

Union internationale des télécommunications

**UIT-R**

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

**Recommandation UIT-R BT.2123-0**  
(01/2019)

**Valeurs de paramètres vidéo des systèmes  
audiovisuels en immersion évolués pour la  
production et l'échange international  
de programmes de radiodiffusion**

**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 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

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

Séries	Titre
<b>BO</b>	Diffusion par satellite
<b>BR</b>	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
<b>BS</b>	Service de radiodiffusion sonore
<b>BT</b>	<b>Service de radiodiffusion télévisuelle</b>
<b>F</b>	Service fixe
<b>M</b>	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
<b>P</b>	Propagation des ondes radioélectriques
<b>RA</b>	Radio astronomie
<b>RS</b>	Systèmes de télédétection
<b>S</b>	Service fixe par satellite
<b>SA</b>	Applications spatiales et météorologie
<b>SF</b>	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
<b>SM</b>	Gestion du spectre
<b>SNG</b>	Reportage d'actualités par satellite
<b>TF</b>	Émissions de fréquences étalon et de signaux horaires
<b>V</b>	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, 2019

© UIT 2019

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.2123-0

**Valeurs de paramètres vidéo des systèmes audiovisuels en immersion<sup>1</sup>  
évolués pour la production et l'échange international  
de programmes de radiodiffusion**

(2019)

**Domaine d'application**

Les systèmes audiovisuels en immersion évolués (AIAV) offrent aux utilisateurs une expérience immersive qui suscite une impression de présence inédite, en offrant un champ de vision élargi dans la direction souhaitée. En vue de produire des images de qualité élevée pouvant être visionnées confortablement, les systèmes AIAV nécessitent des paramètres de système vidéo qui atteignent des niveaux supérieurs à ceux de la TVUHD ainsi que des paramètres de système additionnels qui permettent une représentation de l'image dans toutes les directions. La présente Recommandation spécifie les paramètres de système AIAV pour la production et l'échange international de programmes.

**Mots clés**

Multimédias en immersion, réalité virtuelle, vidéo à 360°, paramètres de système, cartographie de projection

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que la réalité virtuelle, la vidéo à 360° et d'autres technologies multimédias en immersion suscitent l'attention des fournisseurs de contenus, du public et des fournisseurs de technologies grand public associées;
- b) que les réalisateurs de programmes de télévision et de radio, entre autres, s'intéressent aux systèmes en immersion évolués afin de permettre au public de tirer le meilleur parti de leurs contenus;
- c) qu'à l'heure actuelle, les contenus multimédia en immersion sont généralement acquis et produits selon les exigences de technologies de diffusion ou de distribution spécifiques;
- d) qu'il n'existe actuellement ni normes ni pratiques recommandées à l'échelle mondiale pour la production, le matricage et l'échange de programmes radiodiffusés utilisant la réalité virtuelle, la vidéo à 360° ou d'autres technologies en immersion;
- e) que les radiodiffuseurs distribuent un large éventail de contenus au public sur des plates-formes de diffusion interactives de plus en plus nombreuses;
- f) que la production d'images de réalité virtuelle à 360° de grande qualité et pouvant être visionnées confortablement exige une résolution spatiale très élevée;
- g) que le fait de spécifier des valeurs pour les paramètres des composants audiovisuels des systèmes audiovisuels en immersion évolués (AIAV) pour la production de contenus linéaires professionnels facilite la production de divers contenus AIAV,

---

<sup>1</sup> Aux fins de la présente Recommandation, l'expression «en immersion» désigne tous les formats ou supports ou plates-formes qui proposent ou permettent au public d'influencer ou de commander, de quelque manière que ce soit, la présentation du contenu.

*recommande*

que les spécifications décrites dans la présente Recommandation soient utilisées pour la production et l'échange international de contenu AIAV.

## 1 Caractéristiques des images à 360° dans les applications à trois degrés de liberté (3DoF)<sup>2</sup>

On trouvera dans les Tableaux 1 à 3 les caractéristiques des images à 360° dans les applications 3DoF.

