

À toutes fins utiles, on trouvera dans le Tableau 4-5 les formats des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à huit liaisons définis dans la Rec. UIT-R [BT.2100](#). Les informations détaillées relatives au mappage sont définies dans la Partie 1.

TABLEAU 4-5

Format des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à huit liaisons

Numéro du système	Recommandation de référence	Format d'image	Structure d'échantillonnage du format du signal/profondeur des pixels	Fréquences d'image
8.4	Rec. UIT-R BT.2100	3 840 × 2 160	4:4:4 (Y'C _B C _R)/10 bits, 4:4:4 (IC _{TCP}) ⁽¹⁾ /10 bits	23,98 et 29,97 images/s
8.5	Rec. UIT-R BT.2100	3 840 × 2 160	4:2:0 (Y'C _B C _R), 4:2:2 (Y'C _B C _R)/12 bits, 4:2:0 (IC _{TCP}) ⁽¹⁾ , 4:2:2 (IC _{TCP}) ⁽¹⁾ /12 bits	23,98 et 29,97 images/s
8.7	Rec. UIT-R BT.2100	3 840 × 2 160	4:4:4 (Y'C _B C _R)/12 bits, 4:4:4 (IC _{TCP}) ⁽¹⁾ /12 bits	23,98 et 29,97 images/s

⁽¹⁾ Conformément à la Recommandation UIT-R BT.2100, l'échantillonnage IC_{TCP} n'est appliqué qu'aux formats d'image à balayage progressif à grande plage dynamique (HDR).

Le format de sous-image du Tableau 4-6 est défini dans la norme SMPTE ST 435-1. Voir également l'Annexe A à la Partie 1 de la présente Recommandation.

TABLEAU 4-6

Format des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à huit liaisons

Numéro du système	Nomenclature	Structure d'échantillonnage/ profondeur des pixels	Fréquences d'image	Format de sous-image défini dans la norme SMPTE ST 435-1
U1.6	3 840 × 2 160/50/P 3 840 × 2 160/60/P	4:2:0 (Y'C _B C _R)/10 bits 4:2:2 (Y'C _B C _R)/10 bits	50 et 60 images balayage progressif	Système 2.1
	3 840 × 2 160/59,94/P	4:2:0 (IC _T C _P)/10 bits 4:2:2 (IC _T C _P)/10 bits	60/1,001 images balayage progressif	

1.5 Formats des images pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 16 liaisons

À toutes fins utiles, on trouvera dans les Tableaux 4-7 et 4-8 les formats des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 16 liaisons définis dans la Rec. UIT-R [BT.2100](#) pour les images à balayage progressif.

1.5.1 Lorsqu'on utilise 4/2 liaisons de l'interface 6G-SDI en mode 2/interface 12G-SDI en mode 3 au lieu des 16 liaisons du train de base, les trains de données 1 à 4/8 de la première interface 6G-SDI/12G-SDI correspondent aux canaux CH1 à CH4/CH8 des 16 liaisons du train de base, les trains de données 1 à 4/8 de la deuxième interface 6G-SDI/12G-SDI correspondent aux canaux CH5/CH9 à CH8/CH16 des 16 liaisons du train de base, etc.

TABLEAU 4-7

Format des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 16 liaisons

Numéro du système	Nomenclature	Structure d'échantillonnage/ profondeur des pixels	Fréquences d'image	Format de sous-image défini dans la norme SMPTE ST 435-1
U1.7	3 840 × 2 160/50/P 3 840 × 2 160/60/P	4:2:0 (Y'C _B C _R)/10 bits 4:2:2 (Y'C _B C _R)/10 bits	50 et 60 images balayage progressif	Système 4.1
	3 840 × 2 160/59,94/P	4:2:0 (IC _T C _P)/12 bits 4:2:2 (IC _T C _P)/12 bits	60/1,001 images balayage progressif	
U1.8	3 840 × 2 160/50/P 3 840 × 2 160/60/P	4:4:4 (R'G'B')/10 bits 4:4:4 (Y'C _B C _R)/10 bits	50 et 60 images balayage progressif	Système 4.2
	3 840 × 2 160/59,94/P	4:4:4 (IC _T C _P)/10 bits	60/1,001 images balayage progressif	
U1.9	3 840 × 2 160/50/P 3 840 × 2 160/60/P	4:4:4 (R'G'B')/12 bits 4:4:4 (Y'C _B C _R)/12 bits	50 et 60 images balayage progressif	Système 4.3
	3 840 × 2 160/59,94/P	4:4:4 (IC _T C _P)/12 bits	60/1,001 images balayage progressif	

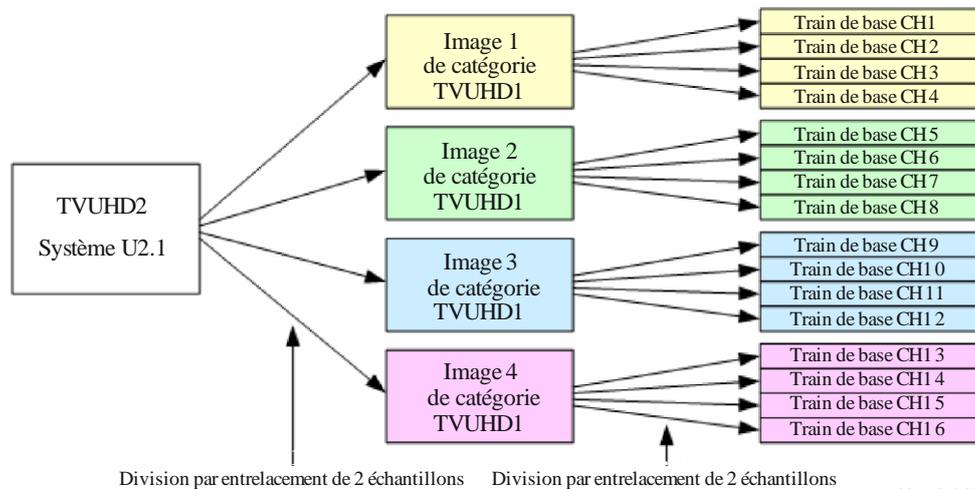
TABLEAU 4-8

Format des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 16 liaisons

Numéro du système	Nomenclature	Structure d'échantillonnage/ profondeur des pixels	Fréquences d'image	Format de sous-image dans SMPTE ST 435-1
U2.1	7 680 × 4 320/24/P 7 680 × 4 320/25/P 7 680 × 4 320/30/P	4:2:0 (Y'C _B C _R)/10 bits 4:2:2 (Y'C _B C _R)/10 bits 4:2:0 (I _T C _P)/10 bits 4:2:2 (I _T C _P)/10 bits	24, 25 et 30 images balayage progressif	Système 4.1
	7 680 × 4 320/23,98/P 7 680 × 4 320/29,97/P		24/1,001, 30/1,001 images balayage progressif	

FIGURE 4-2

Division en 16 pour le système U2.1



BT.2077-0 4-02

1.5.2 Le Tableau 4-9 donne la liste des formats d'image qui sont mappés dans 16 trains de base. Chacun des formats d'image 4K listés dans le Tableau 4-10 est divisé et mappé dans la zone active de huit sous-images 2K selon la division à entrelacement de 2 échantillons de 2 images et chaque sous-image est ensuite divisée en deux trains de base. Le processus est défini de manière détaillée ci-après.

TABLEAU 4-9

Format des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 16 liaisons

Numéro du système	Nomenclature	Structure d'échantillonnage/ profondeur des pixels	Fréquences d'image	Format de sous-image défini dans la norme SMPTE ST 435-1
U1.10	3 840 × 2 160/100/P 3 840 × 2 160/120/P	4:2:0 (Y'C _B C _R)/10 bits 4:2:2 (Y'C _B C _R)/10 bits	100 et 120 images balayage progressif	Système 2.1
	3 840 × 2 160/119.88/P	4:2:0 (I _T C _P)/10 bits 4:2:2 (I _T C _P)/10 bits	120/1,001 images balayage progressif	

Les formats d'une image 4K/100P-120P pour les systèmes listés dans le Tableau 4-9 sont divisés et mappés dans la zone active et de suppression verticale de huit sous-images 2K/50P-60P.

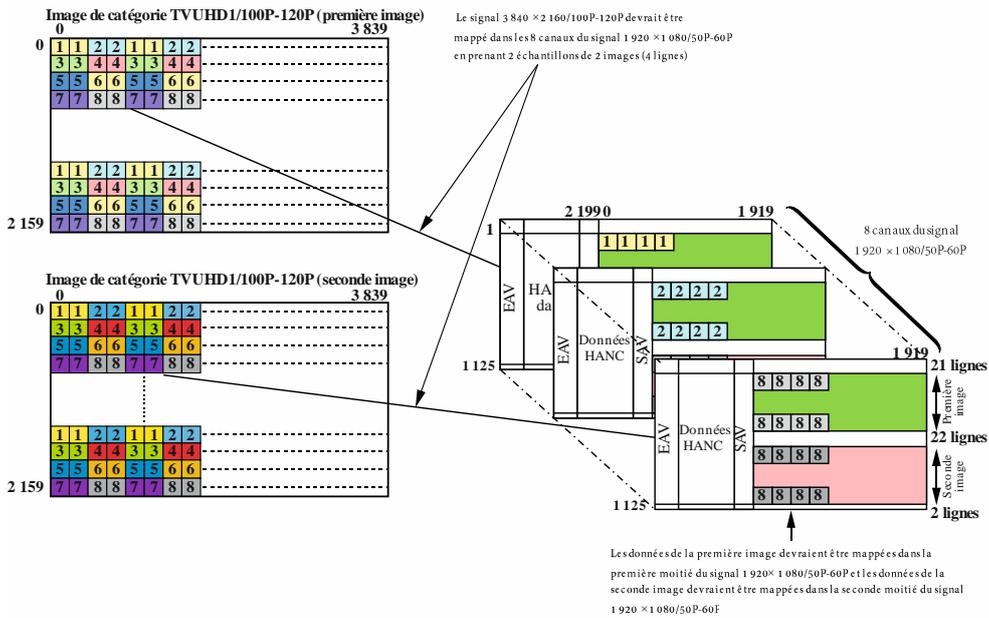
1.5.3 Les formats des images source listés dans le Tableau 4-9 sont mappés dans huit sous-images au moyen de la division à entrelacement de 2 échantillons de 2 images comme indiqué dans les Fig. 4-3 et 4-4. La Figure 4-3 illustre la division à entrelacement de 2 échantillons de 2 images pour 100 à 120 images/s. $4N$ ($N = 0,1,2,..$) lignes de deux images consécutives des formats d'image sont divisées et mappées dans les sous-images 1 et 2, en prenant deux échantillons horizontaux consécutifs à la fois. $4N + 1$ lignes de deux images consécutives sont divisées et mappées dans la zone active des sous-images 3 et 4, en prenant deux échantillons horizontaux consécutifs à la fois. $4N + 2$ lignes de deux images consécutives sont divisées et mappées dans la zone active des sous-images 5 et 6, en prenant deux échantillons horizontaux consécutifs à la fois. $4N + 3$ lignes de deux images consécutives sont divisées et mappées dans la zone active des sous-images 7 et 8, en prenant deux échantillons horizontaux consécutifs à la fois. Cette division aboutit aux sous-images équivalentes 1 à 8.

Les composantes 0 des données d'image du système 4:2:0 (échantillons pairs sur les lignes impaires des composantes C_BC_R non attribuées) se voient attribuer la valeur 200_h (512₍₁₀₎) dans le cas d'un système à 10 bits et la valeur 800_h (2048₍₁₀₎) dans le cas d'un système à 12 bits.

FIGURE 4-3

Aperçu de la division à entrelacement de 2 échantillons de 2 images

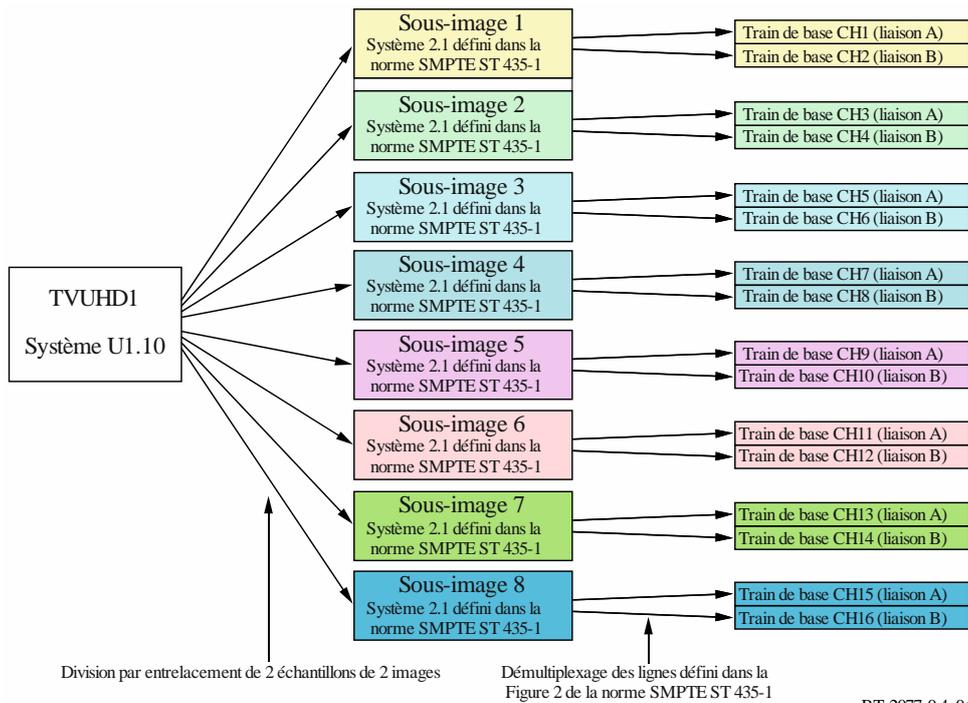
Division à entrelacement de 2 échantillons de 2 images



BT.2077-0 4-03

FIGURE 4-4

Division en 16 pour le système U1.10



BT.2077-04-04

1.5.4 Le Tableau 4-10 définit la relation entre les numéros d'échantillon/de ligne (numéros de pixel horizontalement/verticalement) de deux images consécutives de l'image 3 840 × 2 160 d'origine et les numéros d'échantillon/de ligne des sous-images 1 à 8 (1 920 × 1 080) mappées résultant de la division à entrelacement de 2 échantillons de 2 images. Chaque sous-image est divisée et mappée dans la zone active et la zone de suppression verticale comme défini dans la Recommandation UIT-R BT.1120.

