

Union internationale des télécommunications

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R BT.2020-1
(06/2014)

**Valeurs de paramètres des systèmes de
télévision à ultra haute définition pour la
production et l'échange international
de programmes**

Série BT
Service de radiodiffusion télévisuelle



Union
internationale des
télécommunications

Avant-propos

Le rôle du Secteur des radiocommunications est d'assurer l'utilisation rationnelle, équitable, efficace et économique du spectre radioélectrique par tous les services de radiocommunication, y compris les services par satellite, et de procéder à des études pour toutes les gammes de fréquences, à partir desquelles les Recommandations seront élaborées et adoptées.

Les fonctions réglementaires et politiques du Secteur des radiocommunications sont remplies par les Conférences mondiales et régionales des radiocommunications et par les Assemblées des radiocommunications assistées par les Commissions d'études.

Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

La politique de l'UIT-R en matière de droits de propriété intellectuelle est décrite dans la «Politique commune de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI en matière de brevets», dont il est question dans l'Annexe 1 de la Résolution UIT-R 1. Les formulaires que les titulaires de brevets doivent utiliser pour soumettre les déclarations de brevet et d'octroi de licence sont accessibles à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/fr>, où l'on trouvera également les Lignes directrices pour la mise en oeuvre de la politique commune en matière de brevets de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI et la base de données en matière de brevets de l'UIT-R.

Séries des Recommandations UIT-R

(Egalement disponible en ligne: <http://www.itu.int/publ/R-REC/fr>)

Séries	Titre
BO	Diffusion par satellite
BR	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
BS	Service de radiodiffusion sonore
BT	Service de radiodiffusion télévisuelle
F	Service fixe
M	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
P	Propagation des ondes radioélectriques
RA	Radio astronomie
RS	Systèmes de télédétection
S	Service fixe par satellite
SA	Applications spatiales et météorologie
SF	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
SM	Gestion du spectre
SNG	Reportage d'actualités par satellite
TF	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires
V	Vocabulaire et sujets associés

Note: Cette Recommandation UIT-R a été approuvée en anglais aux termes de la procédure détaillée dans la Résolution UIT-R 1.

Publication électronique
Genève, 2015

© UIT 2015

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.2020-1*

Valeurs de paramètres des systèmes de télévision à ultra haute définition pour la production et l'échange international de programmes

(2012-2014)

Domaine d'application

La télévision à ultra haute définition (TVUHD) donnera aux spectateurs une impression de réalité encore plus forte, principalement en offrant un champ de vision élargi aussi bien horizontalement que verticalement, grâce à des dimensions d'écran appropriées pouvant être utilisées dans les foyers et dans des lieux publics. Les applications de TVUHD nécessitent des paramètres de système supérieurs à ceux de la TVHD. La présente Recommandation définit les paramètres de système pour les images TVUHD, pour la production et l'échange international de programmes.

Mots clés

Champ de vision élargi, échange international de programmes, paramètres de système pour les images, système de télévision, TVUHD

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que le service de radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre (DTTB) a été introduit par certaines Administrations depuis 1997 et peut fournir des programmes de télévision de haute qualité au moyen de systèmes de TVHD;
- b) que les spectateurs attendent des systèmes de télévision ultérieurs à la TVHD qu'ils offrent des caractéristiques encore meilleures que celles des systèmes de TVHD actuels, à savoir des sensations plus réalistes, une plus grande fidélité avec le monde réel et une information visuelle plus précise;
- c) qu'il est prévu que la télévision à ultra haute définition (TVUHD) soit disponible dans un avenir proche, avec notamment de plus grands écrans, une résolution spatiale/temporelle plus élevée, une gamme de couleurs plus étendue, une plus haute dynamique, etc., compte tenu des avancées en matière de technologie d'affichage;
- d) que l'UIT-R étudie l'imagerie à ultra haute résolution (EHRI) et une hiérarchie étendue de formats d'image LSDI (imagerie numérique sur grand écran), et qu'il a élaboré les Recommandations UIT-R suivantes: la Recommandation UIT-R BT.1201-1 relative aux caractéristiques d'image pour l'imagerie à ultra haute résolution, et la Recommandation UIT-R BT.1769 contenant les valeurs de paramètres pour une hiérarchie étendue de formats d'image LSDI;
- e) que le système d'imagerie LSDI offre un affichage sur très grand écran, en général pour le public. Il peut être utilisé pour une vaste gamme d'applications, y compris pour la présentation de programmes tels que des films, des pièces de théâtre, des événements sportifs, des concerts, etc.;

* La Commission d'études 6 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à la présente Recommandation en février 2015, conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 1.

