

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R BT.1203-3 (01/2022)

Besoins des usagers en matière de systèmes génériques de codage vidéo à réduction de débit binaire des signaux de télévision numérique pour un système de télévision de bout en bout

Série BT
Service de radiodiffusion télévisuelle



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, 2022

© UIT 2022

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.1203-3

Besoins des usagers en matière de systèmes génériques de codage vidéo à réduction de débit binaire des signaux de télévision numérique pour un système de télévision de bout en bout

(Question UIT-R 12-3/6)

(1995-2007-2015-2022)

Domaine d'application

La présente Recommandation vise à répondre aux besoins des usagers en matière de systèmes de codage vidéo à réduction de débit binaire des signaux de télévision numérique pour un système de télévision de bout en bout, pour ce qui est des formats d'image, des méthodes de codage, de la qualité de l'image, etc.

Mots clés

Vidéo à réduction de débit binaire, reportage d'actualités par satellite (RAS)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les techniques de codage à réduction de débit binaire progressent rapidement;
- b) que le codage vidéo à réduction de débit binaire des signaux de télévision numérique a été largement utilisé pour diverses applications comme le reportage d'actualités par satellite (RAS)¹, le reportage électronique d'actualités (ENG)², la production en studio, la contribution, la distribution primaire³ et secondaire⁴ et la diffusion par voie hertzienne de Terre ou par satellite;
- c) qu'on utilisera d'un bout à l'autre de la chaîne de radiodiffusion un certain nombre de codecs placés en série, ce qui peut provoquer une dégradation de la qualité de l'image;
- d) que les Recommandations UIT-T H.262 | ISO/CEI 13818-2 (MPEG-2 vidéo), H.264 | ISO/CEI 14496-10 (MPEG-4 AVC) et H.265 | ISO/CEI 23008-2 (MPEG-H HEVC) sont déjà appliquées, ou qu'il est proposé de les appliquer, aux codecs pour les applications susmentionnées;
- e) qu'il pourrait être utile de disposer d'un codage générique (c'est-à-dire de même type) avec réduction du débit binaire pour les diverses applications, de sorte que ces dernières présentent un très grand nombre de caractéristiques communes;
- f) qu'il faut rechercher une interopérabilité entre les différents formats vidéo et les différents supports de diffusion;

¹ Le reportage d'actualités par satellite (RAS) est défini au § 1.1 de l'Annexe 1 de la Recommandation UIT-R SNG.770.

² Le reportage électronique d'actualités (ENG) est défini au § 2 de l'Annexe 3 de la Recommandation UIT-R SA.1154 et au § 3 du Rapport UIT-R BT.2069.

³ La distribution primaire se définit comme la distribution de contenus de radiodiffusion depuis un centre d'agrégation de contenus (centre de diffusion) ou une régie de contenus vers un centre émetteur de radiodiffusion ou une tête de réseau de distribution secondaire.

⁴ La distribution secondaire se définit comme l'émission de contenus de radiodiffusion pour le grand public, quel que soit le support de diffusion.

g) que la production et l'échange international de programmes sont mis en œuvre en TVHD, TVUHD et TV-HDR;

h) que des systèmes de radiodiffusion analogiques et numériques coexisteront pendant une certaine période de transition,

recommande

1 d'utiliser, dans la mesure du possible, d'un bout à l'autre de la chaîne de radiodiffusion, le même format ou des formats de signaux d'image proches;

2 d'utiliser le même format de signaux d'image en entrée et en sortie pour le codage et le décodage;

3 d'utiliser dans la mesure du possible la même méthode de codage ou des méthodes proches pour la diffusion par voie hertzienne de Terre ou par satellite et pour la distribution secondaire afin de minimiser le coût du récepteur et la dégradation de la qualité de l'image;

4 d'utiliser, dans la mesure du possible, un codeur qui permette que des paramètres fixes, pouvant être utilisés dans les opérations de codage ultérieures, par exemple, les informations relatives au mouvement, soient chargés dans les codecs situés en aval;