TABLEAU 4-10

Relation entre les numéros d'échantillon/de ligne (numéros de pixel horizontalement/verticalement) de l'image d'origine et les numéros d'échantillon/de ligne des sous-images mappées résultant de la division à entrelacement de 2 échantillons de 2 images

Sous-image	Numéro d'échantillon de l'image 3 840 × 2 160 d'origine Numéro de ligne de l'image 3 840 × 2 160 d'origine	Numéro d'échantillon de la sous-image 1 920 × 1 080 mappée Numéro de ligne de la sous-image 1 920 × 1 080 mappée
1	Échantillons $4M, 4M + 1$ Ligne $4N$ de la première image	Échantillons $2M, 2M + 1$ Ligne $22 + N$
	Échantillons $4M, 4M + 1$ Ligne $4N$ de la seconde image	Échantillons $2M, 2M + 1$ Ligne $584 + N$
2	Échantillons $4M + 2, 4M + 3$ Ligne $4N$ de la première image	Échantillons $2M, 2M + 1$ Ligne $22 + N$
	Échantillons $4M + 2, 4M + 3$ Ligne $4N$ de la seconde image	Échantillons $2M, 2M + 1$ Ligne $584 + N$
3	Échantillons $4M, 4M + 1$ Ligne $4N + 1$ de la première image	Échantillons $2M, 2M + 1$ Ligne $22 + N$
	Échantillons $4M, 4M + 1$ Ligne $4N + 1$ de la seconde image	Échantillons $2M, 2M + 1$ Ligne $584 + N$
4	Échantillons $4M + 2, 4M + 3$ Ligne $4N + 1$ de la première image	Échantillons $2M, 2M + 1$ Ligne $22 + N$
	Échantillons $4M + 2, 4M + 3$ Ligne $4N + 1$ de la seconde image	Échantillons $2M, 2M + 1$ Ligne $584 + N$
5	Échantillons $4M, 4M + 1$ Ligne $4N + 2$ de la première image	Échantillons $2M, 2M + 1$ Ligne $22 + N$
	Échantillons $4M, 4M + 1$ Ligne $4N + 2$ de la seconde image	Échantillons $2M, 2M + 1$ Ligne $584 + N$
6	Échantillons $4M + 2, 4M + 3$ Ligne $4N + 2$ de la première image	Échantillons $2M, 2M + 1$ Ligne $22 + N$
	Échantillons $4M + 2, 4M + 3$ Ligne $4N + 2$ de la seconde image	Échantillons $2M, 2M + 1$ Ligne $584 + N$
7	Échantillons $4M, 4M + 1$ Ligne $4N + 3$ de la première image	Échantillons $2M, 2M + 1$ Ligne $22 + N$
	Échantillons $4M, 4M + 1$ Ligne $4N + 3$ de la seconde image	Échantillons $2M, 2M + 1$ Ligne $584 + N$
8	Échantillons $4M + 2, 4M + 3$ Ligne $4N + 3$ de la première image	Échantillons $2M, 2M + 1$ Ligne $22 + N$
	Échantillons $4M + 2, 4M + 3$ Ligne $4N + 3$ de la seconde image	Échantillons $2M, 2M + 1$ Ligne $584 + N$

NOTE – $M = 0, 1, 2, 3 \dots 959$ ou $1\ 023$, $N = 0, 1, 2, 3 \dots 1\ 079$.

1.6 Formats des images pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 32 liaisons

À toutes fins utiles, le Tableau 4-11 redonne les formats des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 32 liaisons. Le mappage du train de base est illustré dans la Fig. 4-2.

1.6.1 Lorsqu'on utilise 8/4 liaisons de l'interface 6G-SDI en mode 2/interface 12G-SDI en mode 3 au lieu des 32 liaisons du train de base, les trains de données 1 à 4/8 de la première interface 6G-SDI/12G-SDI correspondent aux canaux CH1 à CH4/CH8 des 32 liaisons du train de base, les trains de données 1 à 4/8 de la deuxième interface 6G-SDI/12G-SDI correspondent aux canaux CH5/CH9 à CH8/CH16 des 32 liaisons du train de base, etc.

TABLEAU 4-11

Formats des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 32 liaisons

Numéro du système	Nomenclature	Structure d'échantillonnage/ profondeur des pixels	Fréquences d'image	Format de sous-image défini dans la norme SMPTE ST 435-1
U2.2	7 680 × 4 320/24/P 7 680 × 4 320/25/P 7 680 × 4 320/30/P	4:4:4 (R'G'B')/10 bits	24, 25 et 30 images balayage progressif	Système 2.2
	7 680 × 4 320/23,98/P 7 680 × 4 320/29,97/P		24/1,001, 30/1,001 images balayage progressif	
U2.3	7 680 × 4 320/24/P 7 680 × 4 320/25/P 7 680 × 4 320/30/P	4:4:4 (R'G'B')/12 bits	24, 25 et 30 images balayage progressif	Système 2.3
	7 680 × 4 320/23,98/P 7 680 × 4 320/29,97/P		24/1,001, 30/1,001 images balayage progressif	
U2.4	7 680 × 4 320/24/P 7 680 × 4 320/25/P 7 680 × 4 320/30/P	4:4:4 (Y'C _B C _R)/10 bits 4:4:4 (I _T C _P)/10 bits	24, 25 et 30 images balayage progressif	Système 2.4
	7 680 × 4 320/23,98/P 7 680 × 4 320/29,97/P		24/1,001, 30/1,001 images balayage progressif	
U2.5	7 680 × 4 320/24/P 7 680 × 4 320/25/P 7 680 × 4 320/30/P	4:2:0 (Y'C _B C _R)/12 bits 4:2:2 (Y'C _B C _R)/12 bits 4:4:4 (Y'C _B C _R)/12 bits 4:4:0 (I _T C _P)/10 bits 4:2:2 (I _T C _P)/10 bits 4:4:4 (I _T C _P)/12 bits	24, 25 et 30 images balayage progressif	Système 2.5
	7 680 × 4 320/23,98/P 7 680 × 4 320/29,97/P		24/1,001, 30/1,001 images balayage progressif	

TABLEAU 4-11 (fin)

Numéro du système	Nomenclature	Structure d'échantillonnage/ profondeur des pixels	Fréquences d'image	Format de sous-image défini dans la norme SMPTE ST 435-1
U2.6	7 680 × 4 320/50/P 7 680 × 4 320/60/P	4:2:0 (Y'C _B C _R)/10 bits 4:2:2 (Y'C _B C _R)/10 bits	50 et 60 images balayage progressif	Système 2.1
	7 680 × 4 320/59.94/P	4:4:0 (I _{C_TC_P})/10 bits 4:2:2 (I _{C_TC_P})/10 bits	60/1,001 images balayage progressif	

FIGURE 4-5

Division en 16 pour les systèmes U2.2, U2.3, U2.4, U2.4, U2.5 et U2.6

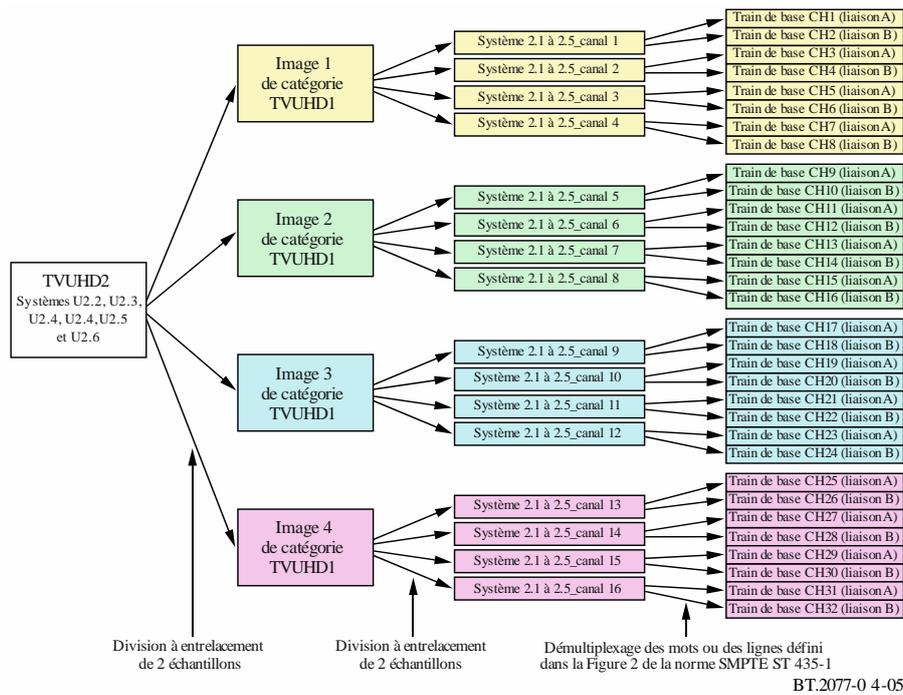
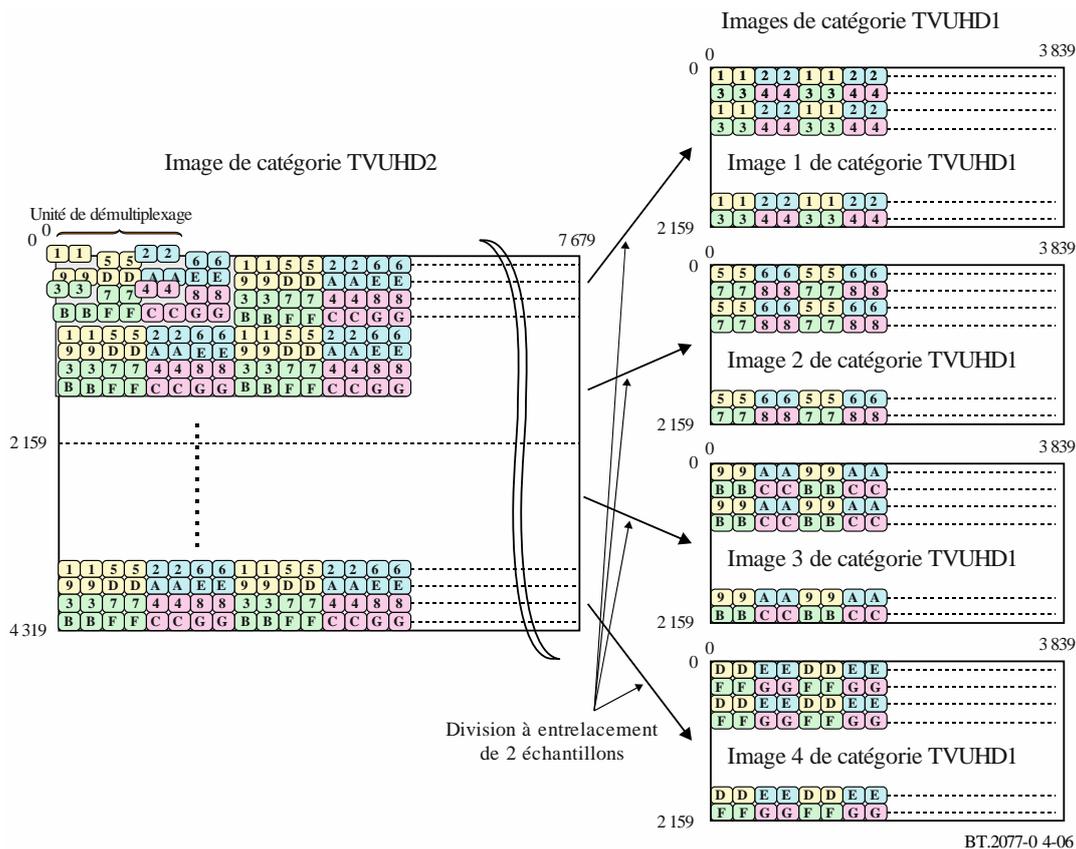


FIGURE 4-6

Division à entrelacement de 2 échantillons d'une image de catégorie TVUHD2 en images de catégorie TVUHD1



BT.2077-0 4-06

Le Tableau 4-12 donne la liste des formats d'image qui sont mappés dans 32 trains de base. Chacun des formats d'image 4K listés dans le Tableau 4-12 est divisé et mappé dans la zone active et la zone de suppression verticale de huit sous-images 2K selon la division à entrelacement de 2 échantillons de 2 images et chaque sous-image est ensuite divisée en quatre trains de base comme illustré dans la Fig. 4-7.

TABLEAU 4-12

Formats des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 32 liaisons

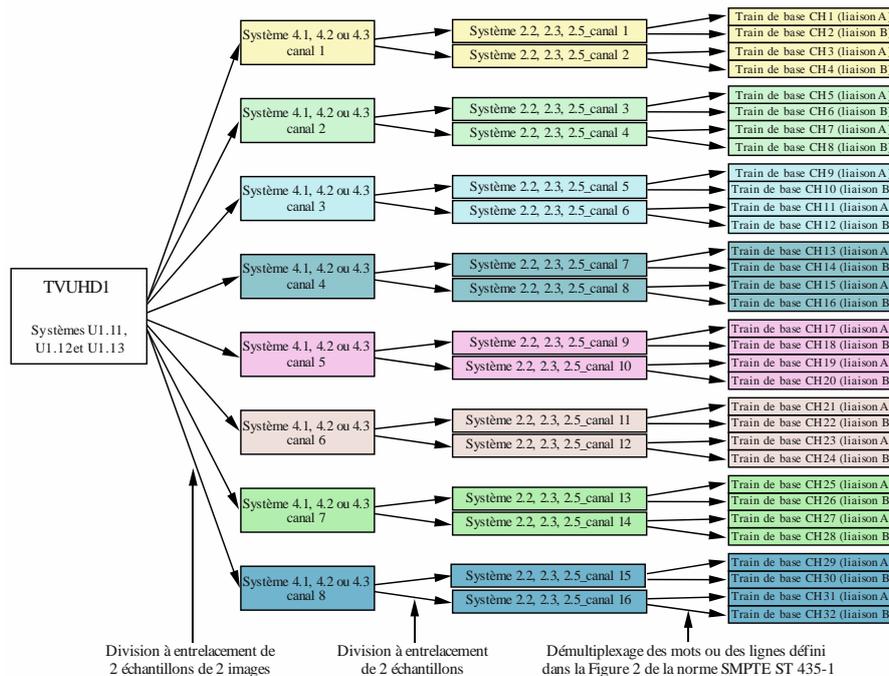
Numéro du système	Nomenclature	Structure d'échantillonnage/ profondeur des pixels	Fréquences d'image	Format de sous-image défini dans la norme SMPTE ST 435-1
U1.11	3 840 × 2 160/100/P 3 840 × 2 160/120/P	4:2:0 (Y'C _B C _R)/12 bits 4:2:2 (Y'C _B C _R)/12 bits	100 et 120 images balayage progressif	Système 4.1
	3 840 × 2 160/119,88/P	4:2:0 (I _{C_TC_P})/12 bits 4:2:2 (I _{C_TC_P})/12 bits	120/1,001 images balayage progressif	
U1.12	3 840 × 2 160/100/P 3 840 × 2 160/120/P	4:4:4 (R'G'B')/10 bits 4:4:4 (Y'C _B C _R)/10 bits	100 et 120 images balayage progressif	Système 4.2
	3 840 × 2 160/119,88/P	4:4:4 (I _{C_TC_P})/10 bits	120/1,001 images balayage progressif	

TABLEAU 4-12 (fin)

Numéro du système	Nomenclature	Structure d'échantillonnage/ profondeur des pixels	Fréquences d'image	Format de sous-image défini dans la norme SMPTE ST 435-1
U1.13	3 840 × 2 160/100/P 3 840 × 2 160/120/P	4:4:4 (R'G'B')/12 bits 4:4:4 (Y'C _B C _R ')/12 bits 4:4:4 (I _{C_TC_P})/12 bits	100 et 120 images balayage progressif	Système 4.3
	3 840 × 2 160/119,88/P		120/1,001 images balayage progressif	

FIGURE 4-7

Division en 32 pour les systèmes U1.11, U1.12 et U1.13



BT.2077-0 4-07

1.7 Formats des images pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 64 liaisons

À toutes fins utiles, le Tableau 4-13 redonne les formats des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 64 liaisons.

Lorsqu'on utilise 16/8 liaisons de l'interface 6G-SDI en mode 2/interface 12G-SDI en mode 3 au lieu des 64 liaisons du train de base, les trains de données 1 à 4/8 de la première interface 6G-SDI/12G-SDI correspondent aux canaux CH1 à CH4/CH8 des 64 liaisons du train de base et les trains de données 1 à 4/8 de la deuxième interface 6G-SDI/12G-SDI correspondent aux canaux CH5/CH9 à CH8/CH16 des 64 liaisons du train de base, comme illustré dans la Fig. 4-8.