- f) que le système EHRI offre des résolutions plus élevées que celles de la TVHD et peut être utilisé pour des applications de radiodiffusion et autres que de radiodiffusion (par exemple, l'infographie, l'impression et les applications médicales);
- g) que la TVUHD donne au spectateur une impression de réalité encore plus forte, en offrant un champ de vision élargi qui couvre une partie considérable du champ visuel humain, grâce à des dimensions d'écran appropriées pouvant être utilisées dans une habitation et dans des lieux publics;
- h) qu'il est souhaitable de disposer pour les systèmes de TVUHD de formats de signaux qui aident à améliorer l'efficacité de compression, dans la mesure où ces systèmes ont un plus grand nombre de pixels que les systèmes de TVHD,

recommande

que les spécifications décrites dans la présente Recommandation soient utilisées¹ pour la production et l'échange international de programmes de TVUHD,

recommande en outre

que, dans le cas où il serait démontré qu'une autre fonction de transfert électro-optique (EOTF) fournira des avantages substantiels sans pour autant imposer de désavantages majeurs, le domaine d'application de la présente Recommandation soit étendu afin de permettre une utilisation avec une fonction EOTF améliorée.

NOTE – Il conviendra d'envisager d'étendre le domaine d'application de la présente Recommandation pour la compléter et y faire figurer des paramètres d'image étendus.

¹ Les systèmes de TVUHD $3\ 840 \times 2\ 160$ et $7\ 680 \times 4\ 320$ seront principalement utilisés pour la diffusion de programmes de télévision dans les foyers, où ils donneront au spectateur une plus grande sensation "d'y être" et une plus forte impression de réalité, grâce à des écrans dont la diagonale sera de l'ordre de 1,5 mètre ou plus, ou pour des présentations sur grand écran (LSDI) dans des salles de cinéma, des salles de spectacle et d'autres lieux tels que des installations sportives ou des parcs à thème.

La présentation sur tablette à extrêmement haute résolution sera aussi intéressante pour les spectateurs.

Le système $7\ 680 \times 4\ 320$ permettra d'avoir une meilleure expérience visuelle qu'avec le système $3\ 840 \times 2\ 160$, dans un plus grand nombre d'environnements d'observation.

Une amélioration de l'efficacité du codage de la source vidéo et/ou de la capacité des canaux de transmission, par rapport à ce qui est actuellement utilisé, sera certainement nécessaire pour distribuer de tels programmes par radiodiffusion de Terre ou par satellite dans les foyers. Des études sont en cours à cette fin. Il sera possible dans un premier temps de distribuer ces programmes par câble ou fibre.

Le choix de la fréquence image peut être influencé par la fréquence de l'alimentation électrique et par le type d'éclairage de la scène utilisé, ainsi que par des considérations liées à la conversion d'éléments de programme entre fréquences image élevées et fréquences image faibles (voir Rapport UIT-R BT.2446).

TABLEAU 1
Caractéristiques spatiales de l'image

Paramètre	Valeurs	
Format d'image	16:9	
Nombre de pixels Horizontal × vertical	7 680 × 4 320	3 840 × 2 160
Grille d'échantillonnage	Orthogonal	
Format de pixel	1:1 (pixels carrés)	
Ordre des pixels	Les pixels sont ordonnés de gauche à droite dans chaque ligne, et les lignes sont ordonnées de haut en bas.	

