

Union internationale des télécommunications

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R BS.2032
(01/2013)

**Synchronisation de l'horloge des
échantillons audionumériques sur les
signaux de référence vidéo**

Série BS
Service de radiodiffusion sonore



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, 2013

© UIT 2013

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 BS.2032

**Synchronisation de l'horloge des échantillons audio numériques
sur les signaux de référence vidéo**

(2013)

Domaine d'application

La présente Recommandation décrit des méthodes permettant de synchroniser les équipements audio numériques interconnectés et traite de la synchronisation des horloges des échantillons audio sur les signaux de référence vidéo.

La synchronisation des signaux audio numériques est une fonction nécessaire pour l'échange de signaux entre les équipements. L'objectif principal de la synchronisation est d'aligner temporellement les horloges des échantillons à l'intérieur des sources de signaux audio numériques et de les aligner sur les images/trames vidéo.

Les dispositions reposent sur la norme d'interface audio numérique à deux canaux pour une utilisation professionnelle (Recommandation UIT-R BS.647).

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les réalisations audio numériques ont été déployées à grande échelle;
- b) qu'il serait avantageux que tous les équipements audio numériques utilisent le même signal de synchronisation;
- c) que la Recommandation UIT-R BS.647 exige l'utilisation d'un signal de synchronisation vidéo;
- d) qu'il conviendrait d'utiliser un signal de synchronisation commun pour les équipements audio et vidéo numériques;
- e) que pour les applications vidéo autres que de télévision, un signal de référence reste nécessaire pour les applications à plusieurs sources,

recommande

1 d'utiliser la synchronisation des horloges des échantillons audio sur les signaux de référence vidéo définie dans l'Annexe 1;

2 que le respect de la présente Recommandation se fasse à titre volontaire. Cependant, il se peut que la Recommandation contienne certaines dispositions obligatoires (pour assurer, par exemple, l'interopérabilité et l'applicabilité). On considère donc que la Recommandation est respectée lorsque toutes ces dispositions sont observées. Le futur d'obligation et les autres moyens d'expression de l'obligation comme le verbe «devoir» ainsi que leurs formes négatives servent à énoncer des prescriptions. L'utilisation de ces formes ne signifie pas qu'il est obligatoire de respecter la Recommandation.

Annexe 1

Le principal domaine d'application est l'interconnexion numérique et la synchronisation des équipements audionumériques contenus dans l'environnement de production et d'acquisition. Un autre objectif important est de définir un moyen de synchroniser des horloges d'échantillons audionumériques sur un signal de référence vidéo.

1 Modes de fonctionnement

1.1 Généralités

Les équipements devraient permettre de caler un générateur d'horloge d'échantillonnage interne sur un signal de référence audionumérique (DARS).

1.2 Méthodes de synchronisation

La synchronisation des équipements devrait être effectuée selon l'une des trois méthodes suivantes.

NOTE – Dans certains cas, «l'horloge des mots» peut être utilisée de la même manière que le signal DARS. L'horloge des mots ne fait pas partie de la présente Recommandation, mais est décrite dans l'Appendice 2.

1.2.1 Référence au signal DARS

Les équipements sont synchronisés sur un signal DARS, ce qui garantit que toutes les horloges d'échantillon des équipements d'entrée et de sortie sont calées sur la même fréquence de référence et dans les limites de la tolérance de phase indiquée dans la présente Recommandation.

Dans les cas où certains signaux à 96 kHz sont acheminés selon le mode décrit dans la Recommandation UIT-R BS.647, à savoir le «mode à un seul canal avec fréquence d'échantillonnage double», il faut que le signal de référence de synchronisation ait une composante de fréquence à 48 kHz ou à une fréquence inférieure, afin que deux canaux comprenant une paire stéréo soient correctement mis en relation. On trouvera dans l'Appendice 1 une description des relations de phase préconisées.

1.2.2 Référence vidéo

On utilise une référence vidéo principale pour obtenir un signal DARS, en calant les signaux vidéo et audio au niveau de la fréquence d'échantillonnage et sur les limites de la trame vidéo.