5 d'utiliser une interface simple entre les différents codecs,

recommande en outre

1 d'utiliser les valeurs figurant dans l'Annexe 1 pour l'entrée du codeur et la sortie du décodeur;

2 de respecter les spécifications fonctionnelles et opérationnelles décrites dans l'Annexe 2;

3 d'examiner les avantages liés à la facilité d'exploitation, au coût des équipements et à la qualité de l'image que présente l'application d'un codage générique à tout ou partie de la chaîne de radiodiffusion;

4 de choisir la Recommandation UIT-T H.262 | ISO/CEI 13818-2 (MPEG-2 vidéo), la Recommandation UIT-T H.264 | ISO/CEI 14496-10 (MPEG-4 AVC)⁵ ou la Recommandation UIT-T H.265 | ISO/CEI 23008-2 (MPEG-H HEVC) pour la méthode de codage de la source utilisée par différentes administrations en fonction d'un certain nombre de considérations dont, par exemple, l'interopérabilité avec les équipements anciens, l'utilisation efficace du débit binaire disponible dans le canal de diffusion et l'harmonisation avec les méthodes de codage de la source adoptées par des administrations voisines pour les canaux de radiodiffusion numérique de Terre et par satellite.

⁵ *Note du Secrétariat*: Les Recommandations UIT-T H.262, UIT-T H.264 et UIT-T H.265 sont disponibles sous forme électronique sur le site web de l'UIT-T.

Annexe 1

Format d'image pour les codecs

TABLEAU 1

Format des signaux d'entrée pour les codecs

Rubrique	RAS/ENG		Contribution	Production en studio	Distribution primaire Cas 1 ⁽³⁾	Distribution primaire Cas 2 ⁽⁴⁾	Diffusion par voie de Terre	Diffusion par satellite	Distribution secondaire
	Mode 1 ⁽¹⁾	Mode 2 ⁽²⁾							
Nombre d'échantillons par ligne et nombre de lignes par image	Les formats d'image classiques sont énumérés dans le Tableau 2								
Format couleur	Il convient d'utiliser le format 4:2:0, 4:2:2 ou 4:4:4 pour l'interface numérique, en fonction des formats studio spécifiés.			Il convient d'utiliser le format 4:2:0, 4:2:2 ou 4:4:4 pour l'interface numérique, en fonction des formats studio spécifiés.					

⁽¹⁾ Mode 1: bonnes conditions de transmission.

⁽²⁾ Mode 2: conditions de transmission médiocres.

⁽³⁾ Cas 1: distribution primaire numérique suivie d'une distribution secondaire ou d'une émission analogiques.

⁽⁴⁾ Cas 2: distribution primaire numérique suivie d'une distribution secondaire ou d'une émission numériques.

TABLEAU 2

Formats d'image d'entrée classiques pour les codecs

Recommandation UIT-R	Matrice de pixels	Fréquence d'image (Hz)	Balayage
BT.2100	7 680 × 4 320	120; 120/1,001; 100; 60; 60/1,001; 50; 30; 30/1,001; 25; 24; 24/1,001	Progressif
	3 840 × 2 160		
	1 920 × 1 080		
BT.2020	7 680 × 4 320	120; 120/1,001; 100; 60; 60/1,001; 50; 30; 30/1,001; 25; 24; 24/1,001	Progressif
	3 840 × 2 160	120; 120/1,001; 100; 60; 60/1,001; 50; 30; 30/1,001; 25; 24; 24/1,001	Progressif
BT.709	1 920 × 1 080 ⁽¹⁾	60; 60/1,001; 50; 30; 30/1,001; 25; 24; 24/1,001	Progressif
	1 920 × 1 080 ⁽¹⁾	30; 30/1,001; 25	Entrelacement
BT.1543	1 280 × 720	60; 60/1,001; 30; 30/1,001	Progressif
BT.1847	1 280 × 720	50	Progressif
BT.601	720 × 576	25	Entrelacement
	720 × 483 ⁽²⁾	30; 30/1,001	Entrelacement

⁽¹⁾ Pour le codage interne, le nombre d'échantillons par ligne peut être ramené à 1 440.