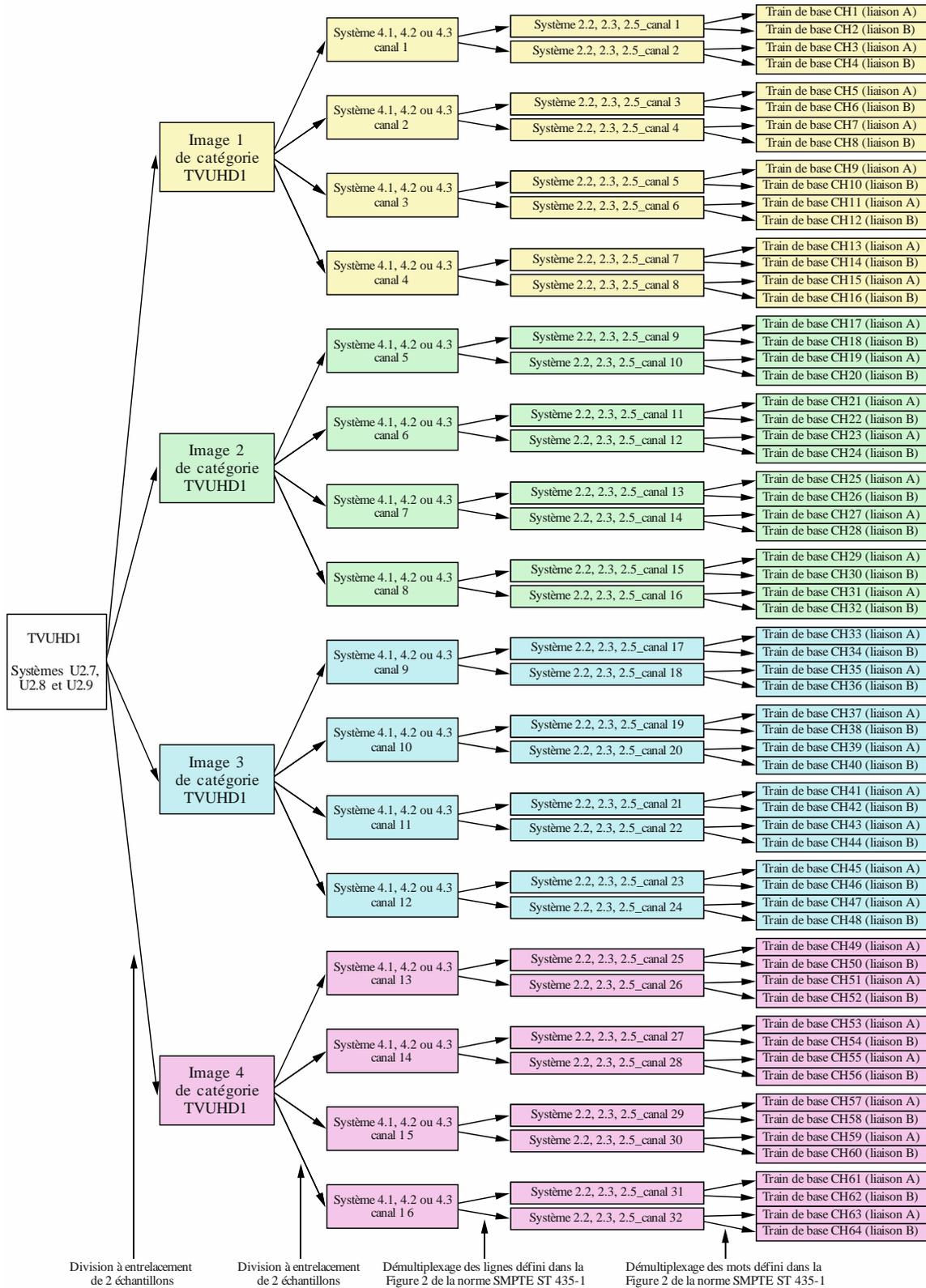
TABLEAU 4-13

Formats des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 64 liaisons

Numéro du système	Nomenclature	Structure d'échantillonnage/ profondeur des pixels	Fréquences d'image	Format de sous-image défini dans la norme SMPTE ST 435-1
U2.7	7 680 × 4 320/50/P 7 680 × 4 320/60/P	4:2:0 (Y'C _B C _R)/12 bits 4:2:2 (Y'C _B C _R)/12 bits	50 et 60 images balayage progressif	Système 4.1
	7 680 × 4 320/59,94/P	4:4:0 (I _{C_TC_P})/12 bits 4:2:2 (I _{C_TC_P})/12 bits	60/1,001 images balayage progressif	
U2.8	7 680 × 4 320/50/P 7 680 × 4 320/60/P	4:4:4 (R'G'B')/10 bits 4:4:4 (Y'C _B C _R)/10 bits	50 et 60 images balayage progressif	Système 4.2
	7 680 × 4 320/59,94/P	4:4:4 (I _{C_TC_P})/10 bits	60/1,001 images balayage progressif	
U2.9	7 680 × 4 320/50/P 7 680 × 4 320/60/P	4:4:4 (R'G'B')/12 bits	50 et 60 images balayage progressif	Système 4.3
	7 680 × 4 320/59,94/P		60/1,001 images balayage progressif	

FIGURE 4-8

Division en 64 pour les systèmes U2.7, U2.8 et U2.9



BT.2077-0 4-08

Le Tableau 4-14 donne la liste des formats d'image qui sont mappés dans 64 trains de base. Chacun des formats d'image 8K/100P-120P est divisé et mappé dans quatre sous-images 4K/100P-120P, puis chaque sous-image 4K/100P-120P est divisée et mappée dans la zone active et la zone de suppression

verticale de 8 canaux de signal 2K/50P-60P selon la division à entrelacement de 2 échantillons de 2 images et chaque sous-image est ensuite divisée en deux trains de base.

Les composantes 0 des données d'image du système 4:2:0 (échantillons pairs sur les lignes impaires des composantes C_BC_R non attribuées) se voient attribuer la valeur 200_h (512₍₁₀₎) dans le cas d'un système à 10 bits et la valeur 800_h (2048₍₁₀₎) dans le cas d'un système à 12 bits.

TABLEAU 4-14

Formats des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 64 liaisons

Numéro du système	Nomenclature	Structure d'échantillonnage/ profondeur des pixels	Fréquences d'image	Format de sous-image défini dans la norme SMPTE ST 435-1
U2.10	7 680 × 4 320/100/P 7 680 × 4 320/120/P	4:2:0 (Y'C _B C _R)/10 bits 4:2:2 (Y'C _B C _R)/10 bits	100 et 120 images balayage progressif	Système 2.1
	7 680 × 4 320/119,88/P	4:2:0 (I _T C _P)/10 bits 4:2:2 (I _T C _P)/10 bits	120/1,001 images balayage progressif	

1.8 Formats des images pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 128 liaisons

Le Tableau 4-15 donne la liste des formats d'image qui sont mappés dans 128 trains de base. Chacun des formats d'image 8K est divisé et mappé dans 4 sous-images 4K/100P-120P, puis chaque sous-image 4K/100P-120P est divisée et mappés dans la zone active et la zone de suppression verticale de 8 canaux de signal 2K/50P-60P selon la division à entrelacement de 2 échantillons de 2 images et chaque sous-image est ensuite divisée en quatre trains de base.

Les composantes 0 des données d'image du système 4:2:0 (échantillons pairs sur les lignes impaires des composantes C_BC_R non attribuées) se voient attribuer la valeur 200_h (512₍₁₀₎) dans le cas d'un système à 10 bits et la valeur 800_h (2048₍₁₀₎) dans le cas d'un système à 12 bits.

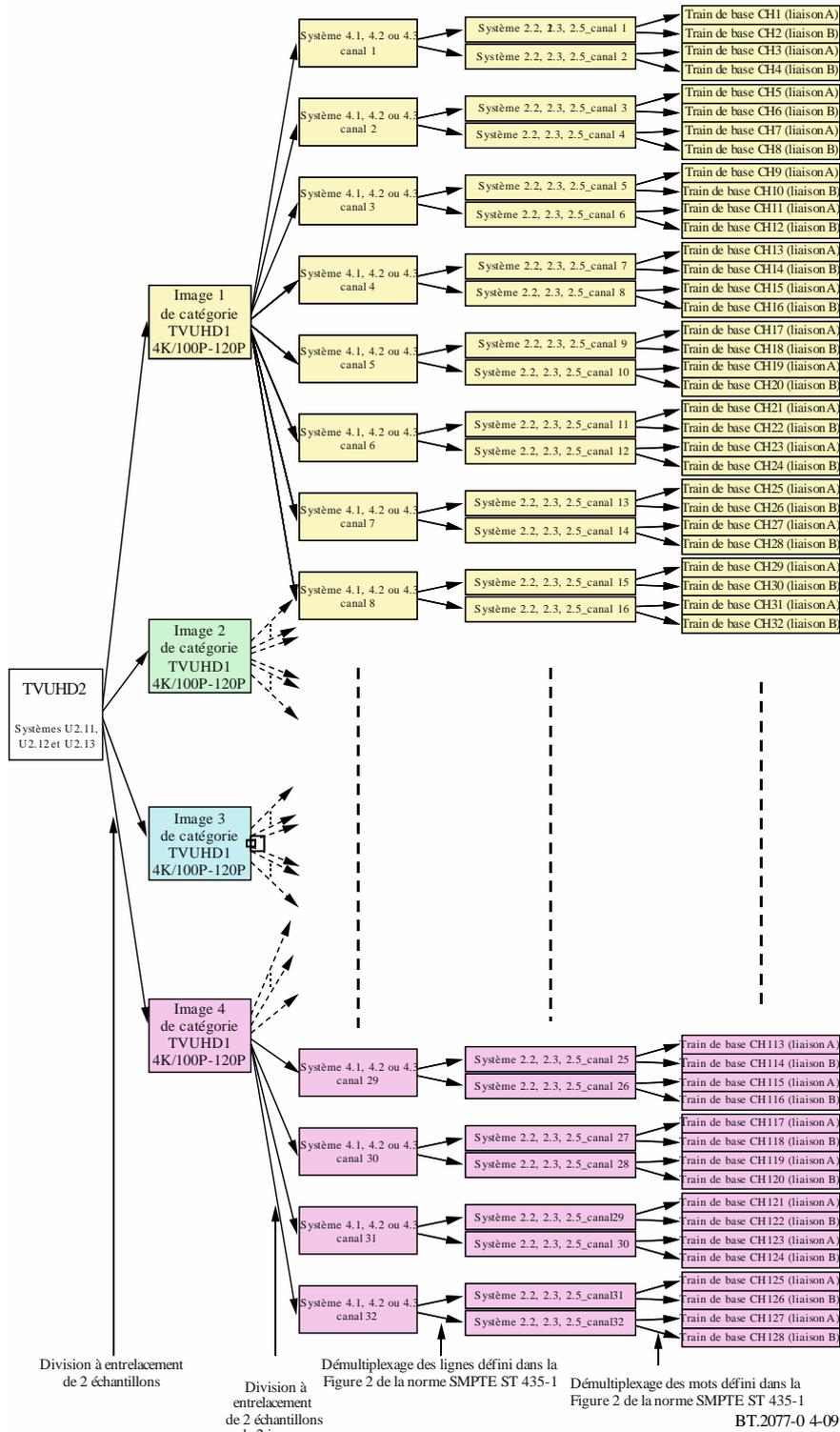
Lorsqu'on utilise 32/16 liaisons de l'interface 6G-SDI en mode 2/interface 12G-SDI en mode 3 au lieu des 128 liaisons du train de base, les trains de données 1 à 4/8 de la première interface 6G-SDI/12G-SDI correspondent aux canaux CH1 à CH4/CH8 des 128 liaisons du train de base, les trains de données 1 à 4/8 de la deuxième interface 6G-SDI/12G-SDI correspondent aux canaux CH5/CH9 à CH8/CH16 des 128 liaisons du train de base, etc.

TABLEAU 4-15

Formats des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 128 liaisons

Numéro du système	Nomenclature	Structure d'échantillonnage/ profondeur des pixels	Fréquences d'image	Format de sous-image défini dans la norme SMPTE ST 435-1
U2.11	7 680 × 4 320/100/P 7 680 × 4 320/120/P	4:2:0 (Y'C _B C _R)/12 bits 4:2:2 (Y'C _B C _R)/12 bits	100 et 120 images balayage progressif	Système 4.1
	7 680 × 4 320/119,88/P	4:2:0 (I _T C _P)/12 bits 4:2:2 (I _T C _P)/12 bits	120/1,001 images balayage progressif	
U2.12	7 680 × 4 320/100/P 7 680 × 4 320/120/P	4:4:4 (R'G'B')/10 bits 4:4:4 (Y'C _B C _R)/10 bits	100 et 120 images balayage progressif	Système 4.2
	7 680 × 4 320/119,88/P	4:4:4 (I _T C _P)/10 bits	120/1,001 images balayage progressif	
U2.13	7 680 × 4 320/100/P 7 680 × 4 320/120/P	4:4:4 (R'G'B')/12 bits 4:4:4 (Y'C _B C _R)/12 bits	100 et 120 images balayage progressif	Système 4.3
	7 680 × 4 320/119,88/P	4:4:4 (I _T C _P)/12 bits	120/1,001 images balayage progressif	

FIGURE 4-9
Division en 128 pour les systèmes U2.11, U2.12 et U2.13



2 Identifiant des données utiles

2.1 Identifiant des données utiles pour la catégorie 1,5 Gbit/s

Un identifiant des données utiles est mappé dans chaque train de base conformément à la Recommandation UIT-R BT.1120.

2.2 Identifiant des données utiles pour la catégorie 1,5 Gbit/s à deux liaisons

L'identifiant des données utiles pour la catégorie 1,5 Gbit/s à deux liaisons est conforme à la Recommandation UIT-R BT.1120.

2.3 Identifiant des données utiles pour la catégorie 1,5 Gbit/s à quatre liaisons

TABLEAU 4-16

Définition de l'identifiant des données utiles pour la catégorie 1,5 Gbit/s à quatre liaisons

Bits	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 7	1	Réservé (0 _h) Transport en mode progressif (1 _h)	Format d'image 16:9 (1 _h) ou Inconnu (0 _h)	Attribution des canaux Canal 1 (0 _h), Canal 2 (1 _h), Canal 3 (2 _h), Canal 4 (3 _h)
Bit 6	1	Image à balayage progressif (1 _h) Réservé (0 _h)	Échantillonnage horizontal des sous-images 1 920 (0 _h) Réservé (1 _h)	
Bit 5	1	Caractéristiques de transfert TV-SDR (0 _h) HLG (1 _h) PQ (2 _h) Non spécifié (3 _h)	Colorimétrie Rec. 709 (0 _h) Réservé (1 _h) TVUHD (2 _h) Inconnu (3 _h)	Réservé
Bit 4	1			Signal de luminance et de chrominance Y'C'B'C'R (0 _h) I _C T _C P (1 _h)
Bit 3	0	Fréquence d'image (voir le Tableau 4-17)	Structure d'échantillonnage (voir le Tableau 4-18)	Matrice de pixels complète 1 920 × 1 080 (0 _h), 3 840 × 2 160 (1 _h)
Bit 2	0			Réservé
Bit 1	1			Profondeur binaire 10 bits plage complète (0 _h), 10 bits plage étroite (1 _h), 12 bits plage étroite (2 _h), 12 bits plage complète (3 _h)
Bit 0	1			

2.3.1 Octet 1 – Identification de l'interface numérique et des données utiles

Octet 1 [F3_h] pour les formats d'image listés dans les Tableaux 4-3 et 4-4.

2.3.2 Octet 2: Fréquence d'image et méthode de balayage

- Le deuxième octet sert à identifier la fréquence d'image ainsi que les méthodes de balayage d'image et de transport.
- Le bit b7 est utilisé pour déterminer si l'interface numérique utilise un transport en mode progressif.
- Le bit b6 est utilisé pour déterminer si l'image présente une structure en mode progressif, avec b6 = (1_h) pour une structure en mode progressif.
- Le bit b4 est utilisé pour indiquer la caractéristique de transfert:
b4 = 0_h pour TV-SDR conformément à la Recommandation UIT-R BT.709.
b4 = 1_h pour TV-HDR HLG conformément à la Recommandation UIT-R [BT.2100](#).

Toutes les autres valeurs sont réservées.

- Les bits b3 à b0 de l'octet 3 sont utilisés pour identifier la fréquence d'image en Hz conformément au Tableau 4-17.

TABLEAU 4-17

Fréquence d'image étendue pour inclure des fréquences d'image supplémentaires

Valeur	Fréquence d'image (Hz)						
0 _h	Non définie	1 _h	96/1,001	2 _h	24/1,001	3 _h	24
4 _h	48/1,001	5 _h	25	6 _h	30/1,001	7 _h	30
8 _h	48	9 _h	50	A _h	60/1,001	B _h	60
C _h	96	D _h	100	E _h	120/1,001	F _h	120

2.3.3 Octet 3 – Format d'image, colorimétrie et structure d'échantillonnage

Le troisième octet est utilisé pour identifier le format d'image, la colorimétrie et la structure d'échantillonnage des données utiles.

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

(0_h) format d'image inconnu

(1_h) image 16 × 9

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

(0_h) 1 920 pixels

(1_h) réservé

Les bits b5 et b4 identifient la colorimétrie pour les formats d'image identifiés:

b5,b4 = 0_h pour la colorimétrie Rec. 709 conformément à la Recommandation UIT-R BT.709

b5,b4 = 2_h pour la colorimétrie TVUHD conformément aux couleurs primaires de référence et au blanc de référence comme défini dans la Recommandation UIT-R [BT.2100](#)

b5,b4 = 3_h pour une colorimétrie inconnue

Les autres valeurs sont réservées.

Les bits b3 à b0 de l'octet 3 sont utilisés pour identifier la structure d'échantillonnage dans le sens horizontal conformément au Tableau 4-18. La présente Recommandation est limitée aux valeurs 0_h et 3_h.

TABLEAU 4-18
Structure d'échantillonnage

Valeur	Échantillonnage	Valeur	Échantillonnage	Valeur	Échantillonnage	Valeur	Échantillonnage
0 _h	4:2:2 (Y'/C' _B /C' _R) ou (I/C _T /C _P)	1 _h	4:4:4 (Y'/C' _B /C' _R) ou (I/C _T /C _P)	2 _h	4:4:4 (G'/B'/R')	3 _h	4:2:0 (Y'/C' _B /C' _R) ou (I/C _T /C _P)
4 _h	4:2:2:4 (Y'/C' _B /C' _R /A) ou (I/C _T /C _P /A)	5 _h	4:4:4:4 (Y'/C' _B /C' _R /A) ou (I/C _T /C _P /A)	6 _h	4:4:4:4 (G'/B'/R'/A)	7 _h	Réservé
8 _h	4:2:2:4 (Y'/C' _B /C' _R /D) ou (I/C _T /C _P /D)	9 _h	4:4:4:4 (Y'/C' _B /C' _R /D) ou (I/C _T /C _P /D)	A _h	4:4:4:4 (G'/B'/R'/D)	B _h	Réservé
C _h	Réservé	D _h	Réservé	E _h	4:4:4 (X'Y'Z)	F _h	Réservé

2.3.4 Octet 4 – Luminance et profondeur binaire

Le quatrième octet est utilisé pour identifier des aspects étendus de la charge utile.

Les bits b7 et b6 sont mis aux valeurs suivantes sur la base du numéro du train de base:

- (0_h) identifie le canal 1;
- (1_h) identifie le canal 2;
- (2_h) identifie le canal 3;
- (3_h) identifie le canal 4;

Le bit b5 est réservé et mis à (0_h).

Le bit b4 est utilisé pour indiquer l'interprétation du signal de luminance et de chrominance comme suit:

b4 = 0_h indique que la structure d'échantillonnage Y'C'_BC'_R définie dans les bits b3:b0 de l'octet 3 est interprétée comme Y'C'_BC'_R.

b4 = 1_h indique que la structure d'échantillonnage Y'C'_BC'_R définie dans les bits b3:b0 de l'octet 3 est interprétée comme I/C_T/C_P conformément à la Recommandation UIT-R [BT.2100](#).

NOTE – L'échantillonnage Y'C'_BC'_R pour une luminance non constante mentionné dans la Recommandation UIT-R [BT.2100](#) est équivalent à l'échantillonnage Y'C'_BC'_R dans la présente Recommandation et n'est pas signalé.

Le bit b3 est utilisé pour identifier la matrice de pixels complète source.

Le bit b2 est réservé et mis à (0_h).

Les bits b1 et b0 sont utilisés pour identifier la profondeur binaire de la quantification des échantillons comme suit:

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

(3_h) pour la quantification au moyen de 12 bits par échantillon avec codage de plage complète conformément à la Recommandation UIT-R BT.2100;

les valeurs de code interdites nécessaires à la synchronisation (000_h ~ 003_h et 3FC_h ~ 3FF_h) sont protégées.

2.3.5 Conversion du format 12 bits plage complète au format 10 bits

Les dispositions suivantes s'appliquent lors du mappage d'une image plage complète vers un format ou une interface qui:

- i) utilise des triplets de la même longueur binaire;
- ii) utilise les mêmes triplets de référence pour le noir et le blanc;
- iii) définit des valeurs de code protégées qui ne peuvent pas être utilisées de sorte que seules les valeurs de code comprises dans la plage [CV_{LOW} , CV_{HIGH}] sont autorisées.

La fonction $M_{full \rightarrow permitted}$ («mappage de la plage complète dans la plage autorisée») mappe une valeur de code CV_{FULL} d'une image plage complète en une valeur de code CV_P à l'interface ou dans le format conformément à:

$$M_{full \rightarrow permitted}: CV_{FULL} \rightarrow CV_P = \text{clamp}(CV_{LOW}, CV_{HIGH}, CV_{FULL}) \quad (1)$$

où:

$$\text{clamp}(a, b, x) = \begin{cases} x, & \text{si } x \in [a, b] \\ a & \text{si } x < a \\ b & \text{si } x > b \end{cases}$$

La fonction $M_{permitted \rightarrow full}$ («mappage de la plage autorisée dans la plage complète») mappe une valeur de code CV_P à l'interface ou dans le format en une valeur de code CV_{FULL} pour l'image plage complète conformément à:

$$M_{permitted \rightarrow full}: CV_P \rightarrow CV_{FULL} = CV_P \quad (2)$$

NOTE 1 – Toute information dans une image plage complète codée au moyen de valeurs de code en dehors de la plage [CV_{LOW} , CV_{HIGH}] est perdue dans ce mappage. De même, les images plage complète provenant d'une interface ou d'un format avec des valeurs de code protégées ne contiendront pas de valeurs de code en dehors de la plage [CV_{LOW} , CV_{HIGH}].

2.3.6 Mappage vers des interfaces et des formats avec une image plage étroite

Les dispositions suivantes s'appliquent lors du mappage d'une image plage complète vers un format ou une interface qui utilise des images plage étroite de la même longueur binaire n .

La fonction $M_{full \rightarrow narrow}$ («mappage de la plage complète dans la plage étroite») mappe une valeur de code CV_{FULL} d'une image plage complète en une valeur de code plage étroite CV_N à l'interface ou dans le format conformément à:

$$M_{full \rightarrow narrow}: CV_{FULL} \rightarrow CV_N = \text{floor}(0,5 + CV_{FULL} / (2^n - 1) - (R_{WHITE} - R_{BLACK}) + R_{BLACK}) \quad (3)$$

où $\text{floor}(x)$ renvoie le plus grand nombre entier inférieur ou égal à x .

La fonction $M_{narrow \rightarrow full}$ («mappage de la plage étroite dans la plage complète») mappe une valeur de code CV_N provenant de l'interface ou du format en une valeur de code plage complète CV_{FULL} conformément à:

$$M_{narrow \rightarrow full}: CV_N \rightarrow CV_{FULL} = \text{floor}(0,5 + \text{clamp}(0,0, 1,0, (CV_N - R_{BLACK}) / (R_{WHITE} - R_{BLACK})) - (2^n - 1)) \quad (4)$$

où $\text{floor}(x)$ et $\text{clamp}(a, b, x)$ utilisent les mêmes définitions que dans la section précédente.

NOTE 1 – floor $(0,5 + x)$ revient à arrondir le nombre x positif au nombre entier le plus proche.

NOTE 2 – Aucune pente, aucune courbe et aucun coude ne sont spécifiés en haut et en bas de l'intervalle de mappage.

NOTE 3 – La paire d'équations ci-dessus est construite de telle sorte que $(M_{\text{narrow} \rightarrow \text{full}}(M_{\text{full} \rightarrow \text{narrow}}(x))) = M_{\text{full} \rightarrow \text{narrow}}(x)$. Autrement dit, une fois qu'une valeur plage complète a été mappée en une valeur plage étroite (et que des informations de quantification sont nécessairement perdues), aucune autre information n'est perdue si le mappage est répété.

NOTE 4 – CV_N dans l'équation (4) peut être inférieur à R_{BLACK} ou supérieur à R_{WHITE} , mais toute information située en dehors de la plage $[R_{\text{BLACK}}, R_{\text{WHITE}}]$ est perdue lors du mappage de la plage étroite dans la plage complète au moyen de $M_{\text{narrow} \rightarrow \text{full}}$. Autrement dit, $M_{\text{narrow} \rightarrow \text{full}}$ élague les valeurs de code situées en dehors de la plage $[R_{\text{BLACK}}, R_{\text{WHITE}}]$. Si un tel élagage n'est pas souhaité, les valeurs de code situées en dehors de la plage $[R_{\text{BLACK}}, R_{\text{WHITE}}]$ peuvent être mappées dans la plage $[R_{\text{BLACK}}, R_{\text{WHITE}}]$ avant d'appliquer C_{NF} , au moyen d'un mappage qui sort du cadre de la présente spécification.

NOTE 5 – Les mappages $M_{\text{full} \rightarrow \text{narrow}}$ et $M_{\text{full} \rightarrow \text{permitted}}$ ne sont pas commutatifs. Si une interface ou un format utilise à la fois des valeurs protégées et une image plage étroite, alors le mappage $M_{\text{full} \rightarrow \text{narrow}}$ est appliqué en premier car le mappage $M_{\text{full} \rightarrow \text{permitted}}$ ne s'applique qu'aux interfaces et aux formats pour lesquels les valeurs de code de référence du blanc et du noir sont égales à celles de la plage complète. En revanche, les fonctions inverses sont appliquées dans l'ordre opposé. En d'autres termes, le mappage $M_{\text{permitted} \rightarrow \text{full}}$ est appliqué en premier, suivi de $M_{\text{narrow} \rightarrow \text{full}}$.

2.4 Identifiant des données utiles pour la catégorie 1,5 Gbit/s à huit liaisons

Le Tableau 4-19 définit l'identifiant des données utiles pour la catégorie 1,5 Gbit/s à huit liaisons.

TABLEAU 4-19

Définition de l'identifiant des données utiles pour la catégorie 1,5 Gbit/s à huit liaisons

Bits	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 7	1	Transport en mode entrelacé (0 _h) ou progressif (1 _h)	Format d'image 16:9 (1 _h) ou Inconnu (0 _h)	Attribution des canaux Canal 1 (0 _h), Canal 2 (1 _h), Canal 3 (2 _h), Canal 4 (3 _h), Canal 5 (4 _h), Canal 6 (5 _h), Canal 7 (6 _h), Canal 8 (7 _h)
Bit 6	1	Image à balayage progressif (1 _h), Réservé (0 _h)	Échantillonnage horizontal de sous-image 1 920 (0 _h) ou Réservé (1 _h)	
Bit 5	1	Caractéristiques de transfert TV-SDR (0 _h) HLG (1 _h) PQ (2 _h) Non spécifié (3 _h)	Colorimétrie Rec. 709 ⁽¹⁾ (0 _h) Réservé (1 _h) TVUHD ⁽²⁾ (2 _h) Inconnu (3 _h)	Signal de luminance et de chrominance Y'C _B C _R ' (0 _h) IC _T C _P (1 _h)
Bit 4	1			

TABLEAU 4-19 (*fin*)

Bits	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 3	0	Fréquence d'image (voir le Tableau 4-17)	Structure d'échantillonnage (voir le Tableau 4-18)	Matrice de pixels complète, Réservé (0 _h), 3 840 × 2 160 (1 _h)
Bit 2	1			Réservé
Bit 1	0			Profondeur binaire 10 bits plage complète (0 _h), 10 bits plage étroite (1 _h), 12 bits plage étroite (2 _h), 12 bits plage complète (3 _h)
Bit 0	0			

(1) Rec. 709 indique la colorimétrie conformément à la Recommandation UIT-R BT.709.

(2) TVUHD indique la colorimétrie conformément à la Recommandation UIT-R [BT.2020](#).

L'octet 1 est mis à [F4_h] pour les formats d'image listés dans les Tableaux 4-5 et 4-6.

Les bits b7, b6 et b5 de l'octet 4 sont mis aux valeurs suivantes sur la base du numéro du train de base:

- (0_h) identifie le canal 1;
- (1_h) identifie le canal 2;
- (2_h) identifie le canal 3;
- (3_h) identifie le canal 4;
- (4_h) identifie le canal 5;
- (5_h) identifie le canal 6;
- (6_h) identifie le canal 7;
- (7_h) identifie le canal 8;

Les autres définitions sont celles du § 2.3.

2.5 Identifiant des données utiles pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 16 liaisons

Le Tableau 4-20 définit l'identifiant des données utiles pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 16 liaisons pour un signal à 26,73 Gbit/s sur une seule liaison. On suppose que les trains de base sont transportés sur des interfaces HD-SDI à plusieurs liaisons (Recommandation UIT-R [BT.1120](#)).

TABLEAU 4-20

**Définition de l'identifiant des données utiles pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 16 liaisons
pour un signal à 26,73 Gbit/s sur une seule liaison**

Bits	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 7	1	Transport en mode entrelacé (0 _h) ou progressif (1 _h)	Format d'image 16:9 (1 _h) ou Inconnu (0 _h)	26,73 Gbit/s Une seule liaison(0 _h) Réservé (1 _h)
Bit 6	1	Image à balayage progressif (1 _h), Réservé (0 _h)	Échantillonnage horizontal de sous-image 1 920 (0 _h) Réservé (1 _h)	Réservé
Bit 5	1	Caractéristiques de transfert TV-SDR (0 _h) HLG (1 _h) PQ (2 _h) Non spécifié (3 _h)	Colorimétrie Rec. 709 ⁽¹⁾ (0 _h) Réservé (1 _h) TVUHD ⁽²⁾ (2 _h) Inconnu (3 _h)	Réservé
Bit 4	1			Signal de luminance et de chrominance Y'C'B'C'R (0 _h) I C _T C _P (1 _h)
Bit 3	0	Fréquence d'image (voir le Tableau 4-17)	Structure d'échantillonnage (voir le Tableau 4-18)	Matrice de pixels complète, 7 680 × 4 320 (0 _h), 3 840 × 2 160 (1 _h)
Bit 2	1			Réservé
Bit 1	0			Profondeur binaire 10 bits plage complète (0 _h), 10 bits plage étroite (1 _h), 12 bits plage étroite (2 _h), 12 bits plage complète (3 _h)
Bit 0	1			

⁽¹⁾ Rec. 709 indique la colorimétrie conformément à la Recommandation UIT-R BT.709.