1.2.3 Référence GPS

On utilise un récepteur GPS de référence pour faire référence à un signal DARS, en fournissant la fréquence et la phase (à partir d'impulsions d'une seconde) et le code d'adresse d'échantillon de l'heure locale dans les octets 18 à 21 de l'état du canal pour prendre en charge une référence horaire dans l'équipement verrouillé.

1.3 Distribution du signal DARS

Le signal DARS doit être distribué conformément à la Recommandation UIT-R BS.647.

1.4 Signaux externes

1.4.1 Généralités

Lorsqu'on établit une connexion entre des signaux externes et une installation studio ou de production audionumérique qui autrement serait synchrone, le § 1.4.2 s'applique.

1.4.2 Correction de phase

Lorsque le signal entrant est identique dans la fréquence d'échantillonnage, mais est en décalage de phase par rapport au signal DARS, le verrouillage de trame de la Recommandation UIT-R BS.647 s'applique.

1.5 Référence vidéo

1.5.1 Généralités

En cas d'environnement mixte vidéo et audio, la source du signal DARS doit être calée sur la source vidéo, afin d'obtenir avec précision la relation mathématique indiquée dans le Tableau 1.

TABLEAU 1
Synchronisation audio-vidéo

Fréquence d'échantillonnage (kHz)	Echantillons par trame					
	25 Hz	30 Hz	29,97 Hz	50 Hz	60 Hz	59,94 Hz
48	1920	1600	8008/5	960	800	4004/5
96	3840	3200	16016/5	1920	1600	8008/5

1.5.2 Rapports exprimés par un entier

Dans le cas de systèmes vidéo avec un nombre entier de trames de la Recommandation UIT-R BS.647 dans une seule trame vidéo, le signal audio de la Recommandation UIT-R BS.647 peut être calé de manière synchrone sur le signal vidéo.

1.5.3 Rapports exprimés par un nombre non entier – verrouillage à 5 trames

Dans le cas de systèmes vidéo avec des fractions de trames de la Recommandation UIT-R BS.647 dans une seule trame vidéo, les horloges d'échantillonnage audio de cette Recommandation peuvent être verrouillées au moyen du signal de référence vidéo défini dans l'Appendice 3. En pareil cas, il y a un cycle de verrouillage de 5 trames.

1.5.4 Rapports exprimés par un nombre non entier – verrouillage aléatoire

L'horloge d'échantillonnage audio est habituellement synchronisée sur une trame vidéo de manière aléatoire. Alors que la fréquence de l'horloge d'échantillonnage sera verrouillée, la mise en phase absolue ne sera pas maintenue. Les systèmes qui utilisent ce moyen de verrouillage nécessitent des mémoires tampons pour assurer la mise en phase de tous les équipements.

NOTE – Même si tout est mis en œuvre pour maintenir une séquence de 5 trames, il n'est pas rare qu'il y ait un nombre inférieur ou supérieur d'échantillons à l'intérieur de la séquence de 5 trames. Ces écarts se produisent lorsque les éléments sont édités ou commutés.

2 Pratique recommandée pour la synchronisation des équipements

2.1 Prescriptions applicables au signal DARS

2.1.1 Format du signal DARS

Le signal DARS doit avoir le format et la configuration électronique de l'interface audionumérique à deux canaux et utiliser le même connecteur que celui indiqué dans la Recommandation UIT-R BS.647. Cependant, la structure de base du format de l'interface audionumérique, lorsque seul le préambule est actif, doit être acceptable en tant que signal de synchronisation audionumérique.

2.1.2 Qualité du signal DARS

Un signal DARS peut être classé dans la catégorie de qualité 1 ou 2. Voir également le § 2.2.

Pour respecter la présente Recommandation, seul un signal de la qualité 1 est permis.

2.1.2.1 Qualité 1

Un signal DARS de qualité 1 est un signal de haute précision destiné à assurer la synchronisation systématique d'un complexe de studios multiples et peut également être utilisé pour un studio autonome.

2.1.3 Identification du signal DARS

Un signal DARS, qui a principalement pour objectif la synchronisation en studio, sera identifié comme étant destiné à être utilisé par l'octet 4, avec les bits 0 et 1, de l'état du canal de la Recommandation UIT-R BS.647.