⁽²⁾ Le nombre de lignes codées peut être de 480 pour des applications d'émission et de distribution secondaire, bien que le format d'image et le centre de l'image soient définis à l'aide de 483 lignes actives.

NOTE 1 – Les Tableaux 3 et 4 contiennent des renseignements sur les profils et les niveaux définis dans la Recommandation UIT-T H.262.

NOTE 2 – Le Tableau 5 contient des renseignements sur les niveaux définis dans la Recommandation UIT-T H.264.

NOTE 3 – Le Tableau 6 contient des renseignements sur les niveaux définis dans la Recommandation UIT-T H.265.

TABLEAU 3

Limites supérieures pour la densité d'échantillonnage et la fréquence d'échantillonnage de luminance actuellement utilisées parmi celles spécifiées dans la Recommandation UIT-T H.262

Niveau		Profil				
		Simple	Principal	Élevé		4:2:2
				(4:2:0)	(4:2:2)	
Haut	Échantillons/ligne		1 920	1 920	1 920	1 920
	lignes/image		1 088	1 088	1 088	1 088
	images/s		60	60	60	60
	échantillons/s		62 668 800	83 558 400	62 668 800	62 668 800
Haut-1 440	Échantillons/ligne		1 440	1 440	1 440	
	lignes/image		1 088	1 088	1 088	
	images/s		60	60	60	
	échantillons/s		47 001 600	62 668 800	47 001 600	
Principal	Échantillons/ligne	720	720	720	720	720
	lignes/image	576	576	576	576	608 ⁽¹⁾
	images/s	30	30	30	30	30
	échantillons/s	10 368 000	10 368 000	14 745 600	11 095 200	11 095 200
Bas	Échantillons/ligne		352			
	lignes/image		288			
	images/s		30			
	échantillons/s		3 041 280			

⁽¹⁾ 512 lignes/image pour 525/60, 608 lignes/image pour 625/50.

TABLEAU 4

Limites supérieures pour les débits binaires (Mbit/s) actuellement utilisés parmi ceux spécifiés dans la Recommandation UIT-T H.262

Niveau	Profil			
	Simple	Principal	Élevé	4:2:2
Haut		80	100	300
Haut-1 440		60	80	
Principal	15	15	20	50
Bas		4		

TABLEAU 5

Niveaux à utiliser parmi ceux spécifiés dans la Recommandation UIT-T H.264

Numéro du niveau	Dimension de l'image (échantillons/ligne × lignes/image)	Fréquence d'image ⁽¹⁾ (Hz)	Débit binaire vidéo maximal ⁽²⁾ (Mbit/s)	Nombre maximal d'images de référence pour la dimension de l'image
3	720 × 480 720 × 576	30 25	10	5
3.1	1 280 × 720	30	14	5
3.2	1 280 × 720	60, 50	20	4
4	1 920 × 1 080	30, 25, 24	20	4
4.1	1 920 × 1 080	30, 25, 24	50	4
4.2	1 920 × 1 080	60, 50	50	4
5.1	3 840 × 2 160	30, 25, 24	240	5
5.2	3 840 × 2 160	60, 50	240	5

⁽¹⁾ Y compris celles multipliées par 1000/1001 pour 24, 30, 60 et 120 Hz.

⁽²⁾ Pour les profils élevé, élevé 10 et élevé 4:2:2, les multiplicateurs de débit binaire suivants s'appliquent: Élevé: × 1,25; élevé 10: × 3; élevé 4:2:2: × 4.

TABLEAU 6

Précisions d'ordre général et limites de niveau concernant les applications de radiodiffusion HEVC

Numéro du niveau	Dimension de l'image (échantillons/ligne × lignes/image)	Fréquence d'image ⁽¹⁾ (Hz)	Débit binaire vidéo maximal (Mbit/s)				Nombre maximal d'images de référence pour la dimension de l'image
			Rang principal ⁽²⁾		Rang élevé ⁽³⁾		
			Profil principal 10 ou profil principal	Profil principal 4:2:2 10	Profil principal 10 ou profil principal	Profil principal 4:2:2 10	
3	720 × 480 720 × 576	30 25	6	10	Sans objet	Sans objet	8 8
3.1	1 280 × 720	30	10	17	Sans objet	Sans objet	6
4	1 280 × 720 1 920 × 1 080	60, 50 30, 25, 24	12	20	30	50	16 6
4.1	1 920 × 1 080	60, 50	20	33	50	83	6
5	3 840 × 2 160	30, 25, 24	25	42	100	167	6
5.1	3 840 × 2 160	60, 50	40	67	160	267	6
5.2	3 840 × 2 160	120, 100	60	100	240	400	6
6	7 680 × 4 320	30, 25, 24	60	100	240	400	6
6.1	7 680 × 4 320	60, 50	120	200	480	800	6
6.2	7 680 × 4 320	120, 100	240	400	800	1 334	6

⁽¹⁾ Y compris celles multipliées par 1 000/1 001 pour 24, 30, 60 et 120 Hz.

⁽²⁾ Les émissions de radiodiffusion peuvent utiliser généralement le rang principal.

⁽³⁾ La contribution, la distribution primaire, les systèmes ENG et la production et l'échange de programmes peuvent utiliser le rang élevé, qui prend en charge des débits binaires plus élevés.

Annexe 2

Spécifications fonctionnelles et opérationnelles pour les codecs

TABLEAU 7

Spécifications fonctionnelles et opérationnelles

Rubrique	RAS/ENG Mode 1	RAS/ENG Mode 2	Contribution	Production en studio	Distribution primaire Cas 1	Distribution primaire Cas 2	Diffusion par voie de Terre	Diffusion par satellite	Distribution secondaire
Nombre de canaux audio BT.2100/HDR-TV BT.2020/TVUHD BT.709/TVHD BT.1543 et BT.1847 BT.601/TVDN	Minimum 2 Minimum 2 Minimum 2 Minimum 2		Maximum 24 ⁽¹⁾ Maximum 8 Maximum 8 Maximum 6				Maximum 24 ⁽¹⁾ Maximum 6 Maximum 6 Maximum 6		
Gamme des débits binaires	Voir les Tableaux 3 à 6			Voir le Tableau 6	Correspond aux débits binaires du RAS et de contribution	Correspond à la distribution secondaire	Voir les Tableaux 3 à 6		
Mode de prédiction ⁽²⁾	I, P				(I, B, P) et (I, P) sont utilisés respectivement en radiodiffusion en différé et en direct				
Qualité de l'image ⁽³⁾ (%)	12% ⁽⁴⁾	36% ⁽⁴⁾	12% ⁽⁴⁾		12% ⁽⁴⁾	12% ⁽⁴⁾	12% ⁽⁵⁾		
Compatibilité	Non requise					Souhaitée			
Codage hiérarchique	Non requis					Requis uniquement pour le système de dégradation progressive			
Échelonnabilité	Non requise, mais, si nécessaire, on peut obtenir une qualité moindre avec un interpolateur spatial					Souhaitable, nécessaire pour le codage hiérarchique			
Interopérabilité	Non requise					Un décodeur devrait décoder les trains binaires avec autant de formats d'image possible mais pas nécessairement tous			

TABLEAU 7 (*fin*)

Rubrique	RAS/ENG Mode 1	RAS/ENG Mode 2	Contribution	Production en studio	Distribution primaire Cas 1	Distribution primaire Cas 2	Diffusion par voie de Terre	Diffusion par satellite	Distribution secondaire
Montage				Requis au niveau du train binaire					
Flexibilité du débit binaire	Un décodeur devrait décoder les trains binaires à n'importe quel débit binaire décrit au point «gamme des débits binaires»								
Retard intrinsèque du codec	Retard global inférieur à 300 ms souhaitable pour des applications interactives avec canal retour								
Temps de récupération (après une interruption de 50 ms)	≤ 1 s		≤ 500 ms				≤ 500 ms		
Temps d'acquisition	Le temps d'acquisition est dû essentiellement au temps de décodage et à l'intervalle entre les images I. Il est souhaitable que ce temps d'acquisition soit inférieur à 500 ms								
Dissimulation des erreurs	Requise; un décodeur devrait assurer cette fonction et avoir une fonction de signalisation des conditions d'erreur pour les applications en studio				Souhaitable				
Dégradation progressive	Non requise					Souhaitable; essentielle pour la réception avec des équipements mobiles et des équipements portatifs			
Temps de latence pour passer d'un canal à l'autre	Non requis					Moins de 550 ms			
Décalage relatif entre le signal son et le signal image	± 2 ms par codec ⁽⁴⁾						± 2 ms par codec ⁽⁵⁾		

(1) Voir la Recommandation UIT-R BS.2051.

(2) I: image I, P: image P, B: image B.

(3) Dans le cas où l'on utilise la méthode DSCQS (double stimulus utilisant une échelle de qualité continue). Il est également possible d'utiliser la méthode DSIS (double stimulus utilisant une échelle de dégradation).

(4) Voir la Recommandation UIT-R BT.1868.

(5) Voir la Recommandation UIT-R BT.1122.

Pièce jointe⁶

Définition et explication des rubriques des Tableaux 1, 3, 5, 6 et 7

Codage générique: codage numérique d'images basé sur une famille de méthodes de codage apparentées.

Nombre d'échantillons par ligne: nombre d'échantillons de luminance par ligne active.

Nombre de lignes par image: nombre de lignes actives par image.

Format couleur: rapport entre le nombre d'éléments d'image de luminance et le nombre d'éléments d'image de chrominance coïncidents ou rapport entre les éléments d'image couleur *R*, *G* et *B*.

Nombre de canaux audio: nombre total de canaux son par programme et description des modalités de combinaison de ces canaux pour différentes applications.

Gamme des débits binaires: débit binaire minimal et maximal à la sortie du codeur pour plusieurs formats d'entrée.

Mode de prédiction: type de prédiction utilisé à l'intérieur du codeur; il a une grande incidence sur la qualité d'image maximale que l'on peut obtenir pour les codecs suivants.

Qualité de l'image: résultats de l'évaluation subjective de la qualité de codage et de décodage dans un canal exempt d'erreurs.

Compatibilité: capacité de la syntaxe du flux binaire à permettre le traitement séparé de parties de la totalité du flux binaire dans des codecs situés en aval.

Codage hiérarchique: méthode permettant d'obtenir différents niveaux de résolution côté décodeur.

Échelonnabilité: accès à plusieurs qualités d'image dans un seul et même flux binaire.

Interopérabilité: description du degré de similitude entre différents flux binaires à l'intérieur de la chaîne de radiodiffusion.

Montage: possibilité de monter un programme en tenant compte de la structure des données à la sortie du codeur.

Flexibilité du débit binaire: l'algorithme de codage peut permettre d'utiliser soit un codage à débit binaire constant (BRR, *constant bit rate*) soit un codage à débit binaire variable (VBR, *variable bit rate*).

Retard intrinsèque du codec: retard introduit par l'algorithme de codage/décodage.

Temps de récupération: intervalle de temps entre une interruption physique à l'intérieur de la chaîne de radiodiffusion et le rétablissement de toutes les fonctionnalités.

Temps d'acquisition: le temps d'attente acceptable maximal depuis le début du processus de décodage jusqu'à l'affichage de l'image. Peut influencer le choix de la méthode de codage générique.

Dissimulation des erreurs: possibilité pour le décodeur de réagir de façon bien précise à des signaux d'alarme provenant de la partie, code correcteur d'erreurs (FEC) du décodeur.

⁶ Les définitions figurant dans cette pièce jointe se rapportent uniquement à la présente Recommandation.

Dégradation progressive: pour éviter une dégradation abrupte de la qualité de l'image côté décodeur, la sortie des codeurs échelonnables peut être protégée par différents mécanismes de traitement des erreurs ou par des mécanismes de modulation non uniformes. Les deux méthodes peuvent aussi être combinées.

Temps de latence pour passer d'un canal à l'autre: temps d'attente dû à la commutation entre différents canaux de télévision.