TABLEAU 1

### Caractéristiques spatiales et temporelles de l'image

Paramètre	Valeurs
Méthode de projection d'une sphère sur une image rectangulaire	Projection équirectangulaire (Voir les informations détaillées données dans l'Annexe 1)
Nombre de pixels des images cartographiées Horizontal × vertical	30 720 × 15 360 <sup>(1), (2)</sup> (30K × 15K)
Format de pixel	1:1 (pixels carrés)
Fréquence de trame (Hz)	120, 120/1,001, 100, 60, 60/1,001, 50
Format d'image	Progressif

<sup>(1)</sup> Ces valeurs sont fondées sur l'acuité humaine angulaire spatiale type afin que les spectateurs ne perçoivent pas la structure des pixels lorsqu'ils regardent une partie d'une image à 360°. Il faut un nombre de pixels de 30K × 15K pour une image à 360° complète. Un nombre de pixels différent peut être utilisé lorsqu'on procède à la conception effective du système.

<sup>(2)</sup> Un hémisphère ou une partie de l'image à 360° peut être représenté en prenant une partie de 30K × 15K pixels.

---

<sup>2</sup> Programme dans lequel l'utilisateur peut regarder librement dans n'importe quelle direction avec trois degrés de liberté (3DoF) (lacet, tangage ou roulis). Un utilisateur assis sur une chaise regardant un contenu 3D de réalité virtuelle à 360° présenté avec un visiocasque (HMD) est un cas d'utilisation type. Voir la Fig. 1 pour plus de détails.

TABLEAU 2  
Colorimétrie utilisée dans le système

Paramètre		Valeurs		
		Spectre optique (à titre d'information)	Coordonnées de chromaticité (CIE, 1931)	
			<i>x</i>	<i>y</i>
Couleurs primaires	Rouge primaire (R)	monochromatique 630 nm	0,708	0,292
	Vert primaire (G)	monochromatique 532 nm	0,170	0,797
	Bleu primaire (B)	monochromatique 467 nm	0,131	0,046
Blanc de référence		D65 selon ISO 11664-2:2007	0,327	0,3290
Fonctions d'égalisation des couleurs		CIE 1931		

TABLEAU 3  
Format du signal

Paramètre	Valeurs
Format du signal	$R'G'B'$ , $Y'C'_B C'_R$ (luminance non constante), $IC_T C_P$
Calcul de $R'G'B'$ , $Y'C'_B C'_R$ , et $IC_T C_P$ (plage HDR uniquement)	Plage dynamique type (SDR): conformément à la Rec. UIT-R BT.2020 Grande plage dynamique (HDR): conformément à la Rec. UIT-R BT.2100
Profondeurs binaires	10 ou 12 bits par composante
Sous-échantillonnage de la couleur	Conformément au Tableau 8 de la Rec. UIT-R BT.2100
Représentation numérique par entiers	Conformément au Tableau 9 de la Rec. UIT-R BT.2100 (SDR: intervalle étroit, HDR: intervalle étroit ou complet)

NOTE – Le format de signal intensité constante  $IC_T C_P$  a été introduit pour la première fois en 2016 dans le Recommandation UIT-R BT.2100. Ce format de signal ne devrait pas être utilisé pour l'échange de programmes, sauf accord de toutes les parties prenantes.

## 2 Caractéristiques de présentation des images à 360°

On trouvera dans l'Annexe 2, pour information, les caractéristiques de présentation des images à 360°.

## Annexe 1 (normative)

### Projection vidéo omnidirectionnelle<sup>3</sup>

#### 1 Structure de projection et système de coordonnées

La structure de projection est une sphère unité.

Il convient d'utiliser le système de coordonnées spécifié dans la présente section pour indiquer l'orientation de la structure de projection ou l'emplacement d'un point dans la sphère. Dans ce second cas, l'angle de roulis pourra être absent ou ignoré.

NOTE 1 – On présume que les systèmes de coordonnées des différents types de médias ont été alignés lors de la production du contenu.

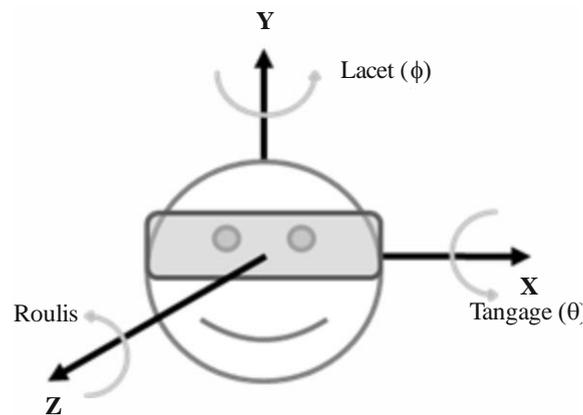
NOTE 2 – Le système de coordonnées spécifié est identique au système de coordonnées de référence spécifié pour les organes de commande dans la norme ISO/CEI 23005-5.