⁽²⁾ TVUHD indique la colorimétrie conformément à la Recommandation UIT-R [BT.2020](#).

L'octet 1 est mis à [F5_h] pour les formats d'image listés dans les Tableaux 4-7, 4-8 et 4-9.

Les autres définitions sont celles du § 2.3.

2.6 Identifiant des données utiles pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 32 liaisons

Le Tableau 4-21 définit l'identifiant des données utiles pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 32 liaisons pour un signal à 26,73 Gbit/s sur deux liaisons.

TABLEAU 4-21

Définition de l'identifiant des données utiles pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 32 liaisons pour un signal à 26,73 Gbit/s sur deux liaisons

Bits	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 7	1	Transport en mode entrelacé (0 _h) ou progressif (1 _h)	Format d'image 16:9 (1 _h) ou Inconnu (0 _h)	Attribution des liaisons à 26,73 Gbit/s CH1 (0 _h) ou CH2(1 _h)
Bit 6	1	Image à balayage progressif (1 _h), Réserve (0 _h)	Échantillonnage horizontal de sous-image 1 920 (0 _h) Réserve (1 _h)	Réserve
Bit 5	1	Caractéristiques de transfert TV-SDR (0 _h) HLG (1 _h) PQ (2 _h) Non spécifié (3 _h)	Colorimétrie Rec. 709 ⁽¹⁾ (0 _h) Réserve (1 _h) TVUHD ⁽²⁾ (2 _h) Inconnu (3 _h)	Réserve
Bit 4	1			Signal de luminance et de chrominance Y'C'B'C'R (0 _h) IC _T C _P (1 _h)
Bit 3	0	Fréquence d'image (voir le Tableau 4-17)	Structure d'échantillonnage (voir le Tableau 4-18)	Matrice de pixels complète, 7 680 × 4 320 (0 _h), 3 840 × 2 160 (1 _h)
Bit 2	1			Réserve
Bit 1	1			Profondeur binaire 10 bits plage complète (0 _h), 10 bits plage étroite (1 _h), 12 bits plage étroite (2 _h), 12 bits plage complète (3 _h)
Bit 0	1			

⁽¹⁾ Rec. 709 indique la colorimétrie conformément à la Recommandation UIT-R BT.709.

⁽²⁾ TVUHD indique la colorimétrie conformément à la Recommandation UIT-R [BT.2020](#).

L'octet 1 est mis à F7_h pour les formats d'image listés dans les Tableaux 4-11 et 4-12.

Le bit 7 de l'octet 4 est mis à (0_h) pour CH1 et à (1_h) pour CH2.

Les autres définitions sont celles du § 2.3.

2.7 Identifiant des données utiles pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 64 liaisons

Le Tableau 4-22 définit l'identifiant des données utiles pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 64 liaisons pour un signal à 106,92 Gbit/s sur une seule liaison.

TABLEAU 4-22

**Définition de l'identifiant des données utiles pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 64 liaisons
pour un signal à 106,92 Gbit/s sur une seule liaison**

Bits	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 7	1	Transport en mode entrelacé (0 _h) ou progressif (1 _h)	Format d'image 16:9 (1 _h) ou Inconnu (0 _h)	106,92 Gbit/s Une seule liaison (0 _h)
Bit 6	1	Image à balayage progressif (1 _h)	Échantillonnage horizontal de sous-image 1 920 (0 _h) Réserve (1 _h)	Réserve
Bit 5	1	Caractéristiques de transfert TV-SDR (0 _h) HLG (1 _h) PQ (2 _h) Non spécifié (3 _h)	Colorimétrie Rec. 709 ⁽¹⁾ (0 _h) Réserve (1 _h) TVUHD ⁽²⁾ (2 _h) Inconnu (3 _h)	Réserve
Bit 4	1			Signal de luminance et de chrominance Y'C _B C _R (0 _h) IC _T C _P (1 _h)
Bit 3	0	Fréquence d'image (voir le Tableau 4-17)	Structure d'échantillonnage (voir le Tableau 4-18)	Matrice de pixels complète 7 680 × 4 320 (0 _h), Réserve (01 _h)
Bit 2	0			Réserve
Bit 1	1			Profondeur binaire 10 bits plage complète (0 _h), 10 bits plage étroite (1 _h), 12 bits plage étroite (2 _h), 12 bits plage complète (3 _h)
Bit 0	1			

⁽¹⁾ Rec. 709 indique la colorimétrie conformément à la Recommandation UIT-R BT.709.

⁽²⁾ TVUHD indique la colorimétrie conformément à la Recommandation UIT-R [BT.2020](#).

L'octet 1 est mis à F6_h pour les formats d'image listés dans les Tableaux 4-12 et 4-13.

Le bit 7 de l'octet 4 est mis à (0_h) pour un signal à 106,92 Gbit/s sur une seule liaison.

Les autres définitions sont celles du § 2.3.

2.8 Identifiant des données utiles pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 128 liaisons

Le Tableau 4-23 définit l'identifiant des données utiles pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 128 liaisons pour un signal à 106,92 Gbit/s sur deux liaisons.

TABLEAU 4-23

**Définition de l'identifiant des données utiles pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 128 liaisons
pour un signal à 106,92 Gbit/s sur deux liaisons**

Bits	Octet 1	Octet 2	Octet 3	Octet 4
Bit 7	1	Transport en mode entrelacé (0 _h) ou progressif (1 _h)	Format d'image 16:9 (1 _h) ou Inconnu (0 _h)	Attribution des liaisons à 106,92 Gbit/s CH1 (0 _h) ou CH2 (1 _h)
Bit 6	1	Image à balayage progressif (1 _h) Réserve (0 _h)	Échantillonnage horizontal de sous-image 1 920 (0 _h) Réserve (1 _h)	Réserve
Bit 5	1	Caractéristiques de transfert TV-SDR (0 _h) HLG (1 _h) PQ (2 _h) Non spécifié (3 _h)	Colorimétrie Rec. 709 ⁽¹⁾ (0 _h) Réserve (1 _h) TVUHD ⁽²⁾ (2 _h) Inconnu (3 _h)	Réserve
Bit 4	1			Signal de luminance et de chrominance Y'C _B C _R (0 _h) IC _T C _P (1 _h)
Bit 3	1	Fréquence d'image (voir le Tableau 4-17)	Structure d'échantillonnage (voir le Tableau 4-18)	Matrice de pixels complète 7 680 × 4 320 (0 _h), Réserve (01 _h)
Bit 2	0			Réserve
Bit 1	0			Profondeur binaire 10 bits plage complète (0 _h), 10 bits plage étroite (1 _h), 12 bits plage étroite (2 _h), 12 bits plage complète (3 _h)
Bit 0	0			

⁽¹⁾ Rec. 709 indique la colorimétrie conformément à la Recommandation UIT-R BT.709.

⁽²⁾ TVUHD indique la colorimétrie conformément à la Recommandation UIT-R [BT.2020](#).

L'octet 1 est mis à F8_h pour les formats d'image listés dans le Tableau 4-14.

Le bit 7 de l'octet 4 est mis à (0_h) pour CH1 et à (1_h) pour CH2.

Les autres définitions sont celles du § 2.3.

2.9 Emplacement de l'identifiant des données utiles

Pour chaque train de base des interfaces 26.73G et 106.92G-HDSDI, l'identifiant des données utiles est placé conformément à la Recommandation UIT-R BT.1614.

3 Mappage des données des trains de base

Les données source du train de données à 26,73 Gbit/s sont constituées d'un maximum de 16 canaux de plusieurs trains de base.

La Figure 4-10 illustre le schéma fonctionnel d'ensemble de l'interface à 26,73 Gbit/s. Le train à 26,73 Gbit/s peut transporter jusqu'à 16 canaux de trains de base et peut transporter tous les formats d'image 2k et 4k, à l'exception de 4k/100P-120P/4:2:2/12bit et 4k/100P-120P/4:4:4/10bit,12bit, qui peuvent être transportés via l'interface à 26,73 Gbit/s à deux liaisons. Dans les grandes lignes, le processus de mappage des données est le suivant:

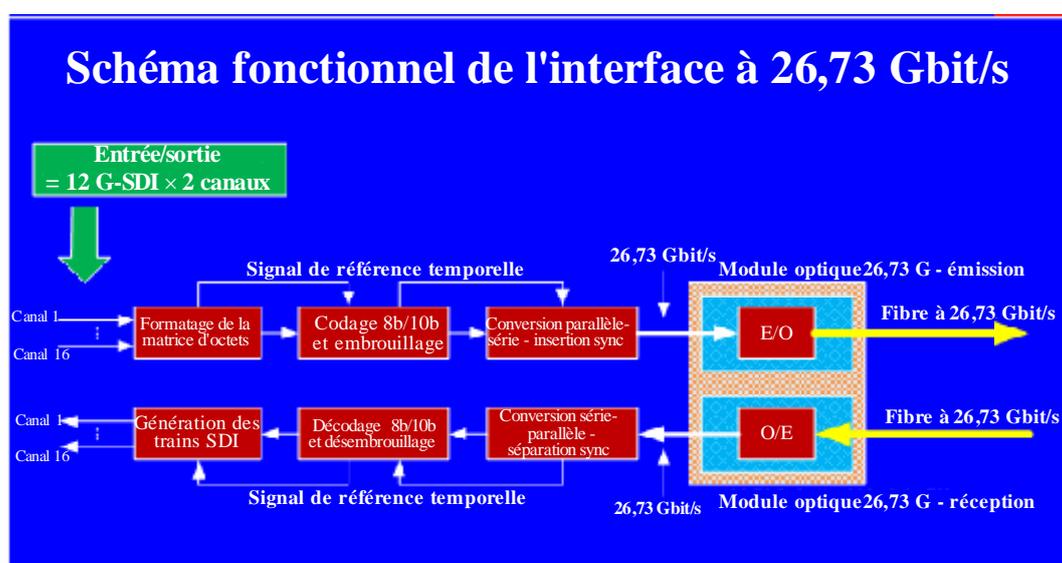
- les trains impairs des trains de base à 10 bits sont placés dans des matrices de mots de 8 bits et cinq mots de 8 bits font l'objet d'un codage de canal et sont codées sous la forme de données codées 8b/10b de 50 bits;
- les trains pairs des trains de base à 10 bits sont embrouillés à l'aide des polynômes générateurs $G1(X)$ et $G2(X)$ et les données embrouillées de 40 bits sont mises alternativement en positif et en négatif à partir des 40 premiers bits du SAV;
- les blocs de données codées sont entrelacés et mis en série dans le train série à 26,73 Gbit/s.

Toutes les données HANC et VANC des trains de base sont entrelacées dans le train à 26,73 Gbit/s.

La Figure 4-10 illustre le traitement du signal aux extrémités du transport côté émetteur et côté récepteur. La connexion du train de base CH1 est obligatoire aux fins de la synchronisation du système. La combinaison des symboles D.x.y définis dans le codage 8b/10b est insérée dans la zone de données d'un ou de plusieurs trains de base non connectés.

FIGURE 4-10

Schéma fonctionnel d'ensemble de l'interface série à 26,73 Gbit/s



BT.2077-0 4-10

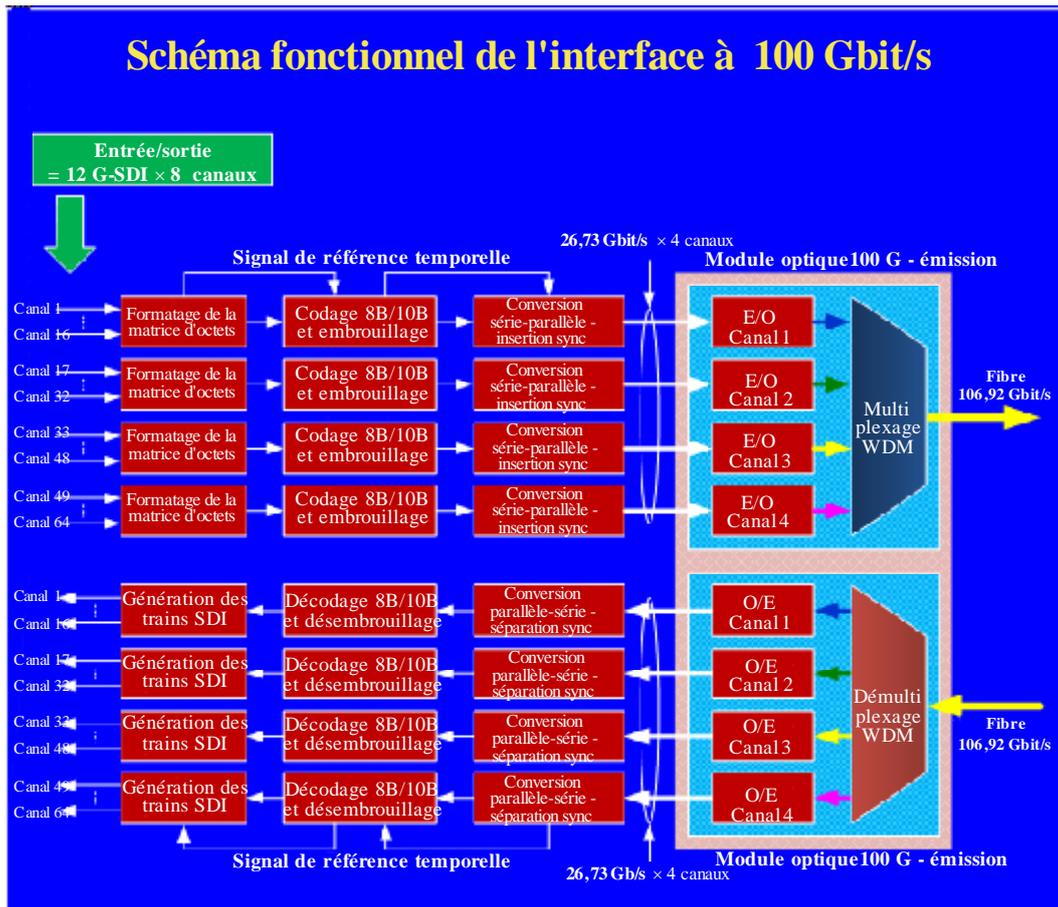
La Figure 4-11 illustre le schéma fonctionnel d'ensemble de l'interface à 106,92 Gbit/s composée de quatre trains à 26,73 Gbit/s, et peut transporter tous les formats d'image 2k, 4k et 8k, à l'exception des formats 8k/100P-120P/4:2:2/12bit et 8k/100P-120P/4:4:4/10bit,12bit, qui peuvent être transportés via l'interface à 106,92 Gbit/s à deux liaisons. Comme le montre la Fig. 4-11, quatre canaux de trains à 26,73 Gbit/s font l'objet d'un multiplexage par répartition en longueur d'onde à l'intérieur du module optique 100G et sont transmis sous la forme d'un train à 106,92 Gbit/s.