TABLEAU 2

Octet 4, bits 0 et 1: signal DARS

Bits	1 0	Signal de référence audionumérique
Etats	0 0	Pas de signal de référence (par défaut)
	1 0	Signal de référence de qualité 1
	0 1	Signal de référence de qualité 2*
	1 1	Les états sont réservés et ne seront utilisés que lorsqu'ils auront été définis

* Non utilisé dans la présente Recommandation.

2.1.4 Contenu non audio du signal DARS

Un signal DARS sera identifié dans l'état du canal sous forme de signaux «MIC non linéaires» lorsqu'il contient d'autres données qui le rendent inutilisable comme signal audio normal. Voir la Recommandation UIT-R BS.647, état du canal.

NOTE – Un signal DARS peut acheminer une tonalité d'alignement sous forme de signaux MIC linéaires.

2.1.5 Date et heure du signal DARS

Lorsqu'un signal DARS est utilisé pour acheminer des informations relatives à la date et à l'heure dans le canal de l'utilisateur, cela sera signalé dans l'état du canal au moyen des bits indiqués dans la Recommandation UIT-R BS.647¹ pour l'acheminement des métadonnées dans le canal de l'utilisateur.

2.1.6 Fréquence d'échantillonnage du signal DARS

Les fréquences d'échantillonnage distribuées au moyen d'un signal DARS seront de 48 kHz ou de 96 kHz (voir le § 2.2.2).

2.2 Tolérances de fréquences d'échantillonnage dans les équipements

2.2.1 Précision de fréquence à long terme

Un signal DARS de qualité 1 doit avoir une précision de fréquence à long terme d'un millionième (ppm) par rapport à sa fréquence nominale. Les équipements destinés à fournir des signaux de référence de qualité 1 devront uniquement se verrouiller sur d'autres signaux de référence de qualité 1.

2.2.2 Portée utile

La portée utile minimale des oscillateurs des équipements conçus pour se verrouiller sur des sources externes devrait être de 2 millionièmes pour un équipement de qualité 1.

2.3 Relations de synchronisation entre les équipements

2.3.1 Généralités

Le point de référence de synchronisation est utilisé pour définir la relation de synchronisation entre le signal DARS et les signaux d'entrée et de sortie audio numériques.

2.3.1.1 Phase de synchronisation à la sortie

La différence entre les points de référence de synchronisation du signal DARS et tous les signaux de sortie, au niveau du connecteur des équipements, doit être inférieure à $\pm 5\%$ de la période de trame de la Recommandation UIT-R BS.647.

Le point de référence de synchronisation d'un signal de sortie avec des fréquences d'échantillonnage doubles ou des fréquences d'échantillonnage plus élevées doit être conforme à la tolérance indiquée à la fréquence de trame de la Recommandation UIT-R BS.647.

2.3.1.2 Retard introduit par le dispositif

Les récepteurs seront conçus de telle sorte que le nombre d'échantillons de retard dans le dispositif reste constant et connu, et la différence entre les points de référence de synchronisation du signal DARS et tous les signaux d'entrée sera inférieure à $\pm 25\%$ de la période de trame indiquée dans la Recommandation UIT-R BS.647.

2.3.2 Limites de temps

Le Tableau 3 indique les valeurs de tolérance pour les fréquences d'échantillonnage destinées à être utilisées avec la présente Recommandation.

¹ Recommandation UIT-R BS.647-3 (2011), Partie 3, § 3.3.

TABLEAU 3

Synchronisation des signaux audionumériques: limites

Fréquence d'échantillonnage professionnelle (kHz)	Fenêtre de synchronisation μs		
	$1/f_s$	Variation autorisée, entrée (§ 2.3.1.2)	Variation autorisée, sortie (§ 2.3.1.1)
48	20,83	$\pm 5,2$	$\pm 1,0$
96	10,41	$\pm 2,6$	$\pm 0,5$

2.4 Référence vidéo²

L'un des objectifs de la présente Recommandation est de définir le début du préambule X ou Z du signal DARS à un point connu dans le signal de référence vidéo.

2.4.1 Référence à 25 ou 50 Hz

Les systèmes de télévision à 25 ou 50 Hz utilisent habituellement un signal PAL analogique noir codé couleur. La forme d'onde du signal PAL est définie dans la Recommandation UIT-R BT.1700.

2.4.1.1 Synchronisation du format de l'interface vidéo

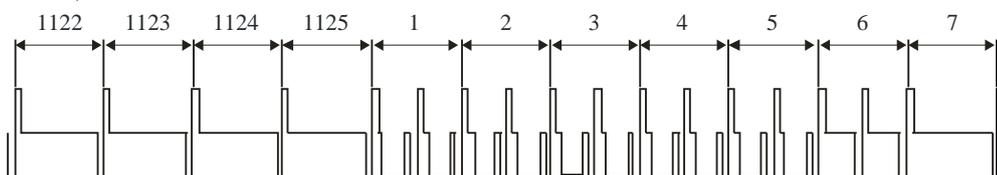
La relation de phase de synchronisation V et H entre le signal de synchronisation à 3 niveaux de format 1125/50/I et 1125/25/P, et le signal de synchronisation analogique de format 625/50/I, est représentée sur la Fig. 1.

² Aux fins de la présente Recommandation, les numéros de ligne d'interface sont utilisés pour l'établissement des références temporelles.

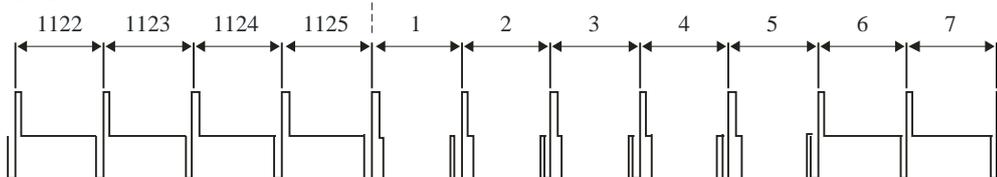
FIGURE 1

Numérotage de lignes des formats 1125/50/I, 1125/25/PsF, 1125/25/P et 625/50/I

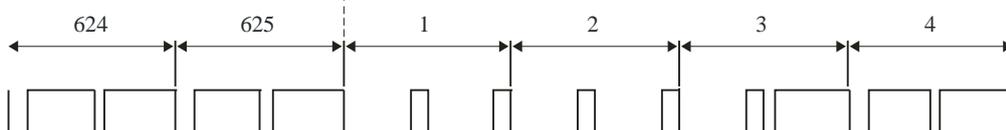
Signal de synchronisation analogique à 3 niveaux 1125/50/I, 25/PsF



Signal de synchronisation analogique à 3 niveaux 1125/25/P



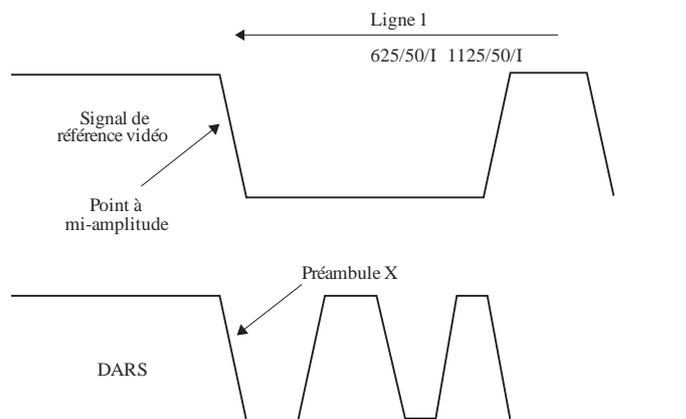
Signal de synchronisation analogique 625/50/I



BS.2032-01

FIGURE 2

Référence du préambule DARS X



BS.2032-02

Le préambule DARS X doit être référencé au point à mi-amplitude du front avant de l'impulsion de synchronisation de la ligne 1 du signal de télévision sur chaque trame vidéo.

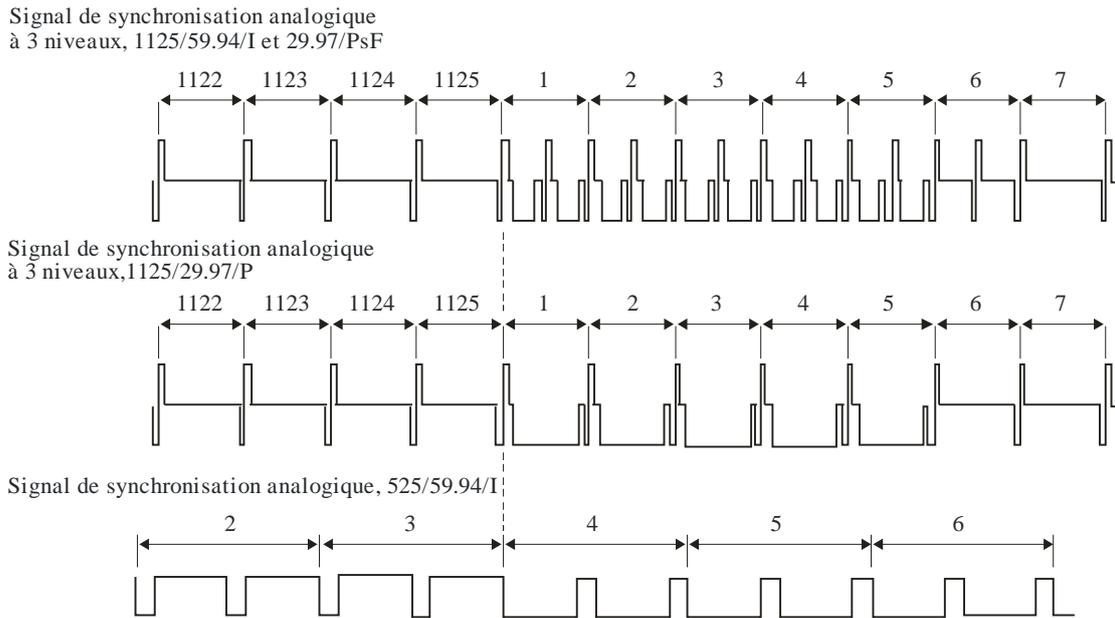
2.4.2 Référence à 30 ou 60³ Hz

La relation de phase de synchronisation V et H entre le signal de synchronisation à trois niveaux de format 1125/59.94/I et 1125/29.97/P, et le signal de synchronisation analogique de format 525/60/I, est représentée sur la Fig. 3.

2.4.2.1 Synchronisation du format de l'interface vidéo

FIGURE 3

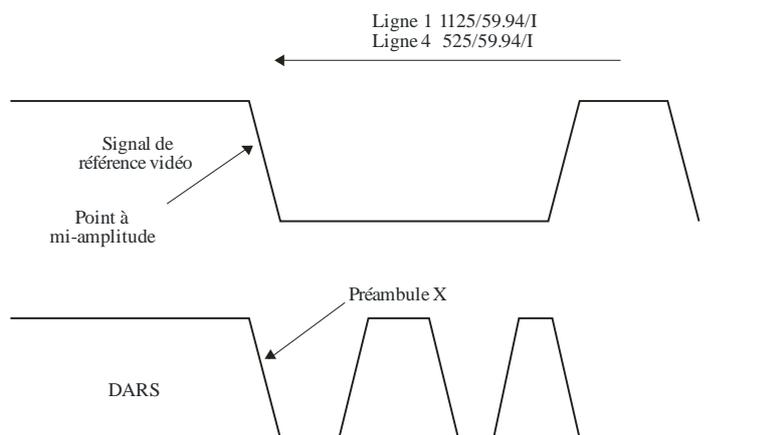
Numérotage de ligne des formats 1125/59.94/I, 1125/29.97/PsF, 1125/29.97/P et 525/59.94/I



BS.2032-03

³ Les valeurs précises sont 30/1,001 et 60/1,001.

FIGURE 4

Référence du préambule DARS X

La figure n'est pas à l'échelle

BS.2032-04

Le préambule DARS X doit être référencé au point à mi-amplitude du front avant de l'impulsion de synchronisation de la ligne 1 pour les systèmes à 1080 lignes et de la ligne 4 pour les systèmes à 525 lignes. L'alignement du préambule DARS X devrait être synchronisé toutes les cinq trames. Il se peut qu'il y ait un décalage d'échantillon de ± 1 . Le signal de référence du système à 525 lignes avec identification à cinq trames est présenté dans l'Appendice 3.

2.4.3 Tolérance de phase globale

Pour faciliter les réalisations pratiques, il conviendra de prévoir une tolérance de $\pm 5\%$ par rapport à la période de trame de la Recommandation UIT-R BS.647 entre les signaux DARS et la référence vidéo, en plus de la tolérance de $\pm 5\%$ définie au § 2.3.1.1 pour la synchronisation audionumérique aux sorties du système.

2.5 Pratique employée concernant le système

Pour respecter des règles techniques de bonne pratique, il faut réduire le plus possible les différences de synchronisation entre les trajets du signal, de façon à éviter les erreurs de synchronisation cumulées qui risquent de provoquer une perte de synchronisme.

2.6 Gigue de l'horloge

Le bruit de la gigue peut être aléatoire ou se présenter sous la forme d'une modulation, qui, aux fréquences inférieures à la fréquence d'échantillonnage, peut entraîner une erreur de synchronisation cumulée, en fonction de l'amplitude et de la fréquence du signal de modulation.

NOTE – La Recommandation UIT-R BS.647 définit les limites applicables à la gigue à l'interface audionumérique.

3 Date et heure

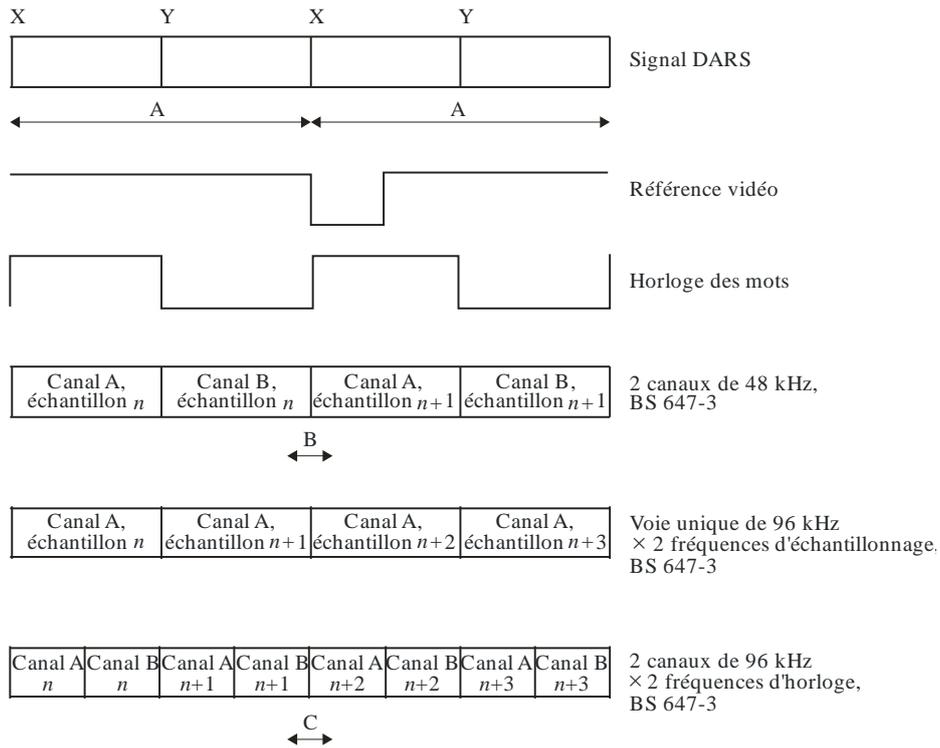
Le marquage de la date et de l'heure dans l'état du canal est indiqué au § 2.1.5. Il peut s'agir d'un moyen pratique pour le transfert dans le flux de métadonnées de la Recommandation UIT-R BS.647.

Appendice 1 (Informatif)

Relations de synchronisation

FIGURE 5

Relations de synchronisation et utilisation des canaux préférées



Valeurs de synchronisation	
A	20,5 μ s – période de trame à une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz
B	Tolérance de ± 1 μ s
C	Tolérance de $\pm 0,5$ μ s

Appendice 2 (Informatif)

Horloge des mots

Il est possible de satisfaire à toutes les prescriptions de synchronisation de la présente Recommandation au moyen d'un signal carré à la fréquence d'échantillonnage de base, généralement appelée horloge des mots. Ce signal est utilisé entre différents équipements pour assurer le verrouillage de la fréquence d'échantillonnage de différentes sources.

Ce signal n'est pas normalisé et les paramètres sont uniquement indiqués à titre d'exemple. Le signal est généralement acheminé sur un câble coaxial, de sorte qu'une seule sortie peut synchroniser plusieurs équipements de réception par mise en boucle du signal dans chaque équipement à tour de rôle et, éventuellement, par adjonction d'une résistance de terminaison du câble de 75 Ohm à l'extrémité éloignée.

Le signal transmis peut varier en amplitude de crête à crête de 1 V à 5 V au plus et être couplé, en courant continu ou en courant alternatif.

Le pilote hôte qui fournira vraisemblablement les fonctionnalités requises est un pilote complet de 5 V, en courant continu et capable de piloter une charge de 75 Ohm.

Lorsque les nouveaux équipements sont conçus pour utiliser un signal d'horloge des mots, il est recommandé de considérer l'extrémité ascendante comme le point de référence de synchronisation visé au § 2.3.

L'expression «horloge des mots» est également utilisée au niveau des circuits imprimés pour décrire différents signaux logiques de fréquence d'échantillonnage.

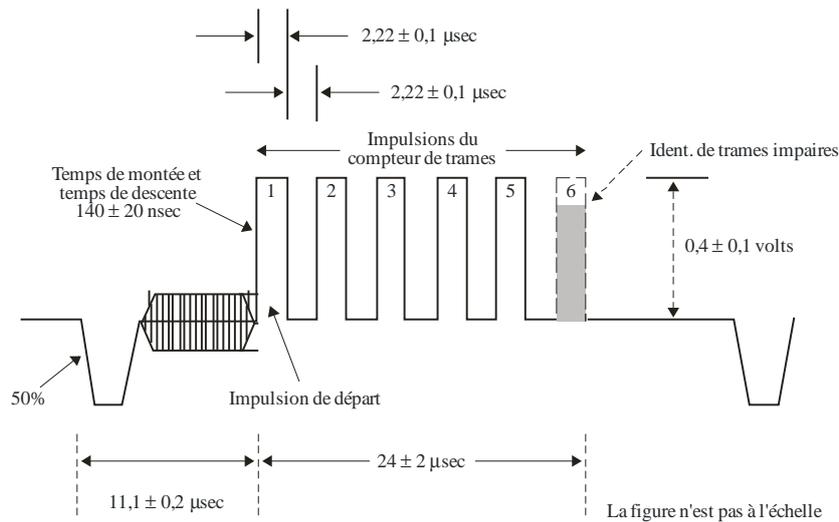
On utilise généralement une horloge des mots avec des signaux audionumériques autres que ceux de la Recommandation UIT-R BS.647.

Appendice 3 (Informatif)

Signal de référence à 525 lignes avec identification à 5 trames

FIGURE 6

Signal de référence à 525 lignes avec identification à 5 trames



BS.2032-06

L'identification de la séquence à dix trames (trame 5) est codée de la façon suivante:

- Le signal d'identification est inséré sur les lignes 15 et 278.
- La première impulsion est toujours présente et fonctionne en tant qu'impulsion de départ.
- Il y a ensuite une chaîne d'impulsions de comptage comprises entre zéro et quatre trames qui augmentent d'une unité sur la ligne 15 (à chaque trame impaire). La sixième impulsion n'est présente que sur la ligne 278 (trame paire). Les impulsions sont séparées par des espaces de durée égale aux impulsions.

Le début de la séquence de dix trames n'est pas indiqué et n'est pas aligné sur une quelconque valeur de temps ou de code. On trouvera des renseignements détaillés dans l'Appendice 4.

Appendice 4 (Informatif)

Références informatives

SMPTE 318M-1999, *Synchronization of 59.94 or 50 Hertz related video and audio systems in analogue and digital areas*: Society of Motion Picture and Television Engineers, White Plains, NY., Etats-Unis.



st0318-1999.pdf