La Figure 1 spécifie les axes des coordonnées utilisés pour définir les angles de lacet ( $\phi$ ), de tangage ( $\theta$ ) et de roulis. Le lacet est une rotation autour de l'axe des Y (vertical, vers le haut), le tangage est une rotation autour de l'axe des X (latéral, de droite à gauche et inversement) et le roulis est une rotation autour de l'axe des Z (d'arrière en avant). Les rotations sont extrinsèques, c'est-à-dire qu'elles se font autour des axes de référence fixes X, Y et Z. Les angles augmentent dans le sens des aiguilles d'une montre par rapport à l'axe depuis son origine en direction des valeurs positives.

FIGURE 1

Axes principaux pour les angles de lacet, de tangage et de roulis

Le lacet est une rotation autour de l'axe des Y (vertical, vers le haut), le tangage est une rotation autour de l'axe des X (latéral, de droite à gauche) et inversement, le roulis est une rotation autour de l'axe des Z (de l'arrière vers l'avant)



BT.2123-01

**L'angle de lacet ( $\phi$ )** indique l'angle de rotation autour de l'axe des Y en degrés.

Type: valeurs décimales à virgule flottante

Plage: de  $-180$ , inclus, à  $180$ , exclus

**L'angle de tangage ( $\theta$ )** indique l'angle de rotation autour de l'axe des X en degrés.

<sup>3</sup> La présente Annexe repose sur les spécifications figurant dans la norme ISO/CEI 23090-2 Format de média omnidirectionnel.

Type: valeurs décimales à virgule flottante

Plage: de  $-90$ , inclus, à  $90$ , exclus

**L'angle de roulis** indique l'angle de rotation autour de l'axe des Z en degrés.

Type: valeurs décimales à virgule flottante

Plage: de  $-180$ , inclus, à  $180$ , exclus

## 2 Formats de projection omnidirectionnelle

Les données nécessaires aux fins du présent paragraphe sont les suivantes:

- **Largeur d'image** ( $w$ ) et **hauteur d'image** ( $h$ ), qui sont respectivement la largeur et la hauteur de l'image panoramique équirectangulaire dans les échantillons, et
- le point central de l'emplacement de l'échantillon ( $i, j$ ) le long des axes horizontal et vertical, respectivement.

Les données obtenues grâce au présent paragraphe sont les suivantes:

- coordonnées angulaires ( $\phi, \theta$ ) pour l'échantillon en degrés par rapport aux axes spécifiés pour les coordonnées au § 1.

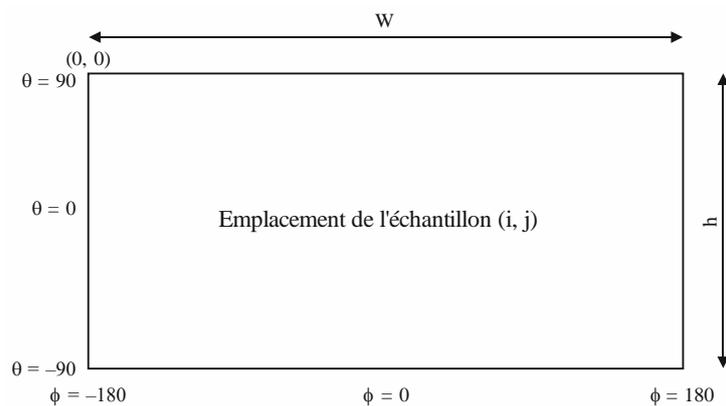
Les coordonnées angulaires ( $\phi, \theta$ ) de l'emplacement de l'échantillon luma, en degrés, sont obtenues grâce aux équations de cartographie équirectangulaire ci-après, comme indiqué dans la Fig. 2.

$$\phi = (i \div w - 0,5) * 360$$

$$\theta = (0,5 - j \div h) * 180$$

FIGURE 2

### Définition des coordonnées d'échantillonnage



BT.2123-02

**Annexe 2**  
**(pour information)**

**Caractéristiques de présentation des images à 360°**

La présentation d'images à 360° grâce à un visiocasque (HMD) exige une résolution d'affichage de  $7\,680 \times 4\,320$  (8K  $\times$  4K) pour un champ de vision de 100° environ afin que l'utilisateur final ne perçoive pas la structure des pixels.

---