TABLEAU 2
Caractéristiques temporelles de l'image

Paramètre	Valeurs
Fréquence image (Hz) ^{(1), (2)}	120, 60, 60/1,001, 50, 30, 30/1,001, 25, 24, 24/1,001
Mode de balayage	Progressif

⁽¹⁾ La fréquence image supplémentaire 100 Hz est utilisée dans plusieurs pays utilisant déjà la fréquence image 50 Hz.

⁽²⁾ La fréquence image supplémentaire 120/1,001 Hz est utilisée dans plusieurs pays utilisant déjà la fréquence image 60 Hz, et son utilisation est toujours à l'étude dans plusieurs autres pays.

TABLEAU 3
Colorimétrie utilisée dans le système

Paramètre	Valeurs		
Caractéristiques de transfert optoélectronique avant précorrection non linéaire	Supposée linéaire ⁽¹⁾		
Couleurs primaires et blanc de référence ⁽²⁾	Coordonnées de chromaticité (CIE, 1931)	x	y
	Rouge primaire (R)	0,708	0,292
	Vert primaire (G)	0,170	0,797
	Bleu primaire (B)	0,131	0,046
	Blanc de référence (D65)	0,3127	0,3290

⁽¹⁾ Les informations ayant trait à l'image peuvent être indiquées de manière linéaire au moyen des composantes trichromatiques RGB comprises entre 0 et 1.

⁽²⁾ Les valeurs colorimétriques des informations ayant trait à l'image peuvent être déterminées à partir des couleurs RGB de référence et du blanc de référence.

TABLEAU 4
Format de signal

Paramètre	Valeurs	
Format de signal	$R'G'B^{(1)}$	
	Luminance constante $Y'C'_{BC}C'_{RC}^{(2)}$	Luminance non constante $Y'C'_{BC}C'_{RC}^{(3)}$
Fonction de transfert non linéaire ⁽⁴⁾	$E' = \begin{cases} 4,5E, & 0 \leq E < \beta \\ \alpha E^{0,45} - (\alpha - 1), & \beta \leq E \leq 1 \end{cases}$ <p>où E est une tension normalisée par le niveau du blanc de référence et est proportionnel à l'intensité lumineuse implicite qui serait détectée avec une voie couleur de caméra de référence R, G, B; E' est le signal non linéaire résultant.</p> <p>α et β sont les solutions des équations simultanées suivantes:</p> $\begin{cases} 4,5\beta = \alpha\beta^{0,45} - \alpha + 1 & (1) \\ 4,5 = 0,45\alpha\beta^{-0,55} & (2) \end{cases}$ <p>Ces équations simultanées fournissent la condition nécessaire pour relier les deux segments de la courbe et donnent pour résultat $\alpha = 1,09929682680944...$ et $\beta = 0,018053968510807...$. A des fins pratiques, on peut utiliser les valeurs suivantes:</p> <p>$\alpha = 1,099$ et $\beta = 0,018$ pour des systèmes à 10 bits $\alpha = 1,0993$ et $\beta = 0,0181$ pour des systèmes à 12 bits</p>	
Détermination de $Y'C$ et Y'	$Y'_C = (0,2627R + 0,6780G + 0,0593B)$	$Y' = 0,2627R' + 0,6780G' + 0,0593B'$
Détermination des signaux de différence de couleur	$C'_{BC} = \begin{cases} \frac{B' - Y'_C}{-2N_B}, & N_B \leq B' - Y'_C \leq 0 \\ \frac{B' - Y'_C}{2P_B}, & 0 < B' - Y'_C \leq P_B \end{cases}$ $C'_{RC} = \begin{cases} \frac{R' - Y'_C}{-2N_R}, & N_R \leq R' - Y'_C \leq 0 \\ \frac{R' - Y'_C}{2P_R}, & 0 < R' - Y'_C \leq P_R \end{cases}$ <p>where</p> $P_B = \alpha(1 - 0,0593^{0,45}) = 0,7909854...$ $N_B = \alpha(1 - 0,9407^{0,45}) - 1 = -0,9701716...$ $P_R = \alpha(1 - 0,2627^{0,45}) = 0,4969147..$ $N_R = \alpha(1 - 0,7373^{0,45}) - 1 = -0,8591209...$ A des fins pratiques, on peut utiliser les valeurs suivantes: $P_B = 0,7910, N_B = -0,9702$ $P_R = 0,4969, N_R = -0,8591$	$C'_B = \frac{B' - Y'}{1,8814}$ $C'_R = \frac{R' - Y'}{1,4746}$