NOTE – Exemple: Un maximum de quatre canaux d'image 4k/60P/4:4:4/12bit ou 2 canaux d'image 8k/50P-60P/4:2:2/10bit ou un seul canal d'image 8k/60P/4:4:4/10bit,12bit ou 8k/120P/4:2:2/10bit peuvent être regroupés pour être transmis via l'interface à 106,92 Gbit/s.

La connexion du train de base CH1 du premier train à 26,73 Gbit/s est obligatoire aux fins de la synchronisation du système. Chaque train de base d'entrée est synchronisé au niveau des bits avec le train de base CH1 du premier train à 26,73 Gbit/s. Les trains CH1-CH16, CH17-CH32, CH33-CH48 et CH49-CH64, s'ils sont présents, peuvent avoir des fréquences d'image différentes, mais les seize trains de base de chaque train doivent avoir la même fréquence d'image et le même échantillonnage horizontal de l'image (1920 pixels) que le train de base CH1 du 1er, 2ème, 3ème ou 4ème train à 26,73 Gbit/s.

FIGURE 4-11

Schéma fonctionnel d'ensemble de l'interface série à 106,92 Gbit/s



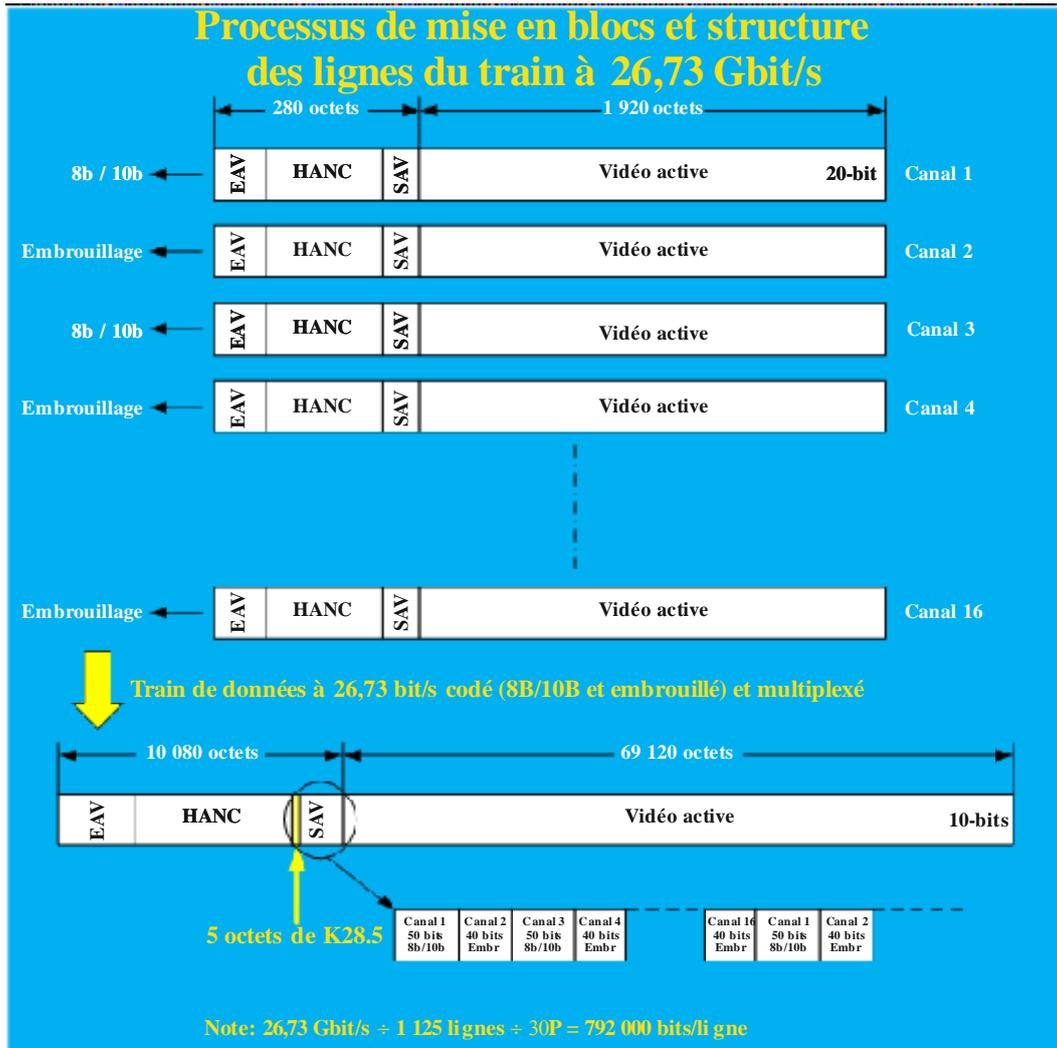
3.2 Mappage des données des trains de base à 26,73 Gbit/s

3.2.1 Mise en blocs des données vidéo, codage 8B/10B et embrouillage

Pour l'opération de mappage, on utilise des blocs de données de quatre mots (40 bits) du train source, à partir des premières données SAV. La Figure 4-12 illustre de manière détaillée le processus de mise en blocs.

FIGURE 4-12

Entrelacement des trains de base



BT.2077-0 4-12

Le bloc de quatre mots de chaque train de base impair est aligné sur une longueur de 5 octets (8 bits par octet) et codé 8B/10B pour former un bloc de données de 50 bits. La disparité courante (RD) des données codées 8B/10B est alternativement positive et négative à partir du premier SAV.

Le bloc de quatre mots de chaque train de base pair est embrouillé au moyen du polynôme d'embrouillage défini dans la Recommandation UIT-R BT.1120. Les bits b0 et b1 de XYZ_h(C) et XYZ_h(Y) dans le SAV des canaux CH 2, CH 4, CH 6, CH 8, CH 10, CH 12, CH 14 et CH 16 sont mis respectivement à (0,0),(0,0), (0,0),(0,1), (0,0),(1,0), (0,0),(1,1), (0,1),(0,0), (0,1),(0,1), (0,1),(1,0), (0,1),(1,1) et (1,0),(0,0) afin de randomiser les données embrouillées. La polarité des données embrouillées de 40 bits est mise alternativement en positif et en négatif à partir des 40 premiers bits du SAV.

Côté récepteur, après le désembrouillage, les bits b0 et b1 de XYZ_h(C) et XYZ_h(Y) du SAV sont mis à (0,0) et (0,0).

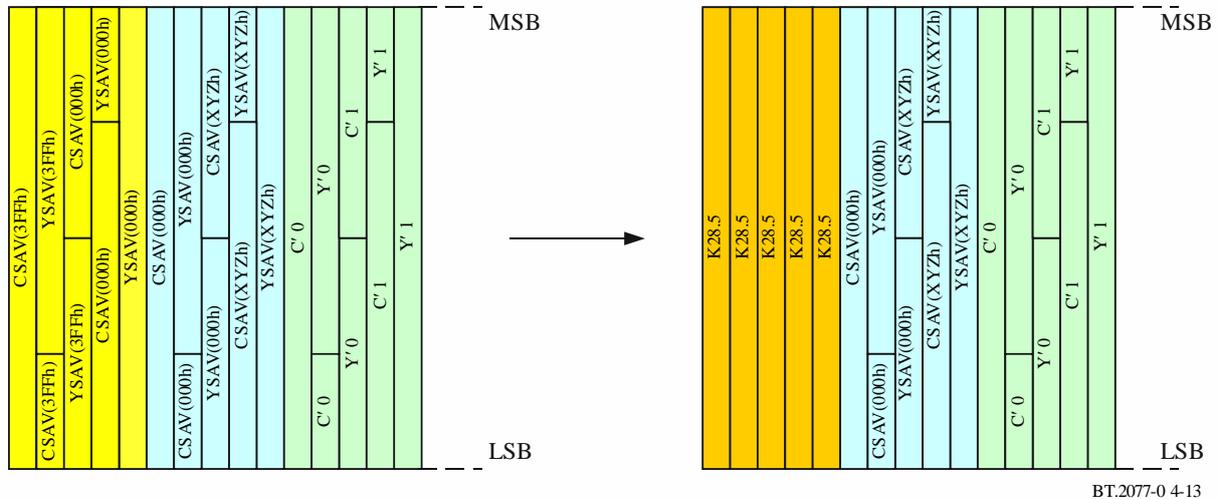
Un bloc de données codées 8B/10B de 50 bits provenant d'un train de base impair suivi d'un bloc de données embrouillées de 40 bits provenant d'un train de base pair sont entrelacés pour former un bloc de 90 bits et sont mis en série en commençant par le bit LSB pour former le train à 26,73 Gbit/s. La période d'une ligne du train à 26,73 Gbit/s correspond à la période d'une ligne du train de base CH1.

3.2.2 Remplacement de données SAV dans le canal 1

Les cinq premiers mots du SAV sont remplacés par cinq caractères spéciaux K28.5 définis dans le codage 8B/10B. Ces processus sont illustrés dans la Fig. 4-13.

FIGURE 4-13

Remplacement de données SAV pour le train de base CH1



3.2.3 Train de données à 106,92 Gbit/s

Étant donné que chaque train à 26,73 Gbit/s peut transporter jusqu'à 16 canaux de trains de base, l'interface à 106,92 Gbit/s peut transporter jusqu'à 64 canaux de trains de base.

Un maximum de 4 canaux d'image 4k/60P/4:4:4/12bit ou 2 canaux d'image 8k/50P-60P/4:2:2/10bit ou un seul canal d'image 8k/60P/4:4:4/10bit, 12bit ou 8k/120P/4:2:2/10bit peuvent être regroupés pour être transmis via l'interface à 106,92 Gbit/s.

La combinaison des symboles D.x.y définis dans le codage 8B/10B est insérée dans la zone de données d'un ou plusieurs trains de base non utilisés. La connexion du train de base CH1 du premier train à 26,73 Gbit/s est obligatoire aux fins de la synchronisation du système. Si le 2ème, 3ème ou 4ème train à 26,73 Gbit/s est utilisé, le train de base CH1 du 2ème, 3ème ou 4ème train à 26,73 Gbit/s doit être présent.

Lors du transport du format d'image pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 64 liaisons, les limitations suivantes s'appliquent:

- les canaux CH1-CH16 pour la catégorie à 1,5 Gbit/s à 64 liaisons sont attribués aux canaux CH1-CH16 du 1er train à 26,73 Gbit/s;
- les canaux CH17-CH32 pour la catégorie à 1,5 Gbit/s à 64 liaisons sont attribués aux canaux CH1-CH16 du 2ème train à 26,73 Gbit/s;
- les canaux CH33-CH48 pour la catégorie à 1,5 Gbit/s à 64 liaisons sont attribués aux canaux CH1-CH16 du 3ème train à 26,73 Gbit/s;
- les canaux CH49-CH64 pour la catégorie à 1,5 Gbit/s à 64 liaisons sont attribués aux canaux CH1-CH16 du 4ème train à 26,73 Gbit/s.

Chaque train de base d'entrée est synchronisé au niveau des bits sur le train de base CH1 du 1er train à 26,73 Gbit/s. Les trains CH1-CH16, CH17-CH32, CH33-CH48 et CH49-CH64, s'ils sont présents, peuvent avoir des fréquences d'image différentes mais les seize trains de base de chaque train doivent avoir la même fréquence d'image et le même échantillonnage horizontal d'image (1920) que le train de base CH1 du 1er, 2ème, 3ème ou 4ème train à 26,73 Gbit/s.

3.2.4 Mappage des données ANC/audio

Mappage des données ANC

Si des données auxiliaires sont présentes, elles sont mappées dans la zone de suppression des 16 trains de base des trains à 26,73 Gbit/s. Le mappage se fait dans l'ordre suivant: trains de base CH1, CH2... CH16 du 1er train à 26,73 Gbit/s, puis trains de base CH1, CH2...CH16 du 2ème train à 26,73 Gbit/s, etc. Le format des données est conforme à la Recommandation UIT-R BT.1364.

Mappage des données audio

Chaque sous-image a le format d'une image de TVHD de 1 080 lignes et devrait intégrer un signal audio conformément à la Recommandation UIT-R BT.1365.

La Recommandation UIT-R BT.1365 décrit la génération et l'insertion des paquets de données auxiliaires audio, comprenant les paquets de commande audio et les paquets de données audio, pour un maximum de quatre groupes audio, à savoir les groupes 1 à 4, ce qui permet de prendre en charge jusqu'à 16 canaux audio pour un échantillonnage à 48 kHz, ou jusqu'à 8 canaux audio pour un échantillonnage à 96 kHz.

Quatre groupes audio étendus supplémentaires, à savoir les groupes 5, 6, 7 et 8, permettant de prendre en charge jusqu'à 32 canaux à 48 kHz ou jusqu'à 16 canaux à 96 kHz, peuvent être insérés au moyen des techniques décrites dans la Recommandation UIT-R BT.1365 avec des valeurs DID différentes pour les paquets de données audio et les paquets de commande audio.

Les valeurs DID pour les paquets de données audio étendus devraient être 1A7_h pour le groupe audio 5, 2A6_h pour le groupe audio 6, 2A5_h pour le groupe audio 7 et 1A4_h pour le groupe audio 8.

Les valeurs DID pour les paquets de commande audio étendus devraient être 2A3_h pour le groupe audio 5, 1A2_h pour le groupe audio 6, 1A1_h pour le groupe audio 7 et 2A0_h pour le groupe audio 8.

La présente Recommandation définit uniquement le transport d'un maximum de 32 canaux audio.

Les données de phase d'horloge audio définies dans la Recommandation UIT-R BT.1365 devraient être calculées avec une fréquence d'horloge de 74,25 (/1,001) MHz pour les signaux avec des fréquences d'image de 30 Hz, 30/1,001 Hz, 25 Hz, 24 Hz et 24/1,001 Hz.

Les données de phase d'horloge audio définies dans la Recommandation UIT-R BT.1365 devraient être calculées avec une fréquence d'horloge de 148,5 (/1,001) MHz pour tous les autres signaux.

Les paquets de commande audio sont mappés dans le train de données Y' de l'espace de données auxiliaires horizontal du train de base CH1 du train à 26,73 Gbit/s. L'ordre du mappage est le même que pour les paquets de données audio.

3.3 Mappage d'image 4k/100P-120P à l'interface 26.73G-SDI à deux liaisons

3.3.1 Format d'image 4k/100P-120P transporté à l'interface 26.73G-SDI à deux liaisons

Le Tableau 4-24 donne la liste des formats d'image qui sont mappés dans 32 trains de base et peuvent être mappés à l'interface 26.73G-SDI à deux liaisons. Les canaux CH1 à CH16 sont mappés sur la première liaison de l'interface 26.73G-SDI et les canaux CH17 à CH32 sur la deuxième.

TABLEAU 4-24

Formats des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 32 liaisons

Numéro du système	Nomenclature	Structure d'échantillonnage/ profondeur des pixels	Fréquences d'image	Format de sous-image défini dans la norme SMPTE ST 435-1
U1.11	3 840 × 2 160/100/P 3 840 × 2 160/120/P	4:2:0 (Y'C _B C _R)/12 bits 4:2:2 (Y'C _B C _R)/12 bits	100 et 120 images balayage progressif	Système 4.1
	3 840 × 2 160/119,88/P	4:2:0 (IC _{TC_P})/12 bits 4:2:2 (IC _{TC_P})/12 bits	120/1,001 images balayage progressif	
U1.12	3 840 × 2 160/100/P 3 840 × 2 160/120/P	4:4:4 (R'G'B')/10 bits 4:4:4 (Y'C _B C _R)/10 bits	100 et 120 images balayage progressif	Système 4.2
	3 840 × 2 160/119,88/P	4:4:4 (IC _{TC_P})/10 bits	120/1,001 images balayage progressif	
U1.13	3 840 × 2 160/100/P 3 840 × 2 160/120/P	4:4:4 (R'G'B')/12 bits 4:4:4 (Y'C _B C _R)/12 bits	100 et 120 images balayage progressif	Système 4.3
	3 840 × 2 160/119,88/P	4:4:4 (IC _{TC_P})/12 bits	120/1,001 images balayage progressif	

3.3.2 Mappage des données ANC

Si des données auxiliaires sont présentes, elles sont mappées dans la zone de suppression des 16 trains de base des trains à 26,73 Gbit/s. Le mappage se fait dans l'ordre suivant: trains de base CH1, CH2... CH16 du 1er train à 26,73 Gbit/s, puis trains de base CH1, CH2...CH16 du 2ème train à 26,73 Gbit/s.

3.3.3 Mappage des données audio

Lorsque des données audio sont présentes, elles sont mappées dans le train de données C_B/C_R de l'espace de données auxiliaires horizontal des trains de base CH1 à CH16 de chaque liaison à 26,73 Gbit/s conformément à la Recommandation UIT-R BT.1365 et sont transmises par groupes de 4 à 16 canaux au maximum à une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz ou par groupes de 4 à 8 canaux au maximum à une fréquence d'échantillonnage de 96 kHz par train de base. Si plus de 16 canaux audio (8 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 96 kHz) sont nécessaires, le mappage se fait dans l'ordre suivant: trains de base CH1, CH2... CH16 de la première liaison à 26,73 Gbit/s, puis trains de base CH1, CH2...CH16 de la 2ème liaison à 26,73 Gbit/s.

Le nombre total de canaux que l'interface 26.73G-SDI à deux liaisons peut transporter est de 512 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz et de 256 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 96 kHz. La présente Recommandation définit uniquement un maximum de 32 canaux audio.

Les paquets de commande audio sont mappés dans le train de données Y' de l'espace de données auxiliaires horizontal du train de base CH1 de la liaison à 26,73 Gbit/s. L'ordre du mappage est le même que pour les paquets de données audio.

La Recommandation UIT-R BT.1365 décrit la génération et l'insertion des paquets de données auxiliaires audio, comprenant les paquets de commande audio et les paquets de données audio, pour un maximum de quatre groupes audio, à savoir les groupes 1 à 4, ce qui permet de prendre en charge jusqu'à 16 canaux audio pour un échantillonnage à 48 kHz, ou jusqu'à 8 canaux audio pour un échantillonnage à 96 kHz.

Quatre groupes audio étendus supplémentaires, à savoir les groupes 5, 6, 7 et 8, permettant de prendre en charge jusqu'à 32 canaux à 48 kHz ou jusqu'à 16 canaux à 96 kHz, peuvent être insérés au moyen des techniques décrites dans la Recommandation UIT-R BT.1365 avec des valeurs DID différentes pour les paquets de données audio et les paquets de commande audio.

Les valeurs DID pour les paquets de données audio étendus devraient être 1A7_h pour le groupe audio 5, 2A6_h pour le groupe audio 6, 2A5_h pour le groupe audio 7 et 1A4_h pour le groupe audio 8.

Les valeurs DID pour les paquets de commande audio étendus devraient être 2A3_h pour le groupe audio 5, 1A2_h pour le groupe audio 6, 1A1_h pour le groupe audio 7 et 2A0_h pour le groupe audio 8.

Les données de phase d'horloge audio définies dans la Recommandation UIT-R BT.1365 devraient être calculées avec une fréquence d'horloge de 74,25 (/1,001) MHz pour les signaux avec des fréquences d'image de 30 Hz, 30/1,001 Hz, 25 Hz, 24 Hz et 24/1,001 Hz.

Les données de phase d'horloge audio définies dans la Recommandation UIT-R BT.1365 devraient être calculées avec une fréquence d'horloge de 148,5 (/1,001) MHz pour tous les autres signaux.

3.3.4 Considérations d'ordre temporel pour l'interface 26.73G-SDI à deux liaisons

La différence temporelle pour l'interface 26.73G-SDI à deux liaisons ne doit pas dépasser 400 ns à la source. Il convient de tenir compte de cette différence lors de la conception des systèmes et des étages d'entrée des équipements de destination.

3.4 Mappage d'image 8k/100P-120P à l'interface 106.92G-SDI à deux liaisons

3.4.1 Format d'image 8k/100P-120P transporté par l'interface 106.92G-SDI à deux liaisons

Le Tableau 4-25 donne la liste des formats d'image qui sont mappés dans 128 trains de base et peuvent être mappés à l'interface 106.92G-SDI à deux liaisons. Les canaux CH1 à CH64 sont mappés sur la première liaison de l'interface 106.92G-SDI et les canaux CH65 à CH128 sur la deuxième.

TABLEAU 4-25

Formats des images source pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 128 liaisons

Numéro du système	Nomenclature	Structure d'échantillonnage/ profondeur des pixels	Fréquences d'image	Format de sous-image défini dans la norme SMPTE ST 435-1
U2.11	7 680 × 4 320/100/P 7 680 × 4 320/120/P	4:2:0 (Y'C _B C _R)/12 bits 4:2:2 (Y'C _B C _R)/12 bits	100 et 120 images balayage progressif	Système 4.1
	7 680 × 4 320/119,88/P	4:2:0 (IC _{TCP})/12 bits 4:2:2 (IC _{TCP})/12 bits	120/1,001 images balayage progressif	
U2.12	7 680 × 4 320/100/P 7 680 × 4 320/120/P	4:4:4 (R'G'B')/10 bits 4:4:4 (Y'C _B C _R)/10 bits	100 et 120 images balayage progressif	Système 4.2
	7 680 × 4 320/119,88/P	4:4:4 (IC _{TCP})/10 bits	120/1,001 images balayage progressif	
U2.13	7 680 × 4 320/100/P 7 680 × 4 320/120/P	4:4:4 (R'G'B')/12 bits 4:4:4 (Y'C _B C _R)/12 bits	100 et 120 images balayage progressif	Système 4.3
	7 680 × 4 320/119,88/P	4:4:4 (IC _{TCP})/12 bits	120/1,001 images balayage progressif	

Lors du transport du format d'image pour la catégorie 1,5 Gbit/s à 128 liaisons, on utilise les structures suivantes:

- a) les canaux CH1-CH16 pour la catégorie à 1,5 Gbit/s à 128 liaisons sont attribués aux canaux CH1-CH16 du 1er train à 26,73 Gbit/s de la première interface 106.92G-SDI;
- b) les canaux CH17-CH32 pour la catégorie à 1,5 Gbit/s à 128 liaisons sont attribués aux canaux CH1-CH16 du 2ème train à 26,73 Gbit/s de la première interface 106.92G-SDI;
- c) les canaux CH33-CH48 pour la catégorie à 1,5 Gbit/s à 128 liaisons sont attribués aux canaux CH1-CH16 du 3ème train à 26,73 Gbit/s de la première interface 106.92G-SDI;
- d) les canaux CH49-CH64 pour la catégorie à 1,5 Gbit/s à 128 liaisons sont attribués aux canaux CH1-CH16 du 4ème train à 26,73 Gbit/s de la première interface 106.92G-SDI;
- e) les canaux CH65-CH80 pour la catégorie à 1,5 Gbit/s à 128 liaisons sont attribués aux canaux CH1-CH16 du 1er train à 26,73 Gbit/s de la deuxième interface 106.92G-SDI;
- f) les canaux CH81-CH96 pour la catégorie à 1,5 Gbit/s à 128 liaisons sont attribués aux canaux CH1-CH16 du 2ème train à 26,73 Gbit/s de la deuxième interface 106.92G-SDI;
- g) les canaux CH97-CH112 pour la catégorie à 1,5 Gbit/s à 128 liaisons sont attribués aux canaux CH1-CH16 du 3ème train à 26,73 Gbit/s de la deuxième interface 106.92G-SDI;
- h) les canaux CH113-CH128 pour la catégorie à 1,5 Gbit/s à 128 liaisons sont attribués aux canaux CH1-CH16 du 4ème train à 26,73 Gbit/s de la deuxième interface 106.92G-SDI;

3.4.2 Mappage des données ANC

Si des données auxiliaires sont présentes, elles sont mappées dans la zone de suppression des 16 trains de base des trains à 26,73 Gbit/s. Le mappage se fait dans l'ordre suivant: trains de base CH1, CH2... CH16 du 1er train à 26,73 Gbit/s de la première interface 106.92G-SDI, puis trains de base CH1, CH2...CH16 du 2ème train à 26,73 Gbit/s de la première interface 106.92G-SDI, etc. Viennent ensuite les trains de base CH1, CH2... CH16 du 1er train à 26,73 Gbit/s de la deuxième interface 106.92G-SDI, puis les trains de base CH1, CH2...CH16 du 2ème train à 26,73 Gbit/s de la deuxième interface 106.92G-SDI, etc.

3.4.3 Mappage des données audio

Lorsque des données audio sont présentes, elles sont mappées dans le train de données C'B/C'R de l'espace de données auxiliaires horizontal des trains de base CH1 à CH16 de chaque liaison à 26,73 Gbit/s conformément à la Recommandation UIT-R BT.1120 et sont transmises par groupes de 4 à 32 canaux au maximum à une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz ou par groupes de 4 à 16 canaux au maximum à une fréquence d'échantillonnage de 96 kHz par train de base. Si plus de 32 canaux audio (16 canaux à une fréquence d'échantillonnage de 96 kHz) sont nécessaires, le mappage se fait dans l'ordre suivant: trains de base CH1, CH2... CH16 de la première liaison à 26,73 Gbit/s de la première interface 106.92G-SDI, puis trains de base CH1, CH2...CH16 de la 2ème liaison à 26,73 Gbit/s de la première interface 106.92G-SDI, etc. Viennent ensuite les trains de base CH1, CH2... CH16 du 1er train à 26,73 Gbit/s de la deuxième interface 106.92G-SDI, puis les trains de base CH1, CH2...CH16 du 2ème train à 26,73 Gbit/s de la deuxième interface 106.92G-SDI, etc. La présente Recommandation définit un maximum de 32 canaux pour un échantillonnage de 48 kHz.

Les paquets de commande audio sont mappés dans le train de données Y' de l'espace de données auxiliaires horizontal du train de base CH1 de la liaison à 26,73 Gbit/s. L'ordre du mappage est le même que pour les paquets de données audio. Chaque sous-image a le format d'une image de TVHD de 1 080 lignes et devrait intégrer un signal audio conformément à la Recommandation UIT-R BT.1365.

La Recommandation UIT-R BT.1365 décrit la génération et l'insertion des paquets de données auxiliaires audio, comprenant les paquets de commande audio et les paquets de données audio, pour un maximum de quatre groupes audio, à savoir les groupes 1 à 4, ce qui permet de prendre en charge jusqu'à 16 canaux audio pour un échantillonnage à 48 kHz, ou jusqu'à 8 canaux audio pour un échantillonnage à 96 kHz.

Quatre groupes audio étendus supplémentaires, à savoir les groupes 5, 6, 7 et 8, permettant de prendre en charge jusqu'à 32 canaux à 48 kHz ou jusqu'à 16 canaux à 96 kHz, peuvent être insérés au moyen des techniques décrites dans la Recommandation UIT-R BT.1365 avec des valeurs DID différentes pour les paquets de données audio et les paquets de commande audio.

Les valeurs DID pour les paquets de données audio étendus devraient être 1A7_h pour le groupe audio 5, 2A6_h pour le groupe audio 6, 2A5_h pour le groupe audio 7 et 1A4_h pour le groupe audio 8.

Les valeurs DID pour les paquets de commande audio étendus devraient être 2A3_h pour le groupe audio 5, 1A2_h pour le groupe audio 6, 1A1_h pour le groupe audio 7 et 2A0_h pour le groupe audio 8.

Les données de phase d'horloge audio définies dans la Recommandation UIT-R BT.1365 devraient être calculées avec une fréquence d'horloge de 74,25 (/1,001) MHz pour les signaux avec des fréquences d'image de 30 Hz, 30/1,001 Hz, 25 Hz, 24 Hz et 24/1,001 Hz.

Les données de phase d'horloge audio définies dans la Recommandation UIT-R BT.1365 devraient être calculées avec une fréquence d'horloge de 148,5 (/1,001) MHz pour tous les autres signaux. La présente Recommandation définit uniquement le transport de 32 canaux audio.

3.4.4 Considérations d'ordre temporel pour l'interface 106.92G-SDI à deux liaisons

La différence temporelle pour l'interface 106.92G-SDI à deux liaisons ne doit pas dépasser 400 ns à la source. Il convient de tenir compte de cette différence lors de la conception des systèmes et des étages d'entrée des équipements de destination.

4 Caractéristiques des fibres optiques

La présente Recommandation définit les caractéristiques optiques et électriques des interfaces à fibre optique à 26,73 Gbit/s et à 106,92 Gbit/s pour des trains série avec des débits de données de 26,73 Gbit/s ou 26,73/1,001 Gbit/s et 106,92 Gbit/s ou 106,92/1,001 Gbit/s. Les interfaces définies dans la présente Recommandation s'appliquent aux mises en œuvre utilisant des fibres monomodes sur une distance allant jusqu'à 2 km.

Les caractéristiques optiques de l'interface à fibre optique à 26,73 Gbit/s sont conformes à la spécification 25GBASE-LR figurant dans la norme IEEE 802.3cc avec un taux BER attendu = 10^{-14} . Les caractéristiques électriques de l'interface à fibre optique à 26,73 Gbit/s sont conformes à la spécification 25GAUI C2M figurant dans la norme IEEE 802.3by. Le débit binaire est de 26,73 Gbit/s ou 26,73/1,001 Gbit/s.

Les caractéristiques optiques de l'interface à fibre optique à 106,92 Gbit/s sont conformes à la spécification 100GBASE-LR4 figurant dans la norme IEEE 802.3ba. Le débit binaire de quatre voies est de 26,73 Gbit/s ou 26,73/1,001 Gbit/s. Les caractéristiques électriques de l'interface à fibre optique à 106,92 Gbit/s sont conformes à la spécification CAUI-4 figurant dans la norme IEEE 802.3bm. Le débit binaire est celui indiqué ci-dessus.

4.1 Spécifications optiques et électriques de l'interface série à fibre optique à 26,73 Gbit/s

L'interface est constituée d'un émetteur et d'un récepteur connectés en point à point.

Les caractéristiques optiques de l'émetteur pour une plage de longueurs d'onde nominales autour de 1310 nm, conformes à celles de la spécification 25GBASE-LR figurant dans la norme IEEE 802.3cc, sont présentées dans le Tableau 4-26.

TABLEAU 4-26

Caractéristiques optiques de l'émetteur pour l'interface 26.73G-SDI

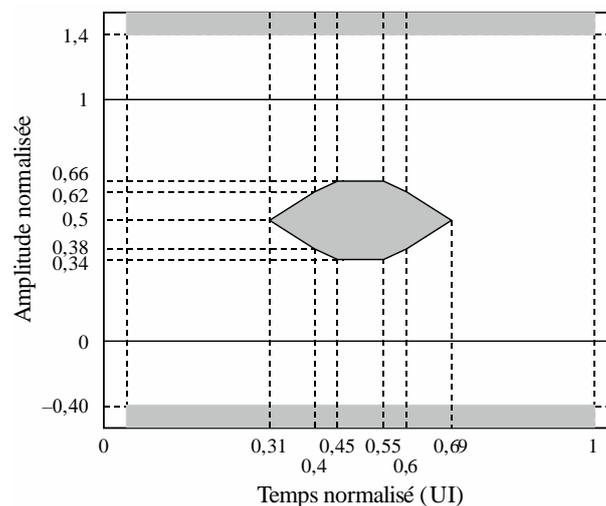
Description de l'émetteur	Min	Type	Max
Longueur d'onde centrale (nm)	1 295	1 310	1 325
Amplitude de modulation optique (OMA) ⁽¹⁾ (dBm)	-4,0		+2,2
Puissance d'injection exprimée par OMA moins TDP (dBm)	-5,0		
Dégradation due à la dispersion dans l'émetteur (TDP) (dB)			2,7
Rapport d'extinction (dB)	3		
Tolérance d'affaiblissement d'adaptation optique (dB)			20
Réflectance de l'émetteur ⁽²⁾ (dB)			-26
Fonction de transfert électrique/optique	«1» logique = puissance optique supérieure, «0» logique = puissance optique inférieure		
Définition du gabarit de l'œil de l'émetteur {X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3} Taux de variations brusques de 5×10^{-5} par échantillon	{0,31, 0,4, 0,45, 0,34, 0,38, 0,4}		

(1) Même si TDP < 1 dB, OMA (min) doit dépasser cette valeur.

(2) La réflectance de l'émetteur est définie en direction de l'émetteur.

FIGURE 4-14

Gabarit de l'œil pour la sortie optique de l'émetteur pour l'interface 26.73G-SDI



La méthode de mesure du gabarit de l'œil de l'émetteur est celle définie au § 114.7.8.1 de la norme IEEE 802.3cc. Le diagramme de l'œil est mesuré par rapport au gabarit de l'œil au moyen d'un récepteur de référence présentant une réponse de Bessel-Thomson d'ordre quatre avec une fréquence nominale à 3 dB de $26,73 \text{ GHz} \times 0,75 = 20 \text{ GHz}$. Voir la Fig. 4-14.

Les caractéristiques optiques du récepteur sont conformes aux caractéristiques du récepteur de la spécification 25GBASE-LR figurant dans la norme IEEE 802.3cc, si ce n'est que le taux BER est égal à 10^{-12} et non à 5×10^{-5} . À toutes fins utiles, elles sont reproduites ici dans le Tableau 4-27. Les signaux de test sont conformes à la séquence PRBS31 (lorsque les éléments du système sont testés au moyen d'appareils basés sur le taux BER).

Un taux BER $< 10^{-14}$ est recommandé pour les applications de télévision.

NOTE – Le générateur de séquence PRBS31 est défini dans la norme IEEE 802.3ae-2002.

TABLEAU 4-27

Caractéristiques optiques du récepteur pour l'interface 26.73G-SDI

Description du récepteur	Min	Type	Max
Longueur d'onde centrale (nm)	1 295	1 310	1 325
Seuil d'endommagement (puissance moyenne) (dBm)	3,0		
Sensibilité du récepteur (OMA) (dBm)	-10,0		2,2
Fonction de transfert optique/électrique	Puissance optique supérieure = «1» logique, Puissance optique inférieure = «0» logique		

Les spécifications électriques série d'entrée/sortie de l'émetteur-récepteur optique sont conformes à la spécification 25GAUI C2M (chip-to-module 25 Gigabit Attachment Unit Interface) figurant dans l'Annexe 109B de la norme IEEE 802.3by avec le débit de signalisation de 26,73 Gbit/s ou 26,73/1,001 Gbit/s.

NOTE – Bien que la tolérance de gigue ne soit pas spécifiée au-dessous de 100 kHz dans la norme IEEE 802.3cc, les concepteurs sont invités à confirmer que les dispositifs 25GbE utilisés pour l'interface 26.73G peuvent tolérer l'application d'une gigue sinusoïdale de $5 \times 10^5/f$ [UI] de 100 kHz à 20 kHz et de 25UI de 20 kHz à 10 Hz.

Les caractéristiques des fibres optiques sont celles définies dans le Tableau 4-28. Les connecteurs spécifiés pour l'émetteur-récepteur optique sont de type LC/PC simplex/duplex comme défini dans la norme CEI 61754-20. Les connecteurs situés de l'autre côté des câbles d'adaptation installés entre les émetteurs-récepteurs optiques et les panneaux de connexion peuvent facultativement être spécifiés comme étant de type SC, ST, FC, MU, etc.

TABLEAU 4-28

Caractéristiques des liaisons à fibres optiques

Type de fibre	Monomode (comme défini dans la norme CEI 60793-2)
Connecteur	LC/PC simplex/duplex (comme défini dans la norme CEI 61754-20)

4.2 Spécifications optiques et électriques de l'interface série à fibre optique à 106,92 Gbit/s

L'interface est constituée d'un émetteur et d'un récepteur connectés en point à point.

Les caractéristiques optiques de l'émetteur pour une plage de longueurs d'onde nominales autour de 1 310 nm, conformes à celles de la spécification 100GBASE-LR4 figurant dans la norme IEEE 802.3cc, sont présentées dans le Tableau 4-29 et dans la Fig. 4-15. Le débit binaire nominal est de 26,73 Gbit/s ou 26,73/1,001 Gbit/s.

TABLEAU 4-29

Caractéristiques optiques de l'émetteur pour l'interface 106.92G-SDI

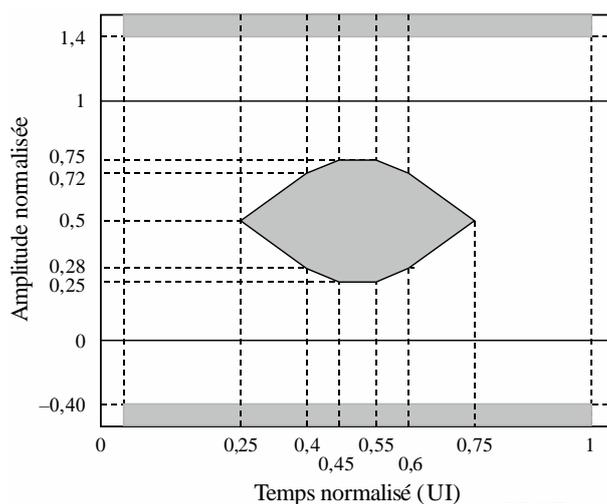
Description de l'émetteur	Min	Type	Max
Gamme de longueurs d'onde pour les voies (nm)			1 294,53 à 1 296,59 1 299,02 à 1 301,09 1 303,54 à 1 305,63 1 308,09 à 1 310,19
Amplitude de modulation optique (OMA) pour chaque voie ⁽¹⁾ (dBm)	-1,3		+4,5
Puissance d'injection exprimée par OMA moins TDP pour chaque voie (dBm)	-2,3		
Dégradation due à la dispersion dans l'émetteur (TDP) pour chaque voie (dB)			2,2
Rapport d'extinction (dB)	4,0		
Tolérance d'affaiblissement d'adaptation optique (dB)			20
Réflectance de l'émetteur ⁽²⁾ (dB)			-12
Fonction de transfert électrique/optique	«1» logique = puissance optique supérieure, «0» logique = puissance optique inférieure		
Définition du gabarit de l'œil de l'émetteur {X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3} Taux de variations brusques de 5×10^{-5} par échantillon	{0,25, 0,40, 0,45, 0,25, 0,28, 0,40}		

⁽¹⁾ Même si TDP < 1 dB, OMA (min) doit dépasser cette valeur.

⁽²⁾ La réflectance de l'émetteur est définie en direction de l'émetteur.

FIGURE 4-15

Gabarit de l'œil pour la sortie optique de l'émetteur pour l'interface 106.92G-SDI



La méthode de mesure du gabarit de l'œil de l'émetteur est celle définie au § 86.8.4.6.1 de la norme IEEE 802.3ba-2010. Le diagramme de l'œil est mesuré par rapport au gabarit de l'œil au moyen d'un récepteur de référence présentant une réponse de Bessel-Thomson d'ordre quatre avec une fréquence nominale à 3 dB de $26,73 \text{ GHz} \times 0,75 = 20 \text{ GHz}$.

Les caractéristiques optiques du récepteur sont celles définies dans le Tableau 4-30. Dans les limites de la plage d'entrée du récepteur, on doit parvenir à un taux BER $< 10^{-14}$ lorsqu'on utilise la séquence PRBS31 (lorsque les éléments du système sont testés au moyen d'appareils basés sur le taux BER).

Un taux BER $< 10^{-14}$ est recommandé pour les applications de télévision.

NOTE – Le générateur de séquence PRBS31 est défini dans la norme IEEE 802.3ae-2002.

TABLEAU 4-30

Caractéristiques optiques du récepteur pour l'interface 106.92G-SDI (à titre d'information)

Description du récepteur	Min	Type	Max
Gamme de longueurs d'onde pour les voies (nm)			1 294,53 à 1 296,59 1 299,02 à 1 301,09 1 303,54 à 1 305,63 1 308,09 à 1 310,19
Seuil d'endommagement (puissance moyenne) (dBm)	+5,5		
Sensibilité du récepteur (OMA), pour chaque voie (dBm)	-8,6		+4,5
Fonction de transfert optique/électrique		Puissance optique supérieure = «1» logique, Puissance optique inférieure = «0» logique	

Les spécifications électriques série d'entrée/sortie de l'émetteur-récepteur optique sont conformes à la spécification CAUI-4 (chip-to-module four-lane Attachment Unit Interface) figurant dans l'Annexe 83E de la norme IEEE 802.3bm avec le débit de signalisation de 26,73 Gbit/s ou 26,73/1,001 Gbit/s.

NOTE – Bien que la tolérance de gigue ne soit pas spécifiée au-dessous de 100 kHz dans la norme IEEE 802.3ba, les concepteurs sont invités à confirmer que les dispositifs 100GE utilisés pour l'interface 100G peuvent tolérer l'application d'une gigue sinusoïdale de $5 \times 10^3/f$ [UI] de 100 kHz à 20 kHz et de 25UI de 20 kHz à 10 Hz.

Références

UIT

Recommandation UIT-T G.959.1 – Interfaces de couche Physique du réseau optique de transport

Recommandation UIT-R BT.709 – Valeur des paramètres des normes de TVHD pour la production et l'échange international de programmes

Recommandation UIT-R [BT.1120](#) – Interfaces numériques pour les signaux en studio avec des formats d'image 1 920 × 1 080

Recommandation UIT-R BT.1365 – Format audionumérique de 24 bits dans les signaux de données auxiliaires des interfaces série de TVHD

Recommandation UIT-R BT.1614 – Structure des données d'identification de la charge utile pour les interfaces de télévision numérique

Recommandation UIT-R [BT.2020](#) – Valeurs de paramètres des systèmes de télévision à ultra haute définition pour la production et l'échange international de programmes

Recommandation UIT-R BT.2027 – Interface numérique série pour la production et l'échange international de programmes de TVHD 3D

Recommandation UIT-R [BT.2100](#) – 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

CEI-28G-VSR Implementation Agreement Draft 10.0

CEI

CEI 60793-2 Ed. 5.0:2003: Fibres optiques – Partie 2: Spécifications de produits – Généralités

CEI 61754-20 (2008), Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 20: Famille de connecteurs de type LC

IEEE

IEEE 802.3ae-2002: Amendment: Media Access Control (MAC) Parameters, Physical Layers and Management Parameters for 10 Gb/s Operation

IEEE 802.3ba-2010: Amendment 4: Media access Control Parameters, Physical Layer Specifications and Management Parameters for 40 Gb/s and 100 Gb/s Operation

IEEE 802.3bm-2015: Amendment 3: Physical Layer Specifications and Management Parameters for 40 Gb/s and 100 Gb/s Operation Over Fiber Optic Cables

IEEE 802.3by-2015 Amendment 2: Media access Control Parameters, Physical Layers and Management Parameters for 25 Gb/s Operation

IEEE 802.3cc-2017 Amendment 11: Physical Layer and Management Parameters for Serial 25 Gb/s

SMPTE

SMPTE ST 435-1:2012 – 10 Gb/s Serial Signal/Data Interface – Part 1: Basic Stream Derivation

Annexe A**à la Partie 4
(normative)****Longueur des données d'une ligne pour l'interface à 26,73 Gbit/s**

On trouvera dans le Tableau 4-31 la longueur des données d'une ligne pour le train à 26,73 Gbit/s.

TABLEAU 4-31

Longueur des données d'une ligne pour l'interface à 26,73 Gbit/s

Train de base	Numéro du système	Fréquence d'image	Nombre total de mots pour une ligne	Données vidéo	Données HANC et EAV/SAV	Données de bourrage
1 920 × 1 080	U1.7, U1.8, U1.9, U2.1, U1.10	23,98 Hz ou 24 Hz	990 000	691 200	298 800	0
		25 Hz	950 400	691 200	259 200	0
		29,97 Hz ou 30 Hz	792 000	691 200	100 800	0

Annexe B
à la Partie 4
(informative)

**Exemple d'attribution des canaux pour les interfaces à 26,73 Gbit/s
et à 106,92 Gbit/s**

Les Tableaux 4-32 et 4-33 donnent des exemples d'attribution des canaux respectivement pour les interfaces à 26,73 Gbit/s et à 106,92 Gbit/s.

Le canal 1 sert de canal de référence dans tous les systèmes d'attribution des canaux.

TABLEAU 4-32

Exemple d'attribution des canaux pour l'interface à 26,73 Gbit/s

Train de base 1 920 × 1 080															
CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6	CH7	CH8	CH9	CH10	CH11	CH12	CH13	CH14	CH15	CH16
Système U1.10 3 840 × 2 160/100P/4:2:0 ou 4:2:2/10 bit															
Système U1.6 3 840 × 2 160/50P/4:2:0 or 4:2:2/10 bit								Système U8.3 3 840 × 2 160/24P/4:4:4/10 bit							

NOTE 1 – Les fréquences d'image indiquées dans ce tableau correspondent à la valeur la plus faible pour chaque système d'image. D'autres fréquences d'image peuvent aussi s'appliquer en fonction du format d'image.

NOTE 2 – Les cases ombrées sont d'utilisation facultative.

NOTE 3 – Il est possible de transmettre de manière combinée différents systèmes d'image si les fréquences d'image et les nombres d'échantillons par ligne des trains de base sont compatibles entre eux.

TABLEAU 4-33

Exemple d'attribution des canaux pour l'interface à 106,92 Gbit/s

Train de base 1 920 × 1 080			
1er train à 26,73 Gbit/s	2ème train à 26,73 Gbit/s	3ème train à 26,73 Gbit/s	4ème train à 26,73 Gbit/s
Système U2.10 7 680 × 4 320/100P/4:2:0 ou 4:2:2/10 bit			
Système U2.9 7 680 × 4 320/50P/4:4:4/12 bit			
Système U2.6 7 680 × 4 320/50P/4:2:0 ou 4:2:2/10 bit		Système U1.13 3 840 × 2 160/100P/4:4:4/12 bit	

NOTE 1 – Les fréquences d'image indiquées dans ce tableau correspondent à la valeur la plus faible pour chaque système d'image. D'autres fréquences d'image peuvent aussi s'appliquer en fonction du format d'image.

NOTE 2 – Les cases ombrées sont d'utilisation facultative.

NOTE 3 – Il est possible de transmettre de manière combinée différents systèmes d'images si les fréquences d'image et les nombres d'échantillons par ligne des trains de base sont compatibles entre eux.