Notes relatives au Tableau 4:

- (1) R'G'B' peut-être utilisé pour l'échange de programmes lorsqu'il est primordial de disposer de la meilleure qualité de production du programme possible.
- (2) Les signaux de luminance constante Y'CC'BCC'RC peuvent être utilisés lorsqu'il est primordial de disposer des informations les plus précises possible sur la rétention de la luminance, ou lorsqu'un gain d'efficacité du codage est attendu pour la fourniture de l'image (voir le Rapport UIT.R BT.2246).
- (3) Les signaux conventionnels de luminance non constante Y'C'BC'R peuvent être utilisés lorsqu'il est primordial dans une chaîne de radiodiffusion d'utiliser les mêmes méthodes d'exploitation que dans un environnement TVDN ou TVHD (voir le Rapport UIT.R BT.2246).
- (4) Dans la pratique normale en matière de production, la fonction de codage des sources d'images est réglée de sorte que l'image finale ait l'apparence voulue, comme vue sur un écran de référence ayant la fonction de décodage de référence décrite dans la Recommandation UIT-R BT.1886, dans l'environnement d'observation de référence défini dans la Recommandation UIT-R BT.2035.

TABLEAU 5
Représentation numérique

Paramètres	Valeurs		
Signal codé	$R', G', B' \text{ ou } Y', C'_B, C'_R \text{ ou } Y'_C, C'_{BC}, C'_{RC}$		
Grille d'échantillonnage – R', G', B', Y', Y'_C	Orthogonale, se répétant en ligne et en image et coïncidant		
Grille d'échantillonnage – $C'_B, C'_R \text{ ou } C'_{BC}, C'_{RC}$	Orthogonale, se répétant en ligne et en image, en coïncidence l'un avec l'autre. Le premier (en haut à gauche) échantillon coïncide avec les premiers échantillons Y' .		
	Système 4:4:4	Système 4:2:2	Système 4:2:0
	Chaque composante a le même nombre d'échantillons horizontaux que la composante Y' (Y'_C).	Horizontalement sous-échantillonnée selon un facteur 2 par rapport à la composante Y' (Y'_C)	Horizontalement et verticalement sous-échantillonnée selon un facteur 2 par rapport à la composante Y' (Y'_C)
Format de codage	10 ou 12 bits par composante		
Quantification de $R', G', B', Y', Y'_C, C'_B, C'_R, C'_{BC}, C'_{RC}$	$DR' = INT[(219 \times R' + 16) \times 2^{n-8}]$ $DG' = INT[(219 \times G' + 16) \times 2^{n-8}]$ $DB' = INT[(219 \times B' + 16) \times 2^{n-8}]$ $DY'(DY'_C) = INT[(219 \times Y'(Y'_C) + 16) \times 2^{n-8}]$ $DC'_B(DC'_{BC}) = INT[(224 \times C'_B(C'_{BC}) + 128) \times 2^{n-8}]$ $DC'_R(DC'_{RC}) = INT[(224 \times C'_R(C'_{RC}) + 128) \times 2^{n-8}]$		
Niveaux de quantification	Codage à 10 bits	Codage à 12 bits	
– Niveau du noir $DR', DG', DB', DY', DY'_C$	64	256	
– Achromatique $DC'_B, DC'_R, DC'_{BC}, DC'_{RC}$	512	2 048	
– Crête nominale $DR', DG', DB', DY', DY'_C$ $DC'_B, DC'_R, DC'_{BC}, DC'_{RC}$	940 64 et 960	3 760 256 et 3 840	
Assignation des niveaux de quantification	Codage à 10 bits	Codage à 12 bits	
– Données vidéo	4 à 1 019	16 à 4 079	
– Références temporelles	0-3 et 1 020-1 023	0-15 et 4 080-4 